Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

Parcerias Estratégicas

N. 20 (pt. 1) – junho 2005 – Brasília, DF

cgee

ISSN 1413-9375

Parc. Estrat. | Brasília, DF | n. 20 (pt. 1) | p. 1-554 | jun. 2005

Parcerias Estratégicas – número 20 – junho 2005

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
Presidente
Evando Mirra de Paula e Silva
Diretores
Marcio de Miranda Santos
Paulo Afonso Braccarense Costa

Terceira Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
Secretário Geral
Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho
Assessoria Técnica
Ernesto Costa de Paula
Flávio Giovanetti de Albuquerque
Kley Cabral da Hora Maya Ferreira
Mara da Costa Pinheiro
Sandra Mara da Silva Milagres

Revista Parcerias Estratégicas
Editora
Tatiana de Carvalho Pires
Editora-Assistente
Nathália Kneipp Sena
Projeto gráfico
Anderson Moraes
Editoração eletrônica
André Luiz Garcia

Parcerias estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. - Vol. 1, n. 1 (maio 1996)- v. 1, n. 5 (set. 1998) ; n. 6 (mar. 1999)- . – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos : Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996-1998 ; 1999-

v. ; 25 cm.

Irregular.
Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.
Ed. especial: n. 20 (jun. 2005), incluindo: pt. 1. Inclusão social ; pt. 2. Áreas de interesse nacional ; pt. 3. Gestão e regulamentação ; pt. 4. Presença internacional ; pt. 5. Geração de riqueza.
ISSN 1413-9375

1. Política e governo – Brasil 2. Inovação tecnológica I. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. II. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CDU 323.6(81)(05)

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Quadra 2 Bloco A Edifício Corporate Financial Center salas 1102/1103
70712-900 – Brasília, DF
Tel: (xx61) 3424.9600 / 3424.9666
e-mail: editoria@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br>
Distribuição gratuita

Conferência Nacional de C,T&I
Tel: (xx61) 3424.9670 / 9656 / 9635
e-mail: ecosta@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br/cncti3/>

PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Número 20 · junho/2005 · ISSN 1413-9375

Sumário

Inclusão social

Apresentação
Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho 7

O imaginário do Projeto Manuelzão
Apolo Heringer Lisboa 15

Reforma universitária: o Plano Nacional de Pós-Graduação, 2005-2010
Emídio Cantídio de Oliveira Filho 35

Ciência, tecnologia e extensão a serviço da cidadania
Francisco Ariosto Holanda 53

Tecnologia na área de segurança pública aplicada no Departamento de Polícia Federal
Harley Angelo de Moraes 79

Cidadania em C,T&I: uma mudança de paradigma
Irma Rossetto Passoni 93

Aumentando o conhecimento popular sobre a ciência
Iván Izquierdo 113

Potencialidades hídricas do Nordeste brasileiro
João Suassuna 119

Os desafios da produtividade: novas habilidades na era da informação e do conhecimento e o papel central da gestão do conhecimento
José Cláudio C. Terra 145

Regulamentação da pesquisa clínica no Brasil
José O. Medina Pestana, Patrícia Ruy Vieira 155

Divulgação científica não é opção, é prioridade
José Monserrat Filho 167

Avaliação tecnológica em saúde e inclusão social
Letícia Krauss Silva 179

Educação superior e inclusão social no Brasil
Luiz Davidovich 201

Crescimento, população e desigualdade: a formulação de políticas de combate à desigualdade e pobreza no Brasil
Marcelo Medeiros 223

Desenvolvimento tecnológico e possibilidades de inclusão social pelo trabalho no Brasil
Marcio Pochmann 239

A interface entre a Reforma da Educação Superior e o setor produtivo
Marcos Formiga 261

O Instituto Ayrton Senna e o desenvolvimento de tecnologias sociais: a experiência do Acelera Brasil
Margareth Goldenberg 273

Uma visão da política de ciência, tecnologia e inovação em saúde: uma perspectiva da saúde coletiva
Moisés Goldbaum 291

Os fármacos e a saúde pública no Brasil: uma visão da cadeia produtiva
Nelson Brasil de Oliveira 305

O papel da C,T&I na inclusão social: o foco de emprego e renda
Paulo C. R. C. Alvim 319

Meio ambiente e inclusão social: a contribuição da integração lavoura/pecuária com plantio direto na região dos Cerrados
Paulo Afonso Romano 339

Desafios em Telemedicina
Paulo Roberto de Lima Lopes , Ivan Torres Pisa, Daniel Sigulem 367

Pesquisa em saneamento: elementos para uma tecnologia socialmente inclusiva
Ricardo Toledo Silva 387

Dilemas e avanços da responsabilidade social empresarial no Brasil: o trabalho do Instituto Ethos
Ricardo Young 421

Desenvolvendo sustentabilidade
Roberto S. Waack e Sergio Amoroso 451

Inclusão digital, *software* livre e globalização contra-hegemônica
Sérgio Amadeu da Silveira 459

Segurança pública: determinação de identidade genética pelo DNA
Sérgio D.J. Pena 485

Como usar C,T&I para promover a inclusão social? Políticas públicas: transporte urbano
Silvana Zioni 499

Criminalidade, segurança pública e respostas brasileiras à violência
Silvia Ramos 519

Como usar C,T&I para promover a inclusão social? Habitação
Teodomiro Diniz Camargos 539

Apresentação

1. Breve histórico

A Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia surgiu em 1985, por iniciativa do primeiro titular do Ministério da Ciência e Tecnologia, Renato Archer. Seu objetivo era ampliar a participação da sociedade brasileira na definição de uma política científico-tecnológica para o país.

A segunda edição da Conferência só veio a ocorrer em 2001, após as transformações do final do século passado, quando a busca por maior competitividade nos intercâmbios comerciais já se deparava com um mundo globalizado, em que o tempo entre descoberta científico-tecnológica e sua utilização em novos produtos, processos e serviços era cada vez menor.

Como conseqüência desse novo cenário, no escopo da Conferência, optou-se por enfatizar a importância da inovação tecnológica como instrumento para a competitividade, passando a denominar-se Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CNCTI). Seu principal resultado foi criar mecanismos e apontar caminhos para estimular a inovação tecnológica e a consolidação da base científico-tecnológica do país.

Assim, enquanto frutos do ideário da segunda Conferência, criaram-se alguns Fundos Setoriais, para fortalecer o financiamento do sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I), bem como instituiu-se o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), destinado a prover o sistema de mecanismos de prospecção, acompanhamento e avaliação em C,T&I. As recomendações e definições de estratégias para essas três instâncias, em âmbito nacional, discutidas durante o evento, foram sintetizadas em um

"Livro Branco", apresentado pelo então ministro da Ciência e Tecnologia, Ronaldo Sardenberg, em 2001, publicação amplamente divulgada.

A terceira edição da CNCTI está marcada para outubro de 2005. Ela ocorrerá pouco mais de um ano após o lançamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior do atual governo, já na vigência da Lei de Inovação Tecnológica, aprovada pelo Congresso Nacional em dezembro de 2004.

2. Objetivos e resultados

O objetivo principal da 3ª Conferência Nacional é o de ampliar o debate e as percepções sobre como a C,T&I, produzidas no Brasil, devem ser usadas como estratégia para promover o desenvolvimento econômico, político, social e cultural do país. Essa demonstração pressupõe: 1) uma análise diagnóstica de exemplos de sucesso, de obstáculos e gargalos; 2) a definição de prioridades, novas políticas públicas e novos instrumentos; 3) a formulação de propostas concretas para disponibilizar conhecimento (C,T&I), que contemplem as necessidades de recursos humanos, recursos financeiros e de regras claras para sua consecução.

Os resultados esperados incluem: 1) demonstrar para a sociedade, a partir de exemplos concretos, que C,T&I acarretam desenvolvimento e vice-versa, ou seja, que C,T&I são condição necessária para o progresso da Nação; e que o real valor a ser agregado a produtos, processos e serviços é o conhecimento científico e tecnológico; 2) aproximar os setores acadêmico, empresarial e público (governamental e não-governamental) do país no esforço de utilização de C,T&I como ferramentas para o desenvolvimento; 3) estimular e divulgar grandes projetos nacionais mobilizadores em que C,T&I sejam propulsoras de sucesso; 4) como conseqüência dos itens anteriores, promover a disseminação e apropriação de C,T&I nos empreendimentos da sociedade brasileira.

A CNCTI deverá estabelecer um diálogo permanente com a sociedade e dar subsídios para a formulação de novas políticas. Sua ampla divulgação, enfatizando objetivo e resultados esperados, será crucial para seu êxito. Dessa forma, o alto nível da produção de C,T&I no país encontrará sua devida ressonância em políticas públicas e ações transformadoras, em prol da

qualidade de vida de nossa sociedade. Tal capacidade em alterar e aprimorar processos e práticas, obtida ao longo de quase meio século de investimento em pesquisa, é instrumento fundamental para que o país se desenvolva plenamente. Portanto, a presença da Conferência e de sua temática nos meios de comunicação deve ser considerada um objetivo adicional de extrema importância.

3. OS GRANDES TEMAS

Os grandes temas da 3ª Conferência Nacional correspondem a indicadores comumente utilizados para aferir o desenvolvimento de um país: sua capacidade de gerar riqueza, de distribuí-la de modo a promover a inclusão social, e de atuar em áreas de interesse nacional que assegurem o desenvolvimento para as gerações futuras; sua presença internacional, decorrente de seu domínio do conhecimento e capacidade de atuar em questões de interesse global; a robustez de seu sistema de gestão e regulamentação do conhecimento em prol de um desenvolvimento sustentável.

Os quadros abaixo detalham subitens relevantes de cada um dos grandes temas, que deverão ser objeto de discussão. Pretende-se, com o conjunto de debates, atingir o objetivo central da Conferência, explicitando diagnósticos, novos elementos e propostas concretas para a utilização de C,T&I na promoção do desenvolvimento nacional.

Inclusão social
Como usar C,T&I para promover a inclusão social? Políticas públicas.
Educação *Emprego e renda: o trabalhador e a inovação* *Cidadania* *Habitação* *Meio ambiente* *Saúde* *Segurança*

Áreas de interesse nacional
Como usar C,T&I para atuar em áreas estratégicas para o país?
Defesa *Fronteiras (espaço, mar e terra)* *Amazônia* *Recursos naturais* *Energia*

Presença internacional
Como usar C,T&I para aumentar a presença internacional do Brasil?
Cooperação internacional: • *Presença do Brasil em órgãos internacionais* • *Cooperação com o hemisfério Norte* • *Cooperação Sul-Sul* • *Cooperação com a América Latina* • *Inserção de empresas brasileiras de base tecnológica no cenário internacional* • *Pesquisa e desenvolvimento nas empresas multinacionais no Brasil*

Gestão e regulamentação
Como gerir e regulamentar o conhecimento produzido?
Legislação – marcos regulatórios *Propriedade intelectual* *Indicadores, avaliação e instrumentos de gestão* *Financiamento* (*financiando a inovação e inovando no financiamento*)

Geração de riqueza
Como usar C,T&I para gerar riqueza?
O Brasil na economia do conhecimento *A cultura de geração de riqueza por meio de C,T&I* *Modelos de inserção de C,T&I no desenvolvimento nacional* *Papel dos institutos de pesquisa na geração de riquezas* *O retrato de P&D nas empresas do Brasil* *O ambiente de apoio à P&D nas empresas* *Globalização de P&D: oportunidades para o Brasil* *Projetos mobilizadores*

4. ORGANIZAÇÃO

Após a apresentação de um esboço geral da 3ª CNCTI ao ministro da C&T Eduardo Campos e equipe, criou-se um Grupo de Trabalho (GT) designado para supervisionar a organização do evento e um Comitê de Programa. Este inspirou-se no modelo do projeto "Brasil 3 Tempos", do Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE), da Secretaria de Comunicação (Secom) da Presidência da República. O Comitê mescla membros do setor acadêmico (SA); do setor empresarial (SE); e, dos setores público (SP), governamental (envolvendo os três Poderes) e não-governamental.

O Comitê foi responsável por indicações de nomes (palestrantes e participantes) e temas para os seminários. Ele funciona com cinco subcomitês, um para cada grande tema, com nomes das três correntes (SA, SE, SP) para incrementar o diálogo entre esses setores.

Com o intuito de divulgar a Conferência no âmbito governamental e de conseguir adesões ao processo de organização, foram feitas várias apresentações da Conferência: na Comissão de Coordenação do Conselho de Ciência e Tecnologia (CCT); para membros do CGEE e do NAE; nos fóruns das Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), dos secretários estaduais de Ciência e Tecnologia e dos Pró-Reitores, para citar apenas algumas delas. Estão previstas outras apresentações e, como assinalado anteriormente, uma ampla divulgação nos vários meios de comunicação, já em curso, coordenada pelo MCT.

5. O formato da 3ª Conferência Nacional

O formato da 3ª CNCTI envolve três etapas: cinco seminários preparatórios (um para cada grande tema), conferências regionais/estaduais e a Conferência Nacional.

Os seminários preparatórios ocorreram ao longo do mês de março de 2005, um para cada grande tema, com a participação de especialistas convidados por indicação do Comitê de Programa do respectivo tema. Mais adiante, apresentaremos uma descrição detalhada do conjunto dos seminários.

As conferências regionais/estaduais deverão incluir, entre suas atividades, a discussão dos temas e dos resultados dos seminários (divulgados e disponibilizados em forma preliminar), com foco em interesses locais, visando a dar subsídios complementares à Conferência Nacional. As contribuições às conferências regionais/estaduais deverão ser agregadas às dos seminários, inclusive os debates.

Para a Conferência serão selecionados especialistas que deverão apresentar uma síntese das principais contribuições oferecidas nos eventos preparatórios, sobre cada um dos grandes temas. Todo o material dos eventos preparatórios e as sínteses apresentadas na CNCTI deverão compor um livro que será amplamente acessível. Desse modo, espera-se registrar as contribuições da sociedade sobre como usar C,T&I para desenvolver o país.

As várias atividades da 3ª CNCTI deverão compor um mosaico de análises, diagnósticos, novas estratégias, novas políticas públicas, novos instrumentos e propostas concretas para a utilização do conhecimento para desenvolver o Brasil.

6. Os seminários temáticos e seu conteúdo

O primeiro seminário temático, realizado nos dias 10 e 11 de março, abordou o tema "Inclusão social". Oito sessões foram dedicadas aos subtemas já mencionados. Cada parte teve um coordenador e contou com pelo menos três apresentações, de 20 minutos, de especialistas convidados, seguidas de perguntas e comentários da audiência.

Seguiram-se os seminários sobre "Áreas de interesse nacional", nos dias 15 e 16, "Gestão e regulamentação", no dia 18, "Presença internacional", no dia 21, e "Geração de riqueza", nos dias 22 e 23. Quase todas as apresentações usaram recursos visuais e foram acompanhadas de um texto de 15 a 20 páginas, previamente distribuído. Todo esse rico material – textos, CD-ROM, as sessões registradas em DVD e transmitidas via Internet graças à RNP – está disponível no portal do CGEE: <http://www.cgee.org.br/cncti3/>.

O acervo de artigos passou por acurado tratamento editorial e aparece agora em edição especial da revista "Parcerias Estratégicas", em cinco partes, inteiramente dedicadas aos seminários temáticos.

A qualidade dos artigos apresentados nos seminários tornou quase imperativo fazer um registro bibliográfico à altura. "Parcerias Estratégicas" deu pronta resposta a esse desafio. As cinco partes que ora disponibilizamos, estou certo, servirão de subsídio para as conferências regionais, de bibliografia básica para a elaboração de documentos-síntese a serem encaminhados para a Conferência Nacional, assim como serão referência em instituições científico-tecnológicas, empresas e entidades empresariais, organizações governamentais e não-governamentais.

No espírito da 3ª Conferência Nacional, as cinco partes refletem as contribuições de acadêmicos, cientistas, empresários e funcionários de órgãos públicos, estatais e não-estatais. Procurou-se envolver especialistas de vários ministérios, dos Três Poderes e de amplo espectro de empresas e entidades.

O resultado editorial é dos melhores, graças ao talento e à dedicação do grupo de editoração do CGEE com o apoio da equipe da 3ª CNCTI. Fique certo o leitor de que tem nas mãos um belíssimo registro da inteligência brasileira, totalmente comprometida com o uso da ciência, tecnologia e inovação em prol do desenvolvimento de nosso país.

Brasília, junho de 2005

Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho
Secretário-Geral da 3ª CNCTI

O imaginário do Projeto Manuelzão

*Apolo Heringer Lisboa**

Histórico

Manuelzão se entusiasmou com a idéia de emprestar seu nome a um projeto ambiental. E o fez por amor à natureza, por gostar de participar de reuniões, fazer amigos, contar histórias e de viajar. Participou de muitas reuniões do Projeto Manuelzão, orgulhoso como membro e patrono. Foi sua segunda festa de amor, do sertão da Samarra, perto da barra do Rio de Janeiro, pequeno afluente do rio das Velhas, ao campus da Universidade Federal de Minas Gerais, que o reconheceu patrono. Vivera no sertão mineiro, conhecendo o cerrado antes dos cortes para a produção do carvão das usinas siderúrgicas e do desmatamento generalizado para o plantio de eucaliptais, soja e outras monoculturas extensivas. Abominava esse tipo de progresso sem conservação, que aniquila as veredas, a fauna dos gerais, desfigurando suas características naturais e o modo de vida sertanejo. A linguagem de outro sertanejo, João Guimarães Rosa, é toda impregnada da relação homem natureza e o contador de histórias Manuelzão materializava essa situação e linguagem. Conheceu veredas no grande sertão e a força das águas do São Francisco com seus peixes, e não aceitava a destruição destes ecossistemas. Na bacia do rio das Velhas viveu em Buenópolis, Corinto, Cordisburgo, mas transitou muito mais, e atribuía à capital de Minas a razão de tanta poluição das águas do mais importante afluente do São Francisco. Percebeu que seu nome seria uma bandeira de uma causa boa e estava feliz quando a morte o levou dia 5 de maio de 1997, com quase 93 anos, pois no dia 6 de julho de

* Apolo Heringer Lisboa é professor adjunto da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), coordenador geral do Projeto Manuelzão e presidente do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio das Velhas.

1904 foi quando nasceu no distrito de Saúde, hoje Dom Silvério, Zona da Mata mineira. Único vaqueiro velado no salão de reuniões da Congregação da Faculdade de Medicina da UFMG, instituição que conferiu a Guimarães Rosa o diploma de médico, seu nome para sempre estará associado à revitalização da bacia do rio das Velhas e do São Francisco. O Projeto Manuelzão contribuiu para preservar seu acervo, transferindo-o para a Biblioteca Central da UFMG que o guardou até a transferência para o Memorial Manuelzão, em Andrequicé, no município de Três Marias. Hoje o Projeto Manuelzão e o Memorial estão integrados e trabalhando juntos, numa área geográfica que vai de Ouro Preto a Três Marias e Ibiaí, no rio São Francisco, abaixo de Pirapora e da Barra do Guaicuí, incluindo toda a bacia do Velhas e a região de sua inserção no São Francisco. A partir do ano de 2004, inicialmente no município Morro da Garça, será realizado anualmente o "FestiVelhas Manuelzão", que incorpora o sertão próximo ao Velhas e o São Francisco e a literatura de Guimarães Rosa. Literatura, música, teatro, folclore e artesanato estarão congregando pessoas de dezenas de municípios, fortalecendo a identidade cultural de "pertencimento" à região dessas águas. É nossa contribuição à transformação da "mentalidade cultural" nessa parte da bacia do São Francisco. Com o FestiVelhas a agenda cultural e artística soma-se à agenda ambiental do nosso Projeto.

O primeiro texto do Projeto Manuelzão tinha o nome Projeto rio das Velhas e está preservado em nosso acervo. Datado de novembro de 1990 e divulgado em algumas dezenas de cópias, precedeu em alguns anos a concretização de sua existência. Em 1996 ele foi revisto como Apresentação do Projeto Manuelzão e dizia o seguinte: "Do ponto de vista técnico, a Região Metropolitana de Belo Horizonte, com seus rejeitos industriais e esgotos domésticos, constitui-se na grande fonte de agressões ao rio das Velhas. A proposta que trazemos é de mobilização da população e lideranças políticas e empresariais, para tornar a questão da revitalização do rio das Velhas um fato de primeira grandeza no Estado. Este objetivo enquadra-se na concepção mais ampla de meio ambiente e desenvolvimento econômico sustentável com vida saudável. Enumeramos oito pontos importantes na recuperação econômica dos municípios da bacia do Velhas, que viriam por meio da revitalização: 1) combate à fome, pela restituição da fonte de proteínas com o retorno à produção natural de peixes; 2) pequenas atividades comerciais relacionadas com a pesca, envolvendo a população ribeirinha; 3) fonte abundante de água para consumo humano; 4) fonte para dessedentar animais silvestres e da produção animal; 5) fonte de água para irrigação

agrícola; 6) espaço de lazer para as populações desses municípios; 7) hidrovia, pelo menos para o comércio e transporte de pessoas nas pequenas e médias distâncias; 8) turismo. Tudo isto incide na determinação da saúde e desenvolvimento desta região. Hoje, praticamente em toda extensão da bacia, o rio não é capaz de atender a nenhum desses quesitos. Prevalece a lógica da morte."

De novo, em mais um evento histórico, Manuel Nardi, o Manuelzão, estava presente, agora ao lado de estudantes e professores. Foi no dia 7 de janeiro de 1997, em frente ao prédio da Faculdade de Medicina da UFMG, fato registrado fotograficamente. Assim, foi dado início à mobilização da sociedade, adotando o nome atual. Precedeu a Lei Federal nº 9.433/97, que definiu a gestão das águas no Brasil pelos comitês de bacias hidrográficas, sancionada um dia depois.

As experiências geram crises existenciais, dúvidas sobre os conhecimentos herdados e rupturas com compromissos assumidos. Nestas condições surge o desejo e o imaginário da transformação. Foi assim que surgiu a proposta de construção do Projeto Manuelzão. É importante ressaltar que na origem do projeto a experiência política e o conhecimento aprofundado da situação de vida do povo. Não é um projeto meramente acadêmico, mas uma tentativa de colocar a academia a serviço da transformação social e de cada um de nós. Seus fundadores são professores do Internato em Saúde Coletiva da Faculdade de Medicina da UFMG (Internato Rural), calejados no trabalho de campo e de articulação entre prefeituras, envolvendo a Secretaria de Estado da Saúde, levando assistência médica, mobilização social e conceitos de prevenção às comunidades rurais e aos menores municípios de Minas Gerais desde janeiro de 1978.

Em 1997, no momento de sua implantação, questões práticas e conceituais se recolocaram no caminho do Projeto Manuelzão. Era necessário fazer opções gerenciais, financeiras e políticas, e partir para estabelecer contato com o território definido. Surgiram os convênios entre prefeituras e a UFMG, permitindo o envio de estagiários do último ano médico para residirem em toda a bacia do Velhas, supervisionados pelos fundadores do Manuelzão. Conseguimos recurso federal para editar o jornal Manuelzão e adquirir um veículo. Enfim, foi tomando forma o que estava no papel e em nossas cabeças. Situação delicada, pois qualquer descuido poderia sepultar a proposta nascente, que enfrentava resistências diversas.

Marco conceitual e prático

A definição de um território coerente com a natureza de nossa proposta, onde pudéssemos desenvolver nova práxis, foi um passo fundamental. Tendo em vista a percepção da importância do saneamento como determinante positivo de saúde, com grande impacto no atendimento pelo Sistema Único de Saúde (SUS), intuímos que uma ação inicial neste sentido teria grande repercussão para a saúde da população, e nos introduziria no campo da saúde coletiva, com a possibilidade de obter resultados palpáveis. Esta temática levou a descobrir a importância da água, evidenciada em cada discussão sobre lixo, esgotos e doenças infecto-contagiosas. Havia um território demarcado pelas águas, a bacia hidrográfica, unindo a população de uma região e não sendo reconhecido pela divisão político-administrativa do país. Afirmamos este território como base de planejamento e operacionalização, caindo fora do municipalismo e do medicinismo na estratégia por saúde coletiva. Em 1998, agradecendo uma homenagem da Serviço de Limpeza Urbana responsável pela gestão dos resíduos sólidos de Belo Horizonte, nos referimos aos lixeiros e aos demais funcionários do saneamento como trabalhadores da saúde e aos funcionários de hospitais como trabalhadores com doentes. Num outro aspecto, apesar de afirmarmos o território de bacia hidrográfica, a inércia trabalhava para manter o território municipal como a grande referência, e nossos primeiros comitês Manuelzão tiveram caráter municipal. Isto os inviabilizava no cipoal das intrigas eleitorais do poder local. Os comitês Manuelzão são uma instância de poder em afirmação, e tem como base a mobilização social em todos os afluentes e subafluentes do rio das Velhas. Participam dele, em caráter paritário, para a gestão descentralizada e democrática das águas no território da bacia hidrográfica, três segmentos distintos: empresários usuários de água, associações civis com interesse nesta gestão e órgãos de governo. Nossos comitês só se desenvolveram plenamente quando assumiram plenamente, e em todas as conseqüências, o território de bacia, e não de bairro, escola, distrito ou município. Como se sabe, os municípios se originaram do sistema das capitanias hereditárias, por obra e graça do rei de Portugal. Do seu desmembramento em sesmarias e grandes fazendas, processo sem preocupação com a racionalidade ambiental, surgiu mais tarde a divisão político-administrativa do país, em função do domínio dos grandes proprietários rurais e dos processos eleitorais montados em função desses interesses. O trabalho de gestão das águas tem racionalidade, planejamento e

objetivos de outra natureza. Uma das principais razões da gestão do território pelos três segmentos, na estrutura dos comitês, é que as águas dependem da mentalidade que dirige o processo de uso e ocupação do solo, e da necessidade de negociações entre os diversos atores sobre os limites sociais de seus interesses e atividades, com base no respeito à legitimidade de todos.

Nossos conceitos foram abrindo caminho nos embates diários, nas palestras e nas mídias. Saúde, meio ambiente e cidadania foram se afirmando como nosso lema. Desde o início percebemos que uma dimensão política maior impregnava nossa proposta, sendo nossa concepção de saúde coletiva apenas parte dessa dimensão, a mais diretamente vinculada ao nosso trabalho profissional, que nos exigia respostas imediatas.

Com a definição do território e do eixo temático, percebemos a necessidade de definir os indicadores de avaliação da evolução de nossa proposta. A água trouxe mais este presente: o peixe seria o principal indicador da qualidade das águas e do meio ambiente no território da bacia do rio das Velhas, permitindo avaliar os resultados obtidos em nosso trabalho. Nesta concepção, a biota das águas de uma bacia, simbolizada pelo peixe, refletiria a qualidade do uso e ocupação do solo e a situação dos ecossistemas do conjunto desse território drenado e irrigado por chuvas e rios. A água foi se afirmando como "sangue da Terra" e como eixo metodológico de monitoramento, mobilização e avaliação do nosso trabalho, trazendo o indicador de saúde mais geral, o peixe. Peixe este representando a biodiversidade histórica dos ecossistemas regionais da bacia, qualidade de vida e de meio ambiente.

Nas atuais condições históricas da bacia hidrográfica do rio das Velhas, a qualidade ambiental das atividades agro-silvo-pastoris, mineações, industriais e de expansão urbana, refletida nas águas e avaliada na qualidade de sua fauna ictiológica e bentônica, mostraria também a mentalidade cultural dessa sociedade. Esta hipótese foi fundamental para o direcionamento de nossas atividades e construção do Projeto Manuelzão. Construímos assim um sistema de referência e de avaliação da qualidade de vida da população e da mentalidade cultural do território, com indicadores compatíveis com uma nova conceituação política e ambiental de saúde coletiva e qualidade de vida, integrando mundo social, geológico, flora e fauna. Levamos às últimas conseqüências nossa vinculação ao pensamento sistêmico e transdisciplinar, criticando com esta práxis modelos acadêmicos

centrados em disciplinas e departamentos onde prevalecem estímulos ideológicos e critérios burocráticos de carreira, incompatíveis com uma saudável relação com a sociedade e o desenvolvimento científico independente.

A região da bacia hidrográfica do rio das Velhas saltou aos nossos olhos pela simples consulta ao mapa. Ela vai de Ouro Preto até Barra do Guaicuí, no rio São Francisco, e inclui todo o município de Belo Horizonte, onde se situa a sede da UFMG. Permite incorporar a maior parte da região metropolitana às regiões mais distantes do interior, integrando ecossistemas regionais e realidades sociais, como mata atlântica e cerrado, áreas industrializadas e o sertão. Tornaria possível uma participação maior da UFMG em diversos projetos integrados de pesquisa, extensão e ensino, com foco numa região e se comprometendo com resultados e a participação da sociedade, a custo reduzido para a UFMG. O Projeto Manuelzão se esforça para atrair a participação de professores e alunos de todas as unidades, departamentos e disciplinas em torno de um objetivo comum, articulando a sociedade e a academia.

A opção de ter como objeto uma bacia hidrográfica reside no fato de que ela representa uma unidade de diagnóstico, de planejamento, de organização, de ação e de avaliação de resultados. A bacia permite integrar natureza e história, meio ambiente e relações sociais, possibilitando que um complexo sistema social seja referenciado na biodiversidade dos corpos d'água da bacia.

O objetivo operacional pontual comum do Projeto Manuelzão está na volta dos peixes às águas da bacia do Velhas. Ele é fundamental por ser simples, complexo, mobilizador, científico e popular ao mesmo tempo; correlaciona e permite equacionar todo o complexo sistema natural e social de uma bacia hidrográfica. É uma alavanca fundamental da estratégia de ação e da afirmação do pensamento sistêmico. Permite, exige e assegura a possibilidade de êxito de uma ação transdisciplinar, transetorial e interinstitucional num espaço definido. Foi fundamental coroar a escolha do território e do eixo temático com a definição clara do objetivo operacional pontual comum. Comprovamos o acerto desta escolha por meio de diversas pesquisas da ictiofauna da bacia do Velhas, que mostram a sobrevivência de mais de 100 espécies de peixes e apontam o impacto negativo da Região Metropolitana de Belo Horizonte sobre o rio das Velhas como o principal responsável pela atual situação.

Mas o grande objetivo conceitual geral do Projeto Manuelzão é a transformação da mentalidade cultural da nossa sociedade, de alcance muito mais abrangente. Há aqui uma manifesta e inextricável conexão entre história natural e história da sociedade humana, entre ação local e pensamento global. A crise ambiental, que se tornou uma realidade globalmente percebida e começou a mobilizar setores sociais importantes do mundo ocidental mais rico, no último quartel do século XX, colocou em discussão conceitos como desenvolvimento sustentável, pobreza, aquecimento global, qualidade e quantidade da água doce disponível, qualidade do ar e dos alimentos. O planeta Terra começou a ser percebido como frágil diante da sistemática ação humana sem sustentabilidade social, econômica e ambiental, numa escala cada vez mais intensa, por força do aumento do consumo, da população e do crescente poderio tecnológico. E as águas foram se destacando como elemento natural mais sensível revelador da crise ambiental e eixo de integração do conjunto de fenômenos produzidos pela relação homem natureza. A água assume um papel metodológico e transcendente no parto de uma nova mentalidade cultural, eixo de um movimento político por uma ordem social e econômica mundial democrática e sustentável. Assumimos nosso caráter plenamente político e universal, optando por reivindicar os direitos políticos da sociedade prejudicados por estruturas burocráticas. O fim do monopólio partidário das eleições e da governança está se constituindo numa destas reivindicações.

A água como eixo de mobilização, como referência universal de avaliação ambiental, instrumento de monitoramento e de solução da crise ambiental integrando sistemas e pessoas, está contribuindo para o renascimento do pensamento sistêmico na interpretação dos fenômenos, na gestão ambiental das águas e no planejamento econômico. Trata-se de papel metodológico e filosófico. Porém mais importante ainda foi perceber a possibilidade de avaliar a mentalidade cultural da sociedade que vive nesta bacia a partir do monitoramento biológico das águas. Isto significa a possibilidade de integrar conceitos próprios da história natural e conceitos próprios da história social num mesmo modelo interpretativo. Conforme Einstein: "Quanto maior for a simplicidade das suas premissas, maior será a teoria. Quanto maior for o número de tipos de coisas diferentes que relatar, mais extensa será a sua área de aplicação". A teoria do Projeto Manuelzão se desenvolveu neste sentido.

Em 1997, o professor do Instituto de Ciências Exatas da UFMG, Francisco César de Sá Barreto, nos deu importante declaração de apoio. Ele foi Reitor da UFMG no período 1998/2002; foi presidente da Sociedade Brasileira de Física e é membro titular da Academia Brasileira de Ciências. Recentemente, solicitamos que nos enviasse uma avaliação do Projeto Manuelzão, rememorando sua declaração e dele recebemos o seguinte texto: "O raio emitido durante uma tempestade, o contorno da costa brasileira, a folha de samambaia renda-portuguesa, terremotos na Califórnia, o batimento de um coração saudável, o movimento financeiro das ações na bolsa de valores, são acontecimentos ou fenômenos que possuem características comuns. São sistemas complexos, caóticos, que apresentam propriedades de auto-similaridade e auto-organização e possuem dimensões geométricas fractais. Fenômenos dessa natureza podem ser construídos ou simulados a partir de regras muito simples e, em geral, possuem uma variável de controle, a mais relevante, que é responsável pelo seu comportamento. A projeção das demais variáveis nesta variável de controle permite o acompanhamento da evolução do sistema complexo. A volta do peixe ao rio, mote do Projeto Manuelzão, é a expressão-síntese que representa um sistema complexo, a bacia hidrográfica do rio das Velhas, um sistema integrado e diversificado, cuja variável relevante é o peixe. Se o peixe volta ao rio, tudo mais acontece, acompanhando simultaneamente, ou quase, esse retorno, da mesma forma que muitos fenômenos aconteceram antes, fazendo o peixe desaparecer. Toda a região se organiza nos mais diferentes aspectos: sociais, administrativos, políticos, econômicos, ecológicos, educacionais, nas suas tradições folclóricas, etc. É um sistema integrado, apesar de diversificado; um sistema complexo funcionando na sua criticalidade; um sistema cujo comportamento global é definido a partir do peixe de volta ao rio. O Projeto Manuelzão é um exemplo de sucesso a ser seguido, um exemplo de complexidade tão comum na natureza."

O texto do professor Francisco César sobre a proposta do Projeto Manuelzão converge com Einstein: "O físico teórico necessita primeiramente de captar da natureza princípios gerais a partir dos quais vai deduzir. A seguir, e só a seguir, têm importância, para ele, os fatos particulares da experiência. Não há método definido para buscar os princípios, eles são detectados por meio dos grandes conjuntos de fatos experimentais e aí explicitados".

Reflexões sobre o processo de criação do Projeto Manuelzão

Começamos a dizer na Faculdade de Medicina: saúde não é uma questão basicamente médica; é basicamente qualidade de vida. A ideologia da indústria da doença é hegemônica no curso médico e em toda a sociedade; confunde-se saúde com assistência médica; a indústria da doença fatura com esse tipo de SUS e se vende como promotora de saúde ao lado dos planos de seguro médico. A volta do peixe ao rio das Velhas é o indicador de saúde mais importante nesse território no momento. O SUS real representa a assistência médica no quadro do *apartheid* social e mostra os limites da saúde pública brasileira; o SUS constitucional é a utopia da saúde coletiva que não se concretiza por razões de ordem social e política. Na produção animal e na veterinária, saúde animal é que dá lucro, pois significa conquistar mercados de carne, ovos, leite e pele, enquanto na sociedade humana a promoção de saúde não tem viabilidade política e de mercado no sistema internacional. Saúde está associada com qualidade de vida, e qualidade de vida é incompatível com o modelo de desenvolvimento econômico-social sugerido ao Brasil pelos organismos internacionais.

Essas declarações causaram estranhamento sobretudo por estarem acompanhadas de uma crítica à forma de funcionamento do SUS, cujo limite prático coincide com as limitações conceituais e políticas da Saúde Pública brasileira. Cresceu o estranhamento quando afirmamos que, nas condições históricas do rio das Velhas, os peixes, simbolizando sua biota, poderiam ser considerados importantes indicadores ambientais e de saúde coletiva nessa bacia hidrográfica.

No ensino médico a água é abordada ora como substância química, ora como produto distribuído por empresas de saneamento, ora como diluente dos sais que compõem o meio interno dos seres vivos. Escapando do aprisionamento imposto pelo pensamento disciplinar ou setorial, fizemos a descoberta de outras dimensões que a água poderia assumir, a partir de suas características naturais. Isto foi fundamental para equacionarmos a nossa problemática conceitual visando um projeto de transformação social, assumindo a água papel de referencial metodológico e eixo de mobilização e de monitoramento. A água em nossa leitura passou também a refletir a nossa mentalidade cultural; elemento sensível, ela está assumindo papel transcendental na superação da crise ambiental e na transformação cultural

ensejada por este processo. Em nossa cultura a água dos rios foi convertida em lixeira e esgoto, ironicamente como solução "sanitária". A água está refletindo o desajuste de nossa cultura e das relações sociais que construímos.

Também o lixo não faz parte do cardápio do ensino médico no Brasil, mesmo em disciplinas tão afins como bioquímica, parasitologia, saúde coletiva, medicina preventiva, clínica geral de adultos e de crianças. Estranho, mas compreensível. O fundamento da universidade está nas disciplinas, nos departamentos, no ensino compartimentado. Certas conexões importantes ficam esquecidas, ou sem efeito prático, diante da ausência de enunciados conceituais claros do objeto e do objetivo da formação médica, ou mesmo das limitações desses enunciados. Nós estamos procurando preencher essa lacuna e isto é uma de nossas contribuições.

Saneamento é visto como coisa de engenheiro ou de lixeiro, embora estes não se considerem trabalhadores da saúde. Já os médicos, que são considerados profissionais da saúde, pois no âmbito do Ministério da Saúde, trabalham as doenças, enquanto setor assistencial. Tal quadro é a explicitação institucional de nossa mentalidade fragmentada. Saúde tem caráter sistêmico, seria função de todo um Governo da Saúde, de seu planejamento econômico, junto com a sociedade; não se enquadra num setor, seja ministerial, empresarial ou técnico. Nos seguros de assistência médica o termo plano de saúde é propaganda enganosa.

A criação do Projeto Manuelzão nos autoriza a fazer algumas reflexões em teoria do conhecimento, quando se trata de romper com uma visão anterior e fazer autocrítica. Ele nasceu da necessidade de equacionar os elementos de uma crise prática e conceitual que nos tornava insatisfeitos com os parâmetros de nossa rotina intelectual, política e profissional, de cidadãos e professores de medicina, e do desejo de criar algo novo no campo do conhecimento. Para romper com a velha prática passamos por um período com dúvidas e incompreensões, embora a alegria da descoberta nos trouxesse grande disposição para transpor barreiras. Este processo de mudança de referenciais nos faz hoje pensar sobre os mecanismos de funcionamento de nosso cérebro e das características de nossa prática social, que nos prendem a coisas passadas. É muito difícil romper com nossas próprias idéias antigas, ficando a busca da verdade subordinada a esquemas ultrapassados de pensamento e ação.

Aprendemos que é necessário agir periodicamente "descarregando" do nosso cérebro o excedente de conhecimento que nele está armazenado e que torna lento e dependente seu funcionamento. O essencial não o abandona, é importante ressaltar, mas o "descarrego" permite dar asas à imaginação, tornando possível novas descobertas, a abertura de campos ainda obscuros e nossa própria contribuição ao conhecimento novo. Vimos que há também outros jugos metodológicos a sacudir, pois o conhecimento nasce do interesse em resolver problemas inerentes às atividades humanas, e estas questões estão socialmente determinadas ou condicionadas. Daí a relevância dos cuidados metodológicos e do desenvolvimento da consciência autocrítica de nossos condicionamentos históricos e culturais. Significa a necessidade de adquirir consciência sobre o processo de formação de nossa própria consciência, contextualizando-a.

Com a criação da memória artificial e do tratamento de dados a partir dos programas de computadores, expandimos as possibilidades de nosso cérebro em direção ao infinito, no armazenamento e rápido tratamento de dados. Não precisamos nem podemos ficar competindo com o computador, ocupando nosso cérebro com funções menos importantes de mero armazém de conhecimentos e de máquina de processar dados. Grandes pensadores como Ticho Brahe, Copérnico, Newton, Einstein foram obrigados a memorizar e a fazer operações e tabelas que hoje um computador está preparado para fazer melhor que eles, e num tempo infinitamente mais curto. Mas que não podem fazer as perguntas que fizeram, tirar as conclusões ou formular os princípios que foram capazes.

Até agora, somente o cérebro humano tem sido capaz de estabelecer, de forma livre e potencialmente ilimitada, hipóteses e conexões imaginárias, intuindo e deduzindo a partir da observação e da experiência. Nosso campo privilegiado é o da livre imaginação e formulação de hipóteses, do acúmulo cultural e de sabedoria. Conforme Albert Einstein declarou em entrevista ao jornal The Saturday Evening Post, na edição de 26 de outubro de 1929, a imaginação é superior ao conhecimento. Entre os fatores que nos moveram na fundação do Projeto Manuelzão estava uma exigência ética de declaração política da UFMG sobre a sua realidade particular e a do país. Diante das dificuldades salariais e de verbas as pesquisas e os cursos de extensão voltaram-se para o atendimento disperso de demandas de consultoria, prestação de serviços ou se adequando a editais de pesquisa, num esforço de captação de

recursos para a universidade. Isto em detrimento da excelência do conhecimento e da liberdade de pensamento acadêmico que fosse mais amplamente comprometido com a emancipação social e política do país. Esta situação fragmenta o pensamento, a identidade e o papel da universidade, desorientando o conteúdo do ensino, da extensão e da pesquisa. Esta situação é agravada pela concepção disciplinar e departamental da universidade que cria obstáculos metodológicos para a abordagem sistêmica das questões socioambientais. Nós nos propusemos a superar esta tendência, afirmando os princípios da universidade pública gratuita, de excelência e comprometida com o interesse público.

O paradigma antrópico de domínio da natureza ignorou duas questões: que a natureza associa o ser humano ao restante da fauna e flora; e que as atuais relações sociais excluem a maioria dos seres humanos das conquistas sociais e técnico-científicas, cassando suas cidadanias e o direito à saúde. Nestas relações, somente o dinheiro confere cidadania. Este paradigma entrou em confronto antagônico agudo com o ambiente e a sociedade, ameaçando a vida da atual e das futuras gerações. As doenças são sinais e sintomas de uma crise paradigmática e o estoque de saúde na sociedade é politicamente promovido.

O governo do Canadá, na década de 1980, interessado em saber onde investir os recursos públicos para a obtenção de melhores níveis de saúde para a população, motivado pelo movimento denominado Promoção da Saúde, elaborou uma pesquisa para conhecer quais eram os principais determinantes que causariam impacto sobre o perfil das doenças. O resultado demonstrou que o meio ambiente tinha uma relação mediata ou imediata com 60% dos agravos à saúde, a alimentação representava 25% e a assistência médica tinha um impacto de somente 5%.

Desde então, vem crescendo em escala mundial, o conceito de que a saúde decorre muito mais da qualidade de vida que das intervenções médicas, sendo o próprio avanço do saber médico e da biologia, que avaliza esta conclusão, como a questão da manifestação das possibilidades genéticas.

A crítica do SUS

Um dos impulsos para criar o Projeto Manuelzão foi a percepção crítica da relação do SUS com a questão da saúde. Sentíamos a necessidade de mudar o SUS para viabilizá-lo como sistema decente. Sua origem tem um

viés, pois foi viabilizado não apenas pela força do movimento social, mas pelo proveito que deste fizeram os *lobbies* da "indústria da doença". Tal indústria é a única do sistema capitalista a ter 100% do mercado garantido por lei do estado brasileiro ao garantir a assistência universal. Esta hegemonia ideológica da "indústria da doença" está perpetuando um modelo social excludente incompatível com a saúde coletiva. Caso o objetivo fosse realmente saúde, e não a assistência médica, obteríamos melhores resultados com o direito universal à alimentação, à moradia, à escola pública, mesmo em detrimento da assistência médica, cuja propalada universalidade e equidade pelo SUS não passa de delírio de gestores não-usuários do sistema. Isto só foi possível pela natureza ambígua das teorias ou ideologias subjacentes à proposta da Reforma Sanitária, que, na prática, considera saúde como uma "questão médica" com base em princípios como da municipalização da gestão e da universalidade assistencial, enquanto modernização do Estado, mas com conteúdo conservador. A clara contradição entre a declaração da proposta constitucional do SUS (SUS legal) e o sistema erigido na prática na verdade atesta que a ambigüidade da gestão está associada à fraqueza teórica da Reforma Sanitária que em nenhum momento fez a distinção radical e necessária entre saúde pública e saúde coletiva. Isto pode ser conferido no Título Oitavo da Constituição Federal, sobretudo nos artigos 196 e 200, na Lei Federal 8080/90 e nas Normas Operacionais Básicas do Sistema Único de Saúde de 1996 (NOB- 96), capítulo 3. Fica claro a dissociação entre a excelência da declaração constitucional e o sistema que está sendo erigido. Já se pode falar em interesses corporativos da burocracia do SUS, contrários aos interesses da sociedade. Sua proposta é complemento do sistema financeiro internacional e da divisão internacional do trabalho, que vem há décadas ou séculos estrangulando as economias mais frágeis por meio de regras injustas de comércio internacional, de políticas tecnológicas e da política financeira.

O SUS trata saúde como objetivo setorial de um ministério ou de uma secretaria, mostrando o caráter limitado da própria racionalização administrativa gerada pela reforma. A ausência do pensamento sistêmico na abordagem deste processo social impede-o de incorporar o caráter amplo da questão saúde. A questão assistencial, esta sim, é setorial. A questão da crise ambiental ainda não foi internalizada pelo SUS, haja vista o que está acontecendo com o Programa de Saúde da Família, reproduzindo a prática do tradicional atendimento no posto médico. O SUS não pode continuar sendo a medicina do "apartheid" social brasileiro, nem manter a incoerência

de ser gerido por pessoas não-usuárias, que não confiando no sistema que dirigem contratam para suas famílias planos de assistência médica privados. O que não é bom para eles é receitado para a população. O pensamento hegemônico nesse setor do poder é o mesmo desde os últimos governos militares até hoje, e sendo a racionalidade de Estado, sobrevive a qualquer governo de "direita" e de "esquerda".

Daí a importância da discussão nos marcos da saúde coletiva, introduzida pela abrangência da questão ambiental e da promoção da saúde. Em vez de ministério da saúde e governo da doença, ministério da assistência e governo da saúde. E que a solidariedade dirija a construção de nossa sociedade em escala mundial.

Meta 2010 – navegar, pescar e nadar no rio das Velhas na região metropolitana de Belo Horizonte

Concretamente, estamos empenhados na Meta 2010, que é um compromisso celebrado entre atores governamentais, da sociedade civil e empresários, e que tem como objetivo navegar, pescar e nadar no rio das Velhas, em sua passagem pela região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), até o ano de 2010. Para tanto, será necessário enquadrar a qualidade desse trecho do rio na Classe II, padrão do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). A intervenção, além da RMBH, inclui a bacia do rio Cipó, por motivos ligados à recuperação dos ecossistemas aquáticos próximos a Belo Horizonte.

A meta exige que interesses e sonhos dos vários segmentos socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio das Velhas sejam articulados, com a determinação estratégica de, agindo em seu pior trecho, beneficiar todo o rio.

Trata-se de meta ousada, mas tecnicamente viável, que marcará a história de Minas Gerais. Para sua realização será importante o incentivo à mobilização de toda a comunidade da bacia, o estabelecimento de parcerias público-privadas, o fortalecimento do planejamento estratégico considerando-se, sempre, como espaço geográfico de ação, a bacia hidrográfica, que ultrapassa o território dos municípios. A lógica exclusivamente municipalista não permite resolver as questões ambientais da bacia. A Meta 2010 significa

salvar o conjunto da bacia do rio das Velhas, significa não pulverizar recursos públicos e privados.

A Meta 2010, que expressa a crença em novos tempos, é fruto do movimento social, do Projeto Manuelzão, do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio das Velhas, do governo de Minas Gerais, prefeituras, empresários, fazendeiros etc. Esse objetivo comum envolve uma série complexa de ações transdisciplinares, transinstitucionais e transetoriais.[1]

RESUMO

O objetivo operacional pontual comum do Projeto Manuelzão está na volta dos peixes às águas da bacia do rio das Velhas. Por esse caminho estamos viabilizando melhor qualidade de vida, promovendo a saúde coletiva e a cidadania em nossa região de trabalho, com uma nova estratégia de atuação. O objetivo operacional definido foi fundamental por ser simples, mas também complexo, mobilizador, científico e popular ao mesmo tempo; correlaciona e permite equacionar todo o complexo sistema natural e social existente nessa bacia hidrográfica. É a principal alavanca da estratégia de ação e da afirmação do pensamento sistêmico. Permite, exige e assegura a possibilidade de êxito de uma ação transdisciplinar, transetorial e interinstitucional num espaço definido. Foi fundamental coroar a escolha do território e do eixo temático com a definição clara do nosso objetivo. Comprovamos o acerto desta escolha por meio de diversas pesquisas que apontam o impacto negativo da região metropolitana de Belo Horizonte sobre o rio das Velhas como o principal responsável pela atual situação. Mas o objetivo conceitual geral do Projeto Manuelzão é a transformação da mentalidade cultural da nossa sociedade, de alcance muito mais abrangente.

---

[1] O enquadramento dos corpos d'água definido pela Resolução Federal Conama 020/86 e pela Deliberação Normativa 010/86 do Copam-MG:
Classe Especial: Abastecimento doméstico, sem prévia ou simples desinfecção; preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas.
Classe I: Abastecimento doméstico, após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho); irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe II (1) abastecimento doméstico, após tratamento convencional; (2) proteção das comunidades aquáticas; (3) recreação de contato primário (natação, esqui-aquático e mergulho); (4) irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; (5) criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

Há nesse contexto uma manifesta e inextricável conexão entre história natural e história da sociedade humana, entre ação local e pensamento global. Concretamente, estamos empenhados na Meta 2010, que é um compromisso celebrado entre atores governamentais, da sociedade civil e empresários, que tem como objetivo navegar, pescar e nadar no rio das Velhas, em sua passagem pela região metropolitana de Belo Horizonte, até o ano de 2010. A meta inclui também a preservação da bacia do rio Cipó, o afluente que com suas águas límpidas e seu rico ecossistema aquático poderá promover a revitalização do rio das Velhas.

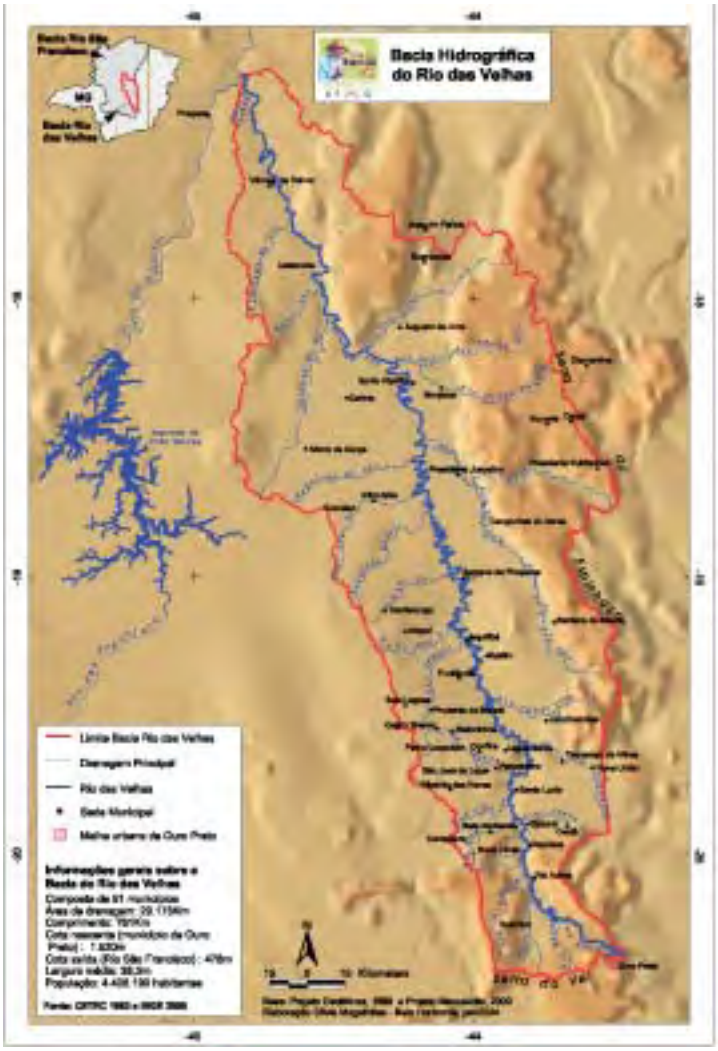


Figura 1. Mapa bacia do rio das Velhas

Quadro 1. Densidade demográfica e percentual de urbanização dos municípios da bacia no ano de 2000.

	Municípios	Densidade demográfica (hab/km²)	Grau de urbanização (%)
Alto rio das Velhas	Belo Horizonte	6.778,69	100
	Contagem	2.767,86	99,13
	Itabirito	69,65	92,99
	Nova Lima	150,28	97,9
	Ouro Preto	53,08	84,93
	Raposos	199,59	94,16
	Rio Acima	33,61	85,87
	Sabará	381,28	97,7
	Média	1.304,26	94,09
Médio rio das Velhas	Araçaí	11,57	82,1
	Baldim	14,66	59,08
	Caeté	66,94	87,21
	Capim Branco	83,61	90,46
	Conceição do Mato Dentro	10,8	57,07
	Confins	117,11	64,06
	Congonhas do Norte	12,26	45,44
	Cordisburgo	10,36	66,74
	Curvelo	20,53	87,68
	Esmeraldas	51,75	81,08
	Funilândia	16,35	48,52
	Inimutaba	11,45	66,71
	Jaboticatubas	12,12	52,59
	Jequitibá	11,61	31,62
	Nova União	31,59	26,33
	Lagoa Santa	165,06	93,46
	Matozinhos	119,07	91,71
	Morro da Garça	7,16	54,83
	Paraopeba	32,66	84,79
	Pedro Leopoldo	184,02	80,58
	Presidente Juscelino	6,23	40,19
	Prudente de Morais	65,96	95,53
	Ribeirão das Neves	1.602,69	99,41
	Santa Luzia	788,43	99,62
	Santana de Pirapama	6,85	33,59
	Santana do Riacho	5,52	46,22
	São José da Lapa	306,81	59,36

	Municípios	Densidade demográfica (hab/km²)	Grau de urbanização (%)
Médio	Sete Lagoas	342,64	97,79
	Taquaraçu de Minas	10,61	39,47
	Vespasiano	1.076,67	98,42
	Média	173,44	68,72
Baixo rio das Velhas	Augusto de Lima	4,13	47,66
	Buenópolis	6,47	71,76
	Corinto	9,73	87,39
	Datas	16,24	52,02
	Diamantina	11,41	85,35
	Gouveia	13,31	66,22
	Joaquim Felício	4,91	60,02
	Lassance	2,04	49,97
	Monjolos	3,93	54,91
	Pirapora	91,58	98,17
	Presidente Kubitschek	15,62	58,86
	Santo Hipólito	8,06	60,98
	Várzea da Palma	14,25	87,33
	Média	15,51	67,74

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000
Elaboração: Fundação João Pinheiro (FJP), Centro de Estatística e Informações (CEI)

Quadro 2. Índices demográficos e sanitários dos municípios da bacia do rio das Velhas.

Indices	**Alto rio das Velhas**	**Médio rio das Velhas**	**Baixo rio das Velhas**
Número de municípios	8	30	13
População	3.082.407 hab. (IBGE,2000)	1.121.337 hab. (IBGE,2000)	202.446 hab. (IBGE,2000)
Percentual da população urbana (média)	94.09%	68,72%	73.92 %
Percentual da população abastecida por rede geral de água.	98,42%	88,60%	83,95%
Percentual da população abastecida por rede geral de esgoto.	88,37%	57,05%	27,99%
Número de ETE existentes	1	4	1 (não operando)

Indices	Alto rio das Velhas	Médio rio das Velhas	Baixo rio das Velhas
Número de municípios que drenam os esgotos diretamente em cursos d'água	8	27	13
Percentual da população servida por coleta pública do lixo	97,21%	76,57%	69,75%
Número de municípios que depositam o lixo em aterro sanitário	5	0	0
Número de municípios que depositam o lixo em lixões	3	30	13

Fonte: Projeto Manuelzão – Saúde e ambiente na bacia do rio das Velhas, 2003.

Quadro 3. Fatores determinantes da degradação das águas da bacia do rio das Velhas.

I – Resíduos sólidos	Industriais Agrícolas e da produção animal Domésticos
II – Esgoto e efluentes	Industriais Agrícolas e da produção animal Domésticos
III – Uso e ocupação do solo	Mineração Parcelamentos e loteamentos Urbanização Desmatamento Agricultura e produção animal
IV – Mentalidade cultural	Ausência de visão sistêmica Edificação das cidades dentro de visão antropocêntrica restrita Falta de compromisso com a sustentabilidade

Referências

LISBOA, Apolo Heringer. *Projeto Rio das Velhas*. Projeto apresentado à Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de Minas Gerais. [Belo Horizonte], 1990. 12 f. Manuscrito.

CALAPRICE, Alice. *Assim falou Einstein*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1998.

POLIGNANO, Marcus Vinicius et al. *Saúde e ambiente*: Bacia do Rio das Velhas. Projeto Manuelzão. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2003. Manuscrito.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Revista dos Tribunais*, São Paulo, 2002. 776 p.

Reforma universitária: o Plano Nacional de Pós-Graduação, 2005-2010

Emídio Cantídio de Oliveira Filho[*]

Introdução

É legítimo apontar que o futuro da pós-graduação deverá ser marcado por seu crescimento, pelo aumento global da produtividade do sistema, pela diversificação, por sua maior e constante qualificação e, finalmente, por sua definitiva institucionalização.

Nos últimos anos (1996-2004) o sistema nacional de pós-graduação cresceu a uma taxa geométrica anual de 8,6%, representando um exemplo de eficiência desse sistema, em especial quando se considera que o crescimento ocorreu principalmente nas instituições de ensino superior públicas, onde os investimentos orçamentários do Estado foram muito aquém das reais necessidades daquelas instituições.

É possível, também, identificar requisitos básicos para a construção desse futuro. A expansão requer aumento dos recursos disponíveis para o financiamento da pós-graduação. Esse aumento não virá, no entanto, sem diversificação das fontes, pois não é razoável esperar que apenas o poder público, sobretudo o federal, banque esta expansão. As modalidades de apoio financeiro, por sua vez, precisam ser redesenhadas tendo em vista as diversas situações e realidades características na pós-graduação hoje.

O Plano Nacional de Pós-Graduação – PNPG 2005-2010 – incorpora o princípio de que o sistema educacional é fator estratégico no processo de

[*] Emidio Cantídio de Oliveira Filho é professor adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo.

desenvolvimento socioeconômico e cultural da sociedade brasileira. Ele representa uma referência institucional indispensável à formação de recursos humanos altamente qualificados e ao fortalecimento do potencial científico-tecnológico nacional. Cabe à pós-graduação a tarefa de produzir os profissionais aptos a atuar nos diferentes setores da sociedade e capazes de contribuir, a partir da formação recebida, para o processo de modernização do país. Os dados disponíveis demonstram, sobremaneira, que é no interior do Sistema Nacional de Pós-Graduação que, basicamente, ocorre a atividade da pesquisa científica e tecnológica brasileira.

Em função dos resultados já alcançados, pode-se afirmar que a pós-graduação se constitui numa das realizações mais bem-sucedidas no conjunto do sistema de ensino existente no país. Deve-se ressaltar que o seu desenvolvimento não derivou de um processo espontâneo do aumento da pesquisa científica e do aperfeiçoamento da formação de quadros, mas foi produto de uma deliberada política indutiva, em grande medida concebida, conduzida e apoiada pelo Estado.

O desempenho da pós-graduação encontra-se intimamente ligado a uma mobilização permanente da comunidade acadêmica nacional, bem como a um processo contínuo de integração com a comunidade científica internacional, orquestrado e apoiado pela Capes e CNPq. Ao lado disso, a pós-graduação contou com um planejamento de médio e de longo prazos que, desde cedo, incorporou um adequado sistema de avaliação institucional e financiamento do poder público.

Diante dessas condições de contorno, a sociedade requer do Estado, nos anos que se avizinham, um cuidadoso planejamento das ações promotoras do crescimento continuado do sistema nacional de pós-graduação, preservando sua excelência, porém, com profundas reflexões na busca da eliminação das distorções naturais provocadas pelo seu desenvolvimento acelerado.

A construção de um Plano Nacional de Pós-Graduação, proposto para o período de 2005 a 2010, acontece em um momento efetivamente oportuno quando se discute no país a reforma da universidade, cuja proposta de anteprojeto de Lei Federal foi apresentada recentemente pelo Ministério da Educação, para o debate e contribuição por todos os segmentos da sociedade brasileira.

A IMPORTÂNCIA DOS PLANOS ANTERIORES

Se a Lei 5.540/68 e os Pareceres 977/65 e 77/69, do antigo Conselho Federal de Educação, tiveram muita importância na definição conceitual e na moldura legal da pós-graduação, os Planos Nacionais de Pós-Graduação constituíram-se em outro elemento essencial na construção e desenvolvimento desse sistema.

Encontrava-se subjacente nos três Planos Nacionais de Pós-Graduação (PNPGs) o entendimento de que a pós-graduação deveria tornar-se objeto de planejamento e financiamento estatais, considerando-a como subsistema do conjunto do sistema educacional. De fato, os PNPGs imprimiram uma direção macropolítica para a condução da pós-graduação, por meio da realização de diagnósticos e de estabelecimento de metas e de ações. Não se pode esquecer também que os PNPGs encontravam-se articulados com um amplo sistema de financiamento governamental de ciência e tecnologia.

Deve-se assinalar que as diversas ações implementadas a partir de orientações dos PNPGs permitiram o desenvolvimento da Pós-Graduação e do Sistema de Ensino Superior, tais como:

• integração da pós-graduação no interior do sistema universitário, institucionalizando a atividade de pesquisa em diversas instituições;

• aumento da capacitação do corpo docente do ensino superior, por meio de programas direcionados para essa finalidade;

• construção de um amplo sistema de bolsas no país e no exterior, que tem contribuído para a qualificação e reprodução do corpo docente e de pesquisadores;

• estruturação de uma política de apoio financeiro aos programas de pós-graduação;

• participação sistemática de representantes da comunidade acadêmica nos processos de formulação da política de pós-graduação;

• implantação de um sistema nacional de avaliação dos programas realizado por meio de julgamento de pares;

• integração do ensino à pesquisa, estabelecendo-se um número limitado de disciplinas articuladas com as respectivas linhas de pesquisa dos cursos;

- criação de um eficiente sistema de orientação de dissertações e de teses;
- fortalecimento da iniciação científica; e,
- articulação da comunidade acadêmica nacional com relevantes centros da produção científica internacional.

O resultado dessa estrutura acadêmica tem permitido a ampliação significativa da comunidade científica nacional e um expressivo crescimento de sua produção intelectual. A pós-graduação nacional tem exercido ainda um papel dinamizador na ampliação e renovação de campos específicos do saber.

Situação atual da pós-graduação

Os dados da pós-graduação brasileira indicam que todas as áreas do conhecimento apresentaram crescimento expressivo ao longo dos anos, com algumas oscilações, e que a tendência vem sendo nitidamente positiva. Apesar do expressivo aumento no número de cursos e de egressos na pós-graduação, constata-se ainda a necessidade da formação de quadros docentes para atuar nos diferentes níveis de ensino, conforme comentado no item anterior. Alguns aspectos do crescimento da pós-graduação brasileira são destacados a seguir e apresentados em forma de tabelas:

- Entre 1976 e 2004, o número de cursos recomendados pela Capes saltou de 673 para 2.993, o que representa um aumento de 5,6% ao ano. Destaca-se o crescimento do doutorado, que praticamente duplicou no período de 1996 a 2004 (Tabela 1).

Tabela 1. Evolução do Sistema Nacional de Pós-Graduação: número de cursos

Nível	1976 (1/)	1990	1996	2004 (21/maio)	Taxa geométrica (% ao ano)		
					2004/1976 (27a 5m)	*2004/90 (13a 5m)*	*2004/96 (7a 5m)*
Mestrado	490	975	1.083	1.959	5,2	*5,3*	*8,3*
Doutorado	183	510	541	1.034	6,5	*5,4*	*9,1*
Total	**673**	**1.485**	**1.624**	**2.993**	**5,6**	***5,4***	***8,6***

(/1) Ano de início do processo de avaliação dos cursos de pós-graduação pela Capes.
Fonte: Capes/MEC.

Tabela 2. Número de cursos segundo a dependência administrativa

Nível	1976 (1/)	1990	1996	2004 (21/maio)	Taxa geométrica (% ao ano)		
					2004/1976 (27a 5m)	*2004/90 (13a 5m)*	*2004/96 (7a 5m)*
Mestrado	490	975	1.083	1.959	5,2	*5,3*	*8,3*
Doutorado	183	510	541	1.034	6,5	*5,4*	*9,1*
Total	**673**	**1.485**	**1.624**	**2.993**	**5,6**	***5,4***	***8,6***

(/1) Ano de início do processo de avaliação dos cursos de pós-graduação pela Capes.
Fonte: Capes/MEC.

Mestrado, 1996-2004

Tabela 3. Número de cursos segundo a dependência administrativa: doutorado, 1996-2004

Dependência administrativa	1996	2004 (21/maio)	Taxa Geométrica (% aa 1/)	Porcentagens	
				1996	2004 (21/maio)
Federal	230	568	13,0	43	55
Estadual	267	370	4,5	49	36
Particular	44	96	11,1	8	9
Total	**541**	**1.034**	**9,1**	**100**	**100**

(/1) Prazo: 7 anos e 5 meses.
Fonte: Capes/MEC.

• O segmento público é responsável por 82% da oferta dos cursos de mestrado e por 90% dos cursos de doutorado. Por sua vez, o segmento privado cresceu de forma expressiva na pós-graduação, passando de 87 cursos para 346 no mestrado e de 44 para 96 no doutorado, no período de 1996 a 2004 (ver Tabelas 4 e 5);

• O número de alunos matriculados também conheceu um aumento expressivo, uma vez que passou de 37.195 em 1987 para 112.314 em 2003, representando um crescimento de 300% no período (ver Tabelas 4 e 5, na página seguinte);

• O número de titulados no mestrado aumentou em 757% e no doutorado em aproximadamente 932%, no período de 1987 a 2003, como pode ser visualizado nas Tabelas 4 e 5. O crescimento foi expressivo e constante, nos últimos treze anos, tanto no mestrado quanto no doutorado (ver Tabela 6, página 8);

• O aumento dos titulados em mestrado nas instituições particulares ocorreu, sobretudo, nas grandes áreas de: ciências da saúde, multidisciplinar e de ensino, ciências sociais aplicadas e lingüística, letras e artes. Ou seja, em áreas que requerem menores investimentos em infra-estrutura ou têm maior demanda no mercado de trabalho.

• A Tabela 7, a seguir, mostra a evolução do número de docentes na pós-graduação, bem como a relação entre o número de docentes e o número de alunos matriculados em equivalente doutorado (3 alunos de mestrado = 1 aluno de doutorado, para efeito de capacidade de orientação do corpo docente).

Tabela 4. Número de alunos titulados, matriculados e novos, 1987-2003
Mestrado

Ano base	Alunos titulados	Alunos matriculados (1/)	Alunos novos
1987	3.647	29.281	9.440
1988	3.916	31.451	11.548
1989	4.727	32.472	11.432
1990	5.737	37.789	13.014
1991	6.811	37.865	12.768
1992	7.394	38.459	12.560
1993	7.609	39.509	13.633
1994	7.821	43.612	16.218
1995	9.265	46.152	17.746
1996	10.499	45.622	16.457
1997	11.922	47.788	17.570
1998	12.681	50.816	19.815
1999	15.380	57.044	23.837
2000	18.373	61.614	26.586
2001	20.032	65.309	28.074
2002	24.432	68.340	31.566
2003	**27.630**	**72.001**	**35.305**

Fonte: Capes/MEC.
(/1) Matriculados em 31 de dezembro.

Tabela 5. Número de alunos titulados, matriculados e novos, 1987-2003
Doutorado

Ano base	Alunos titulados	Alunos matriculados (1/)	Alunos novos
1987	868	7.914	1.786
1988	921	8.441	2.093
1989	1.047	9.671	2.416
1990	1.302	11.210	2.922
1991	1.489	12.219	3.509
1992	1.766	13.689	3.519
1993	1.803	15.625	4.132
1994	2.113	17.912	4.991
1995	2.528	20.095	5.331
1996	2.985	22.198	5.159
1997	3.620	24.528	6.199
1998	3.949	26.828	6.744
1999	4.853	29.998	7.903
2000	5.335	33.004	8.444
2001	6.040	35.134	9.101
2002	6.894	37.728	9.935
2003	8.094	40.213	11.343

Fonte: Capes/MEC.
(/1) Matriculados em 31 de dezembro.

Tabela 6. Evolução do Sistema Nacional de Pós-Graduação
Número de Alunos Titulados, 1990-2003

Nível	1990	1996	2003	Taxa geométrica (% ao ano)	
				2003/1990 (13 anos)	2003/1996 (7 anos)
Mestrado	5.737	10.499	27.630	12,9	14,8
Doutorado	1.302	2.985	8.094	15,1	15,3
Soma	**7.039**	**13.484**	**35.724**	**13,3**	**14,9**

Fonte: Capes/MEC.

Tabela 7. Docentes na pós-graduação e evolução da relação alunos matriculados/docente orientador, 1987-2003
Regionalidade e áreas do conhecimento

Ano	Docentes (1/) [D]	Alunos Matriculados (dezembro)			Relação [M]/[D]
		Mestrado [Mm]	Doutorado [Md]	Equivalente Doutor M=Md+Mm/3	
1987	13.349	29.281	7.914	17.674	1,32
1988	15.374	31.451	8.441	18.925	1,23
1989	16.323	32.472	9.671	20.495	1,26
1990	17.542	37.789	11.210	23.806	1,36
1991	17.726	37.865	12.219	24.841	1,40
1992	18.405	38.459	13.689	26.509	1,44
1993	19.044	39.509	15.625	28.795	1,51
1994	20.243	43.612	17.912	32.449	1,60
1995	21.247	46.152	20.095	35.479	1,67
1996	23.644	45.622	22.198	37.405	1,58
1997	25.354	47.788	24.528	40.457	1,60
1998	24.412	50.816	26.828	43.767	1,79
1999	28.026	57.044	29.998	49.013	1,75
2000	27.528	61.614	33.004	53.542	1,95
2001	27.766	65.309	35.134	56.904	2,05
2002	30.014	68.340	37.728	60.508	2,02
2003	32.354	72.001	40.213	64.213	1,98

(/1) 1987-1995: Docente permanente. 1996-2003: Total de docentes
Fonte: Capes/MEC.

Apesar do crescimento apontado, persiste uma distribuição desigual dos programas de pós-graduação entre as regiões do Brasil (ver Tabelas 8 e 9), uma vez que a região Sudeste concentra 54,9% dos cursos de mestrado e 66,6% dos de doutorado, seguidos da região Sul (19,6% e 17,1%), Nordeste (15,6% e 10,3%), Centro-Oeste (6,4% e 4,1%) e Norte (3,5% e 1,8%).

Tabela 8. Número de cursos segundo as regiões, 1996-2004
Mestrado

Região	1996	2004 (21/maio)	Taxa Geométrica (% aa [1/])	Porcentagens	
				1996	2004 (21/maio)
Sudeste	685	1.076	6,3	63,3	54,9
Sul	166	384	12,0	15,3	19,6
Nordeste	155	305	9,6	14,3	15,6
Centro-Oeste	53	126	12,4	4,9	6,4
Norte	24	68	15,1	2,2	3,5
Total	**1.083**	**1.959**	**8,3**	**100,0**	**100,0**

(/1) Prazo: 7 anos e 5 meses.
Fonte: Capes/MEC.

Tabela 9. Número de cursos segundo as regiões, 1996-2004
Doutorado

Região	1996	2004 (21/maio)	Taxa Geométrica (% aa [1/])	Porcentagens	
				1996	2004 (21/maio)
Sudeste	450	689	5,9	83,2	66,6
Sul	50	177	18,6	9,2	17,1
Nordeste	22	107	23,8	4,1	10,3
Centro-Oeste	12	42	18,4	2,2	4,1
Norte	7	19	14,4	1,3	1,8
Total	**541**	**1.034**	**9,1**	**100,0**	**100,0**

(/1) Prazo: 7 anos e 5 meses.
Fonte: Capes/MEC.

A análise das taxas de crescimento do número de cursos mostra que o crescimento foi maior na região Norte (15% ao ano), seguido das regiões Centro-Oeste (12%), Sul (12%), Nordeste (9,6%) e o Sudeste (6,3%). Esse crescimento não foi suficiente para alterar as assimetrias existentes entre as regiões e, sobretudo, entre os estados.

Houve expressivo crescimento de cursos em todas as grandes áreas do conhecimento, tanto no mestrado quanto no doutorado (ver Tabelas 10 e 11). No mestrado e no doutorado destacam-se o crescimento das grandes áreas multidisciplinar e ensino e ciências sociais e aplicadas. As ciências da saúde que possuíam o maior número de cursos, entre todas as grandes áreas do conhecimento, foram as que menos cresceram, tanto no mestrado como no doutorado nesse período.

Tabela 10. Número de cursos segundo a grande área do conhecimento, 1996-2004
Mestrado

Grande área do conhecimento	1996	2004 (21/mai)	Taxa geométrica (% aa [1/])	Porcentagens	
				1996	2004 (21/mai)
Multidisciplinares e ensino	25	130	24,9	2,3	6,6
Ciências sociais aplicadas	92	236	13,5	8,5	12,0
Engenharias	119	227	9,1	11,0	11,6
Ciências humanas	146	278	9,1	13,5	14,2
Lingüística, letras e artes	62	110	8,0	5,7	5,6
Ciências biológicas	106	183	7,6	9,8	9,3
Ciências exatas e da terra	136	212	6,2	12,6	10,8
Ciências agrárias	137	208	5,8	12,7	10,6
Ciências da saúde	260	375	5,1	24,0	19,1
Total	**1.083**	**1.959**	**8,3**	**100,0**	**100,0**

[/1] Prazo: 7 anos e 5 meses.
Fonte: Capes/MEC.

Tabela 11. Número de cursos segundo a grande área do conhecimento, 1996-2004

Grande área do conhecimento	1996	2004 (21/mai)	Taxa Geométrica (% aa [1/])	Porcentagens	
				1996	2004 (21/mai)
Multidisciplinares e Ensino	7	32	22,7	1,3	3,1
Ciências Sociais Aplicadas	27	82	16,2	5,0	7,9
Ciências Agrárias	51	121	12,4	9,4	11,7
Ciências Humanas	65	142	11,1	12,0	13,7
Ciências Biológicas	64	131	10,1	11,8	12,7
Engenharias	53	107	9,9	9,8	10,3
Lingüística, Letras e Artes	34	60	8,0	6,3	5,8
Ciências Exatas e da Terra	74	124	7,2	13,7	12,0
Ciências da Saúde	166	235	4,8	30,7	22,7
Total	**541**	**1.034**	**9,1**	**100,0**	**100,0**

[/1] Prazo: 7 anos e 5 meses.
Fonte: Capes/MEC.

ASSIMETRIA DO SISTEMA

O Sistema Nacional de Pós-Graduação apresenta enormes assimetrias no seu funcionamento, tanto do ponto de vista regional, intra-regional e entre estados, como também no que concerne à evolução de várias áreas disciplinares tradicionais e novas áreas na fronteira do conhecimento.

Ainda que de certa forma os três planos anteriores tenham manifestado preocupações com as mesmas, inclusive com sugestões de políticas direcionadas, a realidade mostra que seus executores não conseguiram implementá-las em sua plenitude. O sistema continua concentrado na região Sudeste.

Independentemente de políticas direcionadas, nos últimos anos a região Sul vem encontrando estratégias desenvolvimentistas e consolidando seus programas, de sorte a ocupar, hoje, lugar de visibilidade no Sistema. O Nordeste alcançou algum destaque, porém, ainda apresenta forte assimetrias entre os seus estados. No Centro-Oeste o quadro de assimetrias é ainda mais acentuado, uma vez que a pós-graduação concentra-se em Brasília. E no Norte, região de extrema importância nacional pela sua dimensão e diversidade, encontra-se uma pós-graduação incipiente, com concentração em dois estados (leia-se duas capitais – Manaus e Belém) de uma região de dimensão continental.

Constata-se, ainda, a pouca presença regional de programas que ministram cursos de doutorado na grande área das ciências da saúde, tais como em medicina, enfermagem, farmácia, farmacologia entre outras, dificultando desenvolvimento de competências, tanto na esfera do conhecimento como nas soluções requeridas para as populações de diferentes regiões do país[1].

Além disso, temas de interesse regional, como é o caso dos diferentes biomas e ecossistemas complexos da região Amazônica, da Caatinga, do Cerrado e do Pantanal, não estão suficientemente priorizados.

Como se observa no Gráfico 1, os dados indicam uma correlação entre as variáveis PIB, número de docentes na pós-graduação e valor dos investimentos efetuados em bolsas pelas agências de fomento, de forma que

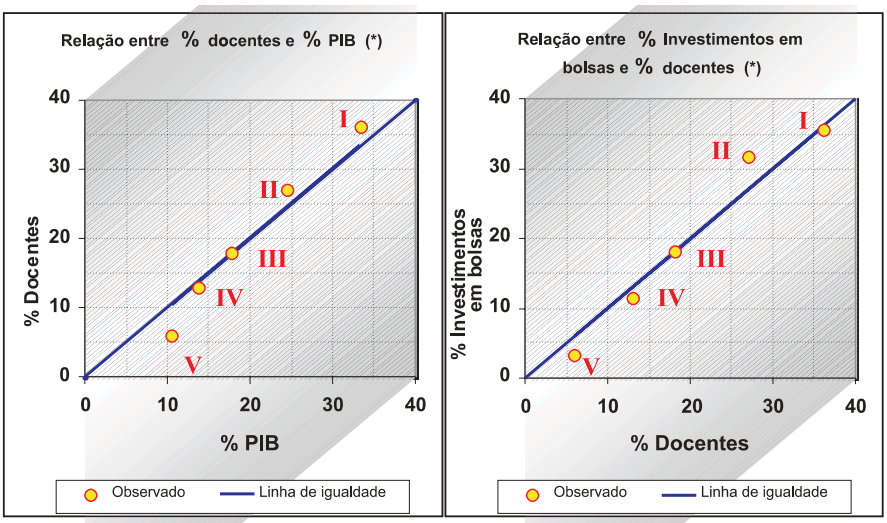
[1] Infocapes – Boletim Informativo da Capes, Vol. 9 – Nºs 2 e 3 Abr/Set 2001 – Pós-Graduação: enfrentando novos desafios.

o investimento por docente da pós-graduação seja comparativamente semelhante, de uma região para outra. Dessa forma, em termos absolutos, observa-se uma maior concentração de investimentos públicos onde existe maior capacidade instalada de recursos humanos qualificados e de infra-estrutura.

O crescimento de grupos emergentes é prejudicado numa situação de orçamentos reais decrescentes e da tendência de políticas públicas de canalizar parte significativa dos investimentos nos grupos mais consolidados. O mesmo ocorre em novas áreas do conhecimento e naquelas já consolidadas que se encontram localizadas em regiões de menor concentração de massa crítica.

O diagnóstico dessa situação aponta para a necessidade da formulação de estratégias específicas, visando a criação de novos paradigmas para a evolução do sistema, atendendo as prioridades nacionais. Caso contrário, nos próximos anos se observará a continuidade do crescimento da pós-graduação associado à permanência das assimetrias regionais.

Gráfico 1. Relações entre % docentes e % PIB e entre % investimentos em bolsas e % docentes



Cada ponto no gráfico representa uma área geográfica, conforme a seguinte legenda
I: SP **II: RJ & MG + DF** **III: Sul;** **IV: Nordeste (-) MA & PI + ES;**
V: Norte + Centro-Oeste (-) DF + MA & PI

(*) PIB em 2001; docentes da pós-graduação em 2003; investimentos em bolsas de mestrado e doutorado no país; agregado das mensalidades pagas em 2003, pela Capes e pelo CNPq (inclui apenas as mensalidades, não inclui taxas escolares, taxas de bancadas, etc.). Capes: inclui demanda social. Prof e Prosup, mas não inclui PICDT, PQI, etc.

Por outro lado, não se pode pensar em reduzir os investimentos nos grupos mais qualificados. Ao mesmo tempo, torna-se necessário criar condições adequadas para o desenvolvimento dos grupos já estabelecidos em regiões com menor densidade de grupos de pesquisa ou em áreas do conhecimento estratégicas para o desenvolvimento harmônico da ciência e tecnologia nacional. Isso implica no estabelecimento de propostas indutivas que contemplem recursos novos e/ou remanejamento de orçamentos. As iniciativas para correção da tendência deveria começar pelo reconhecimento, por parte dos governos estaduais, da importância da qualificação de recursos humanos locais para propiciar o desenvolvimento do estado e da região. O ponto de partida seria a absorção de doutores em áreas específicas de modo a formar massa crítica capaz de propor programas de pós-graduação de qualidade.

O crescimento verificado nos últimos anos no Sistema Nacional de Pós-Graduação caracteriza-se como um marco histórico para o desenvolvimento científico e tecnológico, ancorado por políticas consistentes da pós-graduação brasileira. Todavia, há necessidade de se propor um novo modelo de crescimento para os anos vindouros, incorporando modificações conceituais e organizacionais que atenuem as desigualdades regionais, intra-regionais e entre estados, bem como, as assimetrias entre áreas do conhecimento.

DEMANDA E EXPANSÃO

O diagnóstico apresentado no PNPG 2005-2010 indica que a expansão do sistema deve ter quatro vertentes: a capacitação do corpo docente para as instituições de ensino superior, a qualificação dos professores da educação básica, a especialização de profissionais para o mercado de trabalho público e privado e a formação de técnicos e pesquisadores para empresas públicas e privadas.

A necessidade de qualificação para os professores do ensino fundamental, médio e técnico exige uma reflexão sobre qual seria o melhor caminho a ser seguido para atender a essa demanda. Vislumbra-se a possibilidade de estimular a criação de programas de mestrado voltados para a formação de professores em serviço, em articulação e cooperação com os sistemas de ensino.

Com relação ao setor empresarial será importante estimular o mestrado profissional nas engenharias, especialmente em consórcios com empresas, de forma a estimular a inovação tecnológica.

Nas ciências humanas deve-se, também, atender as demandas de diversos atores sociais. A título de exemplo, deve-se mencionar o estímulo à instalação de cursos na área da cultura em uma perspectiva multidisciplinar. Nesse sentido, merecem destaque temas relativos à organização da cultura no Brasil e no mundo, tais como: políticas, planejamento, gestão, produção, pesquisa, crítica, difusão, transmissão, divulgação, preservação, circulação e consumo da cultura.

Diretrizes gerais do PNPG para a solução das assimetrias

O objetivo principal do PNPG é o crescimento equânime do sistema nacional de pós-graduação, com o propósito de atender, com qualidade, as diversas demandas da sociedade, visando o desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social do país.

Diante da existência de um quadro de assimetrias já mencionado, torna-se necessário que o PNPG 2005-2010 contemple a indução de programas, como linha programática, visando reduzir as diferenças regionais, intra-regionais e entre estados, bem como estabelecer programas estratégicos buscando a sua integração com políticas públicas de médio e longo prazos. A indução estratégica de programas de Pós-Graduação ou programas prioritários de pesquisa deverá ser operacionalizada por meio do aporte de recursos adicionais.

A proposta tem como base, também, uma forte articulação entre as agências de fomento federais (Capes, CNPq e Finep) e destas com as Fundações de Apoio e Secretarias de Ciência e Tecnologia dos governos estaduais. Ao mesmo tempo, torna-se necessária, uma política pró-ativa de cooperação e parceria com as unidades da federação. Entre várias ações apresentadas no PNPG 2005-2010, vale destacar as seguintes:

- **Ampliação da articulação entre as agências federais com os governos dos estados – secretarias de ciência e tecnologia e fundações de apoio e com o setor empresarial**

Serão necessários, durante a vigência desse Plano, o esforço das agências federais em institucionalizar parcerias com os governos estaduais e um maior envolvimento dessa esfera de governos, por meio de programas específicos, vinculados com a política nacional de pós-graduação.

Do mesmo modo, as agências federais devem implementar novos instrumentos visando parcerias efetivas com o setor empresarial. A nova política industrial brasileira, recentemente proposta, exigirá das empresas investimentos em recursos humanos de alto nível, formados pelos programas de pós-graduação.

• **Programas estratégicos específicos**

Programas estratégicos específicos são aqueles idealizados pelas agências, ouvidas as universidades, os institutos de pesquisa, o setor empresarial e outros atores concernentes ao desenvolvimento nacional, que objetivem solucionar cada tipo de assimetria observada. A elaboração de tais programas deverá ser precedida do exame das prioridades e das competências existentes[2], amparados por orçamento novo e viabilizados por programas diferenciados, com instrumentos próprios e por tempo definido.

• **Participação mais efetiva dos fundos setoriais na pós-graduação**

Desde a sua criação por lei, o orçamento dos fundos setoriais, deveria representar um substancial aporte de recursos financeiros ao sistema nacional de pós-graduação, o que não tem ocorrido, porque, entre outras razões, os recursos dos fundos setoriais não têm sido liberados na sua totalidade. Assim, sugere-se que as agências federais trabalhem conjuntamente para garantir:

• a liberação dos ativos da reserva de contingência;

• a garantia do fluxo de caixa dos fundos setoriais, para os orçamentos dos anos fiscais vindouros, de forma que seja possível o planejamento mais eficiente da sua utilização;

• a utilização dos recursos dos fundos setoriais como instrumento de indução de programas estratégicos específicos.

FINANCIAMENTO E SUSTENTABILIDADE

É importante destacar que a eficácia dos investimentos só é obtida pela continuidade dos programas e normas, já que se tratam de investimentos

[1] Infocapes – Boletim Informativo da Capes, Vol. 9 – Nos 2 e 3 Abr/Set 2001 – Pós-Graduação: Enfrentando Novos Desafios.

de longo prazo. A mudança contínua de regras de financiamento faz com que o sistema não atinja os objetivos estabelecidos.

Com relação ao sistema federal, é imperativo restaurar a infra-estrutura para a pesquisa nas universidades por ele mantidas, pelo fato de que elas são responsáveis pela maioria dos programas de pós-graduação, formando uma rede que abrange todo o território nacional.

Além dos fundos setoriais é importante dispor de recursos compatíveis com o crescimento do sistema, tanto no fomento do CNPq, para apoiar jovens pesquisadores em regiões de menor massa crítica, como na fonte do Tesouro do FNDCT para expandir os grupos emergentes de maior competência que necessitam de apoio institucional. Sugere-se também:

• estimular a formação de parcerias e consórcios entre programas de regiões distintas de forma a promover a desconcentração do sistema nacional de pós-graduação, utilizando para isso a parceria federal-estadual no financiamento, particularmente em áreas estratégicas e multidisciplinares;

• repassar às agências federais os recursos previstos nos diferentes fundos setoriais, para a formação de recursos humanos.

• implantar, com os recursos dos fundos setoriais, um sistema de mobilidade de professores e alunos entre instituições nacionais, que participam de redes temáticas de pesquisa estabelecidas de tal forma que esta possa adquirir maior eficácia;

• implementar as ações previstas na Lei nº 10.973 de 2 de dezembro de 2004 que regulamenta incentivos fiscais para os projetos de inovação;

• dotar a Capes e o CNPq de recursos para financiar as taxas acadêmicas para os alunos bolsistas e não-bolsistas, de forma a dar suporte especialmente aos programas das áreas básicas;

• agilizar a gestão dos recursos das agências de fomento por meio de delegação de competência aos colegiados dos programas;

• estimular a parceria dos programas com as empresas, na busca de suporte financeiro para a ampliação do número de bolsas. Isto deve ser feito, sobretudo, em áreas que participam de cadeias produtivas, visando formar recursos humanos capazes de alavancar o desenvolvimento econômico e social;

• contemplar tanto a parceria nos intercâmbios internacionais na busca de mecanismos alternativos para a ampliação do número de bolsas, como na viabilização de financiamento aos alunos, a ser pago após absorção deles pelo mercado de trabalho;

• incentivar as agências federais a estabelecer com ministérios, estados e setor empresarial uma nova matriz orçamentária para o financiamento do Sistema Nacional de Pós-Graduação.

ORÇAMENTO ADITIVO PARA FINANCIAMENTO DO PNPG 2005-2010

O instrumento de modelagem utilizado para dimensionar o orçamento necessário para a implementação do Plano Nacional de Pós-Graduação, PNPG- 2005-2010 (ver documento completo em: <www.capes.gov.br>), permitiu prever um acréscimo do orçamento de bolsa e de fomento no valor de 1,66 bilhão, em seis anos, conforme apresentado na Tabela 12. Esse montante foi estimado, tomando por base os quantitativos de bolsas dimensionados por modalidade, em nível de grande área do conhecimento, conforme detalhamento apresentado na Tabela 13.

O crescimento do corpo docente da pós-graduação, necessário para atender às demandas do PNPG 2005-2010, exigirá recursos adicionais da ordem de 1,6 bilhão. Assim, o total de recursos necessários para implementação do PNPG 2005-2010 será de 3,26 bilhões de reais, distribuídos ao longo de seis anos.

Tabela 12. Recursos financeiros adicionais necessários, relativos ao ano de 2004 mensalidades, taxa escolar e taxa de bancada

Ano	Nº de bolsas		Valor (R$ milhões)						
			Mensalidades			Taxa			Total
	Doutorado	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Soma	Escolar (1/)	Bancada (2/)	Soma	
2005	1.849	1.772	28,11	18,18	**46,3**	5,74	35,80	41,54	**87,8**
2006	3.924	3.741	59,66	38,38	**98,0**	12,15	17,90	30,05	**128,1**
2007	6.183	5.742	94,01	58,92	**152,9**	18,96	28,20	47,18	**200,1**
2008	9.432	8.917	143,40	91,49	**234,9**	29,12	43,02	72,14	**307,0**
2009	12.755	11.857	193,93	121,65	**315,6**	39,16	58,18	97,34	**412,9**
2010	16.371	15.000	248,91	153,90	**402,8**	50,02	74,67	124,69	**527,5**
Soma					**1.250,5**			**412,9**	**1.663,5**

(1/) % sobre o valor das mensalidades: mestrado = 10,67%; doutorado = 13,5% (média ponderada Capes+CNPq, observada em 2003).

(2/) 30% sobre o valor das mensalidades do doutorado. Em 2005 inclui implementação da taxa de bancada na Capes, em equiparação ao CNPq, R$ 27,37 milhões (6 mil bolsas x 12 meses x R$ 1.267 x 30%).

Tabela 13. Quantitativo de bolsas adicionais necessárias, relativo ao ano de 2004 por grande área do conhecimento.

Ano	Exatas e da Terra (1/)	Biológicas (2/)	Engª e C. da Computação	Saúde	Agrárias	Sociais aplicadas	Humanas	Lingüística, Letras e Artes	Multidisciplinares e ensino	Total
Doutorado										
2005	363	356	195	131	356	152	132	82	82	**1.849**
2006	669	829	456	344	618	230	334	211	233	**3.924**
2007	967	1.148	954	653	1.037	294	584	261	265	**6.183**
2008	1.422	1.588	1.841	889	1.685	356	860	314	367	**9.432**
2009	1.875	2.074	3.075	1.142	2.303	418	1.137	378	353	**12.755**
2010	2.364	2.584	4.305	1.445	2.962	460	1.434	436	381	**16.371**
Mestrado										
2005	253	273	170	127	240	329	123	97	160	**1.772**
2006	440	843	430	351	338	457	335	259	488	**3.741**
2007	623	849	1.010	681	602	541	602	300	534	**5.742**
2008	892	1.169	2.256	911	1.081	613	892	346	757	**8.917**
2009	1.153	1.488	3.640	1.152	1.489	680	1.167	400	688	**11.857**
2010	1.431	1.829	5.099	1.440	1.887	695	1.454	446	719	**15.000**

Fonte: Comissão PNPG.

(1/) Não inclui ciência da computação nem oceanografia biológica.

(2/) Inclui oceanografia biológica, originalmente classificada em ciências exatas e da terra.

Ciência, tecnologia e extensão a serviço da cidadania

*Francisco Ariosto Holanda**

Apresentação

> *"Somente uma sociedade construída sobre a lógica da solidariedade e não da obsessão pelo consumo pode garantir, aos excluídos de todos os tipos, a cidadania"*
>
> Professor Manfredo Oliveira

Pretendemos, neste ensaio, apontar uma política de resgate da cidadania dos excluídos, a partir de ações da ciência e tecnologia que tenham como base o ensino tecnológico, a extensão tecnológica e a informação.

Entendemos que a verdadeira cidadania só será alcançada quando pudermos garantir aos milhões de excluídos educação em todos os níveis, e oportunidades de trabalho. Certamente, com a economia globalizada e com as freqüentes inovações tecnológicas, não podemos falar em trabalho sem colocar como carro chefe o conhecimento e a informação, que devem ser perseguidos em todas as etapas da educação.

A geração de trabalho torna-se complexa porque temos pela frente um avanço tecnológico crescente e uma grave questão social traduzida pela pobreza, analfabetismo e concentração de renda. Somente por meio de uma ação de massa, de apoio aos trabalhadores e aos pequenos negócios poderemos chegar a uma sociedade mais justa, mais humana e mais equilibrada.

---

* Francisco Ariosto Holanda é deputado federal (PSB - CE) e professor aposentado da Universidade Federal do Ceará.

Os indicadores sociais, que levantamos, relacionados com o analfabetismo funcional e com a realidade do século XXI, serviram para identificar os problemas e para abrir os caminhos para a solução dos mesmos.

Identificamos com muita clareza, que nas regiões de baixo IDH, as ações da C & T envolvendo a população, quando não ausentes, são tímidas e inexpressivas, ou, melhor dizendo, 95% dos municípios brasileiros desconhecem no seu território, ações da Ciência e Tecnologia, voltadas para a inovação tecnológica ou para novos conhecimentos. Quando surgem, são pontuais ou isoladas e não de alcance da população. Fala-se muito em *cluster*, em empreendedorismo, em arranjos produtivos, em empresa de base tecnológica, em incubadoras de empresa, em agronegócios, mas não se fala em acabar com o analfabetismo tecnológico da população, das pequenas empresas e dos pequenos negócios.

Nas regiões deprimidas a cadeia do conhecimento, que integra as ações da educação fundamental, ensino médio e profissionalizante, graduação, pós-graduação, pesquisa, desenvolvimento tecnológico e extensão tecnológica, encontra-se degradada.

Carl Sagan já dizia que é preciso acabar com o analfabetismo científico da população trabalhadora; advertia ele: " é preocupante que o cidadão continue a ignorar o perigo do aquecimento global, a diminuição da camada de ozônio, a poluição do ar, o lixo tóxico e radioativo, a chuva ácida, a erosão da camada superior do solo, o desflorestamento tropical, o crescimento exponencial da população e muitos outros perigos que rondam a humanidade."

Diante desse quadro, apontamos uma política voltada para a capacitação, inovação e difusão que tem como instrumento de ação a extensão tecnológica. Servimo-nos para isso, da experiência do Ceará quando implantou as infovias do desenvolvimento com a interligação dos Centros Vocacionais Tecnológicos (CVT), dos Núcleos de Informações Tecnológicas (NIT) e dos Centros de Ensino Tecnológico (Centec).

Esperamos que as idéias defendidas neste ensaio possam contribuir para o planejamento estratégico do Ministério da Ciência e Tecnologia, na sua missão não só de fortalecer a Ciência e a Tecnologia do país, mas, sobretudo, de inovar com programas que resultem na melhoria da qualidade de vida das populações carentes.

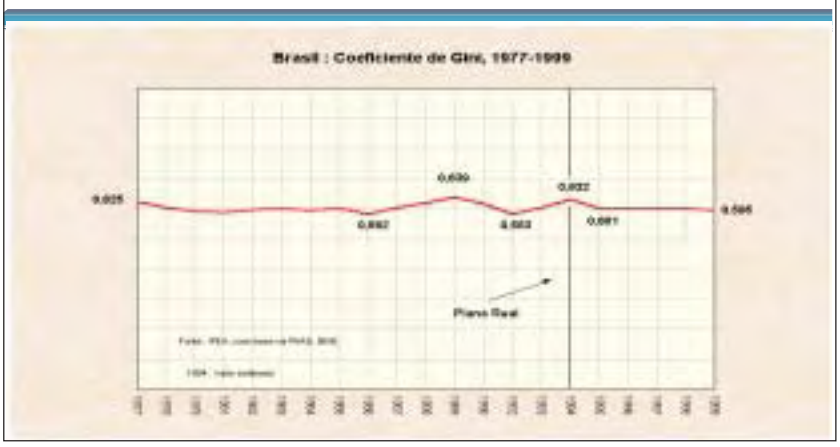
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo, vamos fazer uma análise dos indicadores sociais e de cenários mundiais, para que, refletindo sobre eles, possamos encontrar caminhos para o resgate da cidadania.

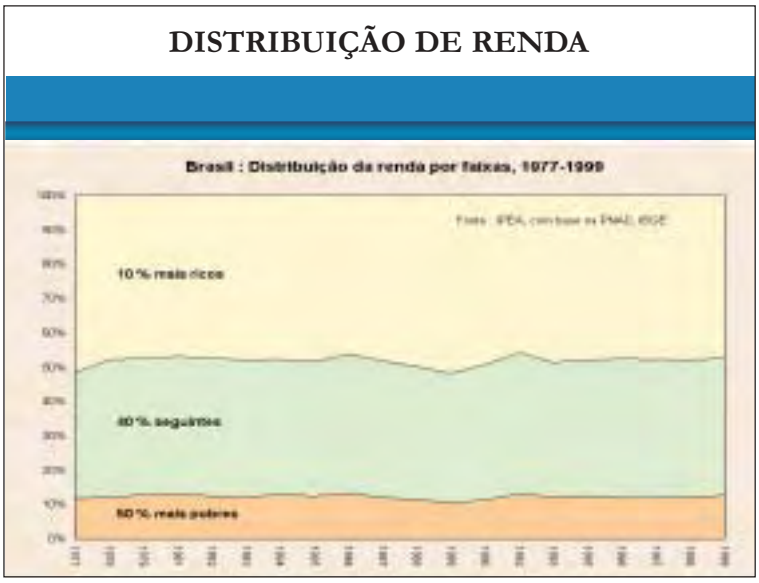
1.1. INDICADORES SOCIAIS

As tabelas e gráficos, a seguir apresentados, mostram a gravidade do problema social principalmente quando o analisamos sob a ótica da educação, concentração de renda e desemprego.

CONCENTRAÇÃO DE RENDA
coeficiente de Ginni



Observe no gráfico acima, do **Relatório Ipea – Ano 2000,** que o coeficiente de Ginni, que mede a concentração da renda vem-se mantendo ao longo dos últimos 20 anos no patamar 0,6. Nos países onde existe uma boa distribuição de renda esse número fica em torno de 0,25.



O gráfico acima do **Relatório Ipea – Ano 2000** mostra que 50% da renda está concentrada em 10% da população, enquanto 50% da população detém somente 10% da renda.

O gráfico acima do **Relatório Ipea – Ano 2000** mostra a evolução do número de pobres e indigentes no período de 1979 a 2000.

EVOLUÇÃO DOS NÍVEIS DE ALFABETISMO ENTRE 15 e 64 ANOS
(População: 114 milhões brasileiros)

NÍVEL	LEITURA E ESCRITA		USAM COMPUTADORES	
	2001	**2003**	**2001**	**2003**
Analfabeto	9%	8%	1%	0
Alfabetismo Nível 1	31%	30%	4%	4%
Alfabetismo Nível 2	24%	37%	15%	19%
Alfabetismo Nível 3	**26%**	**25%**	**41%**	**47%**

Anos: 2001 e 2003

Fonte: 3º Inaf – Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional – Instituto Paulo Montenegro – ação do Ibope pela educação – "Um diagnóstico para a inclusão social" – Ano: 2003.

Classificação do Inaf para os diferentes níveis de escolaridade:

- *Analfabeto:* o que não sabe ler nem escrever.

- *Alfabetismo nível 1:* têm um nível de habilidade para leitura e escrita muito baixo; só são capazes de localizar informações simples em enunciados com uma só frase; num anúncio ou capa de revista por exemplo.

- *Alfabetismo nível 2:* conseguem localizar uma informação em textos curtos (uma carta ou notícia, por exemplo); poder-se-ia considerar como sendo um nível básico de alfabetização.

- *Alfabetismo nível 3:* demonstram domínio pleno das habilidades testadas; são capazes de ler textos mais longos, localizar mais de uma informação, comparar a informação contida em diferentes textos e estabelecer relações diversas entre elas:

Outras considerações do Inaf:

- Só 25% dos brasileiros entre 15 e 64 anos demonstram habilidades plenas de leitura e escrita, ou seja: 25% de 114.000.000 = **28.500.000**

- 60% da população estudada não tem a escolaridade mínima obrigatória de oito anos;

• a educação básica (ensino fundamental + ensino médio) é privilégio de apenas 20%;

• 20% dos que não completaram sequer uma série, aprenderam a ler e escrever por outros meios que não a escolarização;

• 32% dos que completaram de uma a três séries escolares se encontram ainda na situação de analfabetismo absoluto – não sabem ler e escrever. Outros 51% podem ser considerados analfabetos funcionais.

• Mesmo entre pessoas com quatro a sete anos de estudo, pouco mais da metade atinge os níveis básico e pleno (níveis 2 e 3). Os demais também poderiam ser considerados analfabetos funcionais.

Segundo o Inaf são considerados **analfabetos funcionais:**

Analfabetos + Alfabetizados nível 1 + Alfabetizados nível 2 = 75%

Essa soma representa 75% de 114 milhões **= 85.500.000 de brasileiros**

O IBGE, por sua vez considera **analfabetos funcionais** as pessoas com menos de quatro anos de escolaridade; Nesse caso, os analfabetos funcionais do país com mais de 15 anos estão assim distribuídos, segundo a pesquisa feita por esse instituto em 2003:

Região	População	Analfabetos Funcionais (%)	Total
1. Norte	10.064.645	24,7	2.485.967
2. Nordeste	48.968.896	40,8	19.979.309
3. Sudeste	74.675.768	19,6	14.636.450
4. Sul	25.804.546	19,7	5.083.495
5. Centro-Oeste	12.153.681	23.8	2.892.576
TOTAL	171.667.536		45.077.797

Índice de desenvolvimento humano, 1991 e 2000

Estado	IDHM, 1991	IDHM, 2000	IDHM-Renda, 1991	IDHM-Renda, 2000	IDHM-Longevidade, 1991	IDHM-Longevidade, 2000	IDHM-Educação, 1991	IDHM-Educação, 2000
Brasil	0,696	0,766	0,681	0,723	0,662	0,727	0,745	0,849
Distrito Federal	0,799	0,844	0,801	0,842	0,731	0,756	0,864	0,935
Santa Catarina	0,748	0,822	0,682	0,75	0,753	0,811	0,808	0,906
São Paulo	0,778	0,82	0,766	0,79	0,73	0,77	0,837	0,901
Rio Grande do Sul	0,753	0,814	0,702	0,754	0,729	0,785	0,827	0,904
Rio de Janeiro	0,753	0,807	0,731	0,779	0,69	0,74	0,837	0,902
Paraná	0,711	0,787	0,678	0,736	0,678	0,747	0,778	0,879
Mato Grosso do Sul	0,716	0,778	0,675	0,718	0,699	0,751	0,773	0,864
Goiás	0,7	0,776	0,667	0,717	0,668	0,745	0,765	0,866
Mato Grosso	0,685	0,773	0,661	0,718	0,654	0,74	0,741	0,86
Minas Gerais	0,697	0,773	0,652	0,711	0,689	0,759	0,751	0,85
Espírito Santo	0,69	0,765	0,653	0,719	0,653	0,721	0,763	0,855
Amapá	0,691	0,753	0,649	0,666	0,667	0,711	0,756	0,881
Roraima	0,692	0,746	0,696	0,682	0,628	0,691	0,751	0,865
Rondônia	0,66	0,735	0,622	0,683	0,635	0,688	0,724	0,833
Pará	0,65	0,723	0,599	0,629	0,64	0,725	0,71	0,815
Amazonas	0,664	0,713	0,64	0,634	0,644	0,692	0,707	0,813
Tocantins	0,611	0,71	0,58	0,633	0,589	0,671	0,665	0,826
Pernambuco	0,62	0,705	0,599	0,643	0,617	0,705	0,644	0,768
Rio Grande do Norte	0,604	0,705	0,579	0,636	0,591	0,7	0,642	0,779
Ceará	0,593	0,7	0,563	0,616	0,613	0,713	0,604	0,772
Acre	0,624	0,697	0,603	0,64	0,645	0,694	0,623	0,757
Bahia	0,59	0,688	0,572	0,62	0,582	0,659	0,615	0,785
Sergipe	0,597	0,682	0,582	0,624	0,58	0,651	0,63	0,771
Paraíba	0,561	0,661	0,543	0,609	0,565	0,636	0,575	0,737
Piauí	0,566	0,656	0,518	0,584	0,595	0,653	0,585	0,73
Alagoas	0,548	0,649	0,556	0,598	0,552	0,646	0,535	0,703
Maranhão	0,543	0,636	0,505	0,558	0,551	0,612	0,572	0,738

Se analisarmos esse quadro comparativo (1991 e 2000), constataremos que no período de dez anos houve crescimento dos índices de desenvolvimento humano relacionados com educação, longevidade e renda. O fator renda foi o que menos cresceu. Outro destaque que identificamos é o da questão regional. Como era de se esperar as regiões Norte e Nordeste continuam deprimidas e distantes do real desenvolvimento humano.

INDICADORES DA ÁREA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Procuramos nesses indicadores apontar a grave questão dos desequilíbrios regionais decorrentes da concentração do conhecimento. Escolhemos três dados importantes: os que tratam das bolsas de mestrado e doutorado, os de auxílio à pesquisa e os dos fundos setoriais. Apesar da lei que trata dos fundos definir que 30% dos recursos devam ser alocados no Norte e Nordeste, isso não ocorre, como demonstra a tabela a seguir:

Distribuição dos fundos setoriais até 2003

UF/AGÊNCIA	Porcentagem(%)
Distrito Federal	3,7%
Goiás	0,6%
Mato Grosso do Sul	0,8%
Mato Grosso	0,8%
Total Região Centro-Oeste	5,9%
Alagoas	0,2%
Bahia	1,9%
Ceará	0,7%
Maranhão	0,1%
Paraíba	0,5%
Pernambuco	1,9%
Piauí	0,3%
Rio Grande do Norte	0,6%
Sergipe	0,1%
Total Região Nordeste	6,4%
Acre	0,1%
Amazonas	1,3%
Amapá	0,0%
Pará	0,4%
Rondônia	0,1%
Roraima	0,2%
Total Região Norte	2,2%
Espírito Santo	0,3%
Minas Gerais	4,1%
Rio de Janeiro	11,3%
São Paulo	13,1%
Total Região Sudeste	28,8%
Paraná	1,8%
Rio Grande do Sul	7,6%
Santa Catarina	3,9%
Total Região Sul	13,4%
CNPq(*)	22,6%
Finep(**)	20,7%
Total Global	**100,0%**

Investimentos em bolsas e pesquisa – CNPq 2000

CNPq – Investimento em bolsas e fomento à pesquisa por região Período: 2000					
Regiões	**Bolsas no país** **Valor R$ mil**		**Bolsas no exterior** **Valor R$ mil**		**Fomento à pesquisa** **Valor R$ mil**
Norte	9.075	(2,74%)	115	(1,02%)	1.583
Nordeste	45.784	(13,8%)	1.557	(13,81)	12.964
Centro-Oeste	22.407	(6,76%)	1.069	(9,52%)	8.354
Sudeste	201.561	(60,8%)	5.649	(50,3%)	54.252
Sul	52.676	(15,9%)	2.838	(25.28)	16.523
Total	331.503	(100%)	11.228	(100%)	93.676

1.2. CENÁRIOS PARA REFLEXÃO

1.2.1 Relacionados com a cadeia do conhecimento

A educação deve criar situações em que a sociedade obrigue cada cidadão a avaliar-se a si mesmo e a sua pobreza. Ela deve ensinar a população a pensar para que possa ser agente de sua maioridade.

São pontos que merecem a nossa atenção nessa cadeia:

• *Analfabetismo* – esse deve ser zerado, mas continua alto (10% da população)

• *Ensino fundamental e médio* – como foi constatado pelo recente diagnóstico do MEC, precisa urgentemente ser melhorado, tendo como ponto de partida a formação, o aperfeiçoamento e a atualização profissional dos professores. Atualmente, existe um grande déficit de professores de matemática, física, química, biologia e português. A escola precisa ser assistida com os meios interativos proporcionados pela internet, ensino a distância e biblioteca multimídia.

• *Ensino profissionalizante* – A Lei de Diretrizes e Bases (LDB), na área do ensino profissionalizante, contempla três formações: básica, técnica e tecnológica. A formação básica diz respeito a cursos de curta duração, não legalizados, na sua maioria patrocinados pelo Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT)**;** a formação técnica inerente às escolas técnicas é de número reduzido**;** e a formação tecnológica de responsabilidade dos centros de ensino tecnológico superior, encontra-se ainda em fase de implantação no país. Diante desse quadro, constata-se que existe um fosso entre o ensino fundamental e médio e a graduação, evidenciado pela ausência de escolas técnicas profissionalizantes.

• Nos países desenvolvidos existe uma relação considerada ótima, de um técnico de nível superior para cinco técnicos de nível médio. Essa relação no Brasil está invertida. Dados da CPI do atraso tecnológico (1993) revelaram que tínhamos dois técnicos de nível superior para um de nível médio, como média nacional. Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste essa relação é de quatro técnicos de nível superior para um de nível médio.

• A ausência de cursos técnicos profissionalizantes no ensino médio faz crescer o número de analfabetos tecnológicos.

• *Ensino tecnológico* – que deverá ser ministrado com forte embasamento em ciências e domínio das linguagens: matemática, informática, português e inglês – deve ser prioridade nacional.

• *Graduação* – precisa ser fortalecida nas regiões mais pobres com o aumento do número de mestres e doutores. O país só dispõe de 6 milhões de graduados, ou seja 3,4% de sua população. Um número muito baixo. Por

outro lado, os alunos de graduação estão mal distribuídos nos diferentes cursos: 60% dos alunos estão matriculados em quatro cursos: direito, contabilidade, administração e pedagogia. Somente 6% estão nas áreas das engenharias.

• *Pós-Graduação* – o país necessita formar mais mestres e doutores principalmente, para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

• *O tripé P, D, E* (pós-graduação e pesquisa, desenvolvimento tecnológico, extensão e engenharia), precisa ser implantado ou fortalecido nas universidades e instituições de pesquisa.

• *Extensão* – os trabalhos de extensão das universidades e institutos de tecnologia devem ser massificados no sentido de levar novos conhecimentos para a população.

• *Infovias do conhecimento* – formadas por redes eletrônicas interligando os centros de ensino tecnológico e as universidades deverão ser implantadas em todo país como suporte aos programas de ensino a distância e apoio às bibliotecas multimídias, encurtando assim a distância do conhecimento.

• Mudanças profundas ocorrerão na área da educação. Teremos primeiro que aprender a aprender.

• A sala de aula tradicional não será a única forma de aprender. Ela deverá ser assistida pelos meios interativos como: internet, ensino a distância e biblioteca multimídia

1.2.2 Cenários relacionados com a tecnologia

• O século XXI vai se caracterizar por mudanças rápidas na área tecnológica em que a única certeza vai ser a incerteza. Como diz o professor Wladimir P. Longo:

> "Estamos todos nos deslocando sobre uma esteira rolante que se move em sentido contrário às velocidades crescentes trazendo novos conhecimentos; temos que correr para ficar pelo menos no mesmo lugar."

Esse avanço tecnológico, conclui o professor, vai resultar no aprofundamento do conhecimento de poucos e no aumento da ignorância de muitos.

• São consideradas áreas estratégicas frente às inovações: ciências biológicas, biotecnologia, engenharia genética, química fina, energia, telecomunicações, informática, novos materiais, microeletrônica, mecânica fina, robótica e mecatrônica. As grandes aplicações desses conhecimentos se darão nas indústrias de telemática, bélica, transporte, robótica, bens de consumo, aeroespacial, na agricultura voltada para genética animal, genética vegetal, doenças e pragas, e nos serviços relacionados com automação, informação, educação, lazer e saúde.

• dentro de dez anos estaremos usando 50% de bens e serviços que ainda não foram inventados.

• O paradigma atual da sociedade baseia-se na velocidade das informações e no domínio do conhecimento.

• Na próxima década a informação e o conhecimento continuarão a avançar numa velocidade crescente. As camadas sociais mais pobres e as nações menos desenvolvidas vão correr o risco de sofrer a mais perversa das exclusões, a digital, que se caracteriza pela marginalização em relação às fontes de informação e do conhecimento.

• A computação e automação tornaram disponível uma massa incomensurável de informações, que um simples ato de folhear um catálogo de difusão científica, ou uma visita aos *sites* da internet, causa o que Alfredo Bosi chamou de depressão cognitiva. As implicações patológicas dessa poluição informativa têm como conseqüência aprisionar as pessoas em suas trincheiras de especialização, não raro a preço de uma indigência cultural e política que pode beirar a idiotia, como assim assevera Bosi.

1.2.3 Cenários relacionados com o trabalho

• estudos mostram que, num futuro próximo, a indústria e a agricultura serão cada vez mais intensivas em capital e menos em mão-de-obra. A automação industrial e o avanço da mecanização agrícola com certeza vão acelerar esse processo. As fábricas sem operários e as empresas virtuais surgirão cada vez mais, dia a dia.

• estima-se que em 10 anos, nos países desenvolvidos, somente 10% dos trabalhadores estarão nos setores primário e secundário, e que a terceirização, ou seja, a área de serviços será a grande demandadora de mão-de-obra. Não

mais existirão as profissões tradicionais de pai para filho; nessa terceira via, devido às inovações tecnológicas, surgirá um número muito grande de profissões nascendo e morrendo, e que somente a porta do saber permitirá o acesso a elas.

• apesar de se apontar a área de serviços como a grande empregadora, no entanto, a atual transição da sociedade industrial rumo à sociedade de serviços ou à sociedade informatizada, mostra que no atual setor terciário, o potencial de racionalização é enorme; estima-se que poder-se-ia economizar 51% dos empregos no comércio e até 61% na administração pública e nos bancos. Do ponto de vista social e da ameaça do desemprego, isso é extremamente grave.

• Vamos nos deparar com situações em que teremos de um lado pessoas procurando emprego e, na contramão, trabalho procurando profissional.

• Profissões vão surgir e em curto tempo desaparecer; do mesmo modo que postos de trabalho vão exigir habilidades e conhecimentos que em pouco tempo serão substituídos. O profissional para subsistir terá que ser um eterno estudante.

1.3 ANÁLISE DA CONJUNTURA E QUESTIONAMENTOS

Os indicadores sociais que apresentamos apontam para números preocupantes.

Resumiria dizendo que, hoje, existe uma população de 17 milhões de analfabetos, 50 milhões de pobres e 60 milhões de analfabetos funcionais. Como o trabalho é a única forma digna de se combater a miséria, devemos com urgência, encontrar respostas para os seguintes questionamentos:

• Como fazer ingressar num sistema produtivo essa população de analfabetos?

• O que fazer com milhões de trabalhadores cuja força de trabalho é cada vez menos exigida, ou nem mais o é?

• Como distribuir renda com pessoas sem qualificação profissional, principalmente nesse momento em que a explosão tecnológica que ocorre no mundo exige cada vez mais das pessoas uma atualização permanente de seus conhecimentos?

- Como superar as desigualdades regionais quando se tem a consciência de que elas aumentam com a concentração do conhecimento?

O discurso do crescimento econômico como fórmula de geração de trabalho, diante dessa massa de excluídos, torna-se inócuo, porque poderemos ter um aumento significativo do PIB sem que isso implique em geração de um grande número de empregos. Isso porque as empresas dentro da atual lógica de crescimento, serão cada vez mais intensivas em capital e menos em mão-de-obra.

Hoje, em pleno século XXI, constatamos que temos conhecimento e tecnologia, com base na engenharia genética, na química fina, na biotecnologia e em outras ciências, que seriam capazes de assegurar uma superprodução de medicamentos ou de alimentos para curar a maioria das doenças e matar a fome de milhares de pessoas.

Se não o fazemos, é porque vivemos num mundo onde a lógica do desenvolvimento é perversa; lógica que está alicerçada na ambição, no egoísmo, na ganância e na luta pelo poder. E nesse cenário o homem é atropelado, esquecido, ou visto como agregado de máquina.

Há, diante desse quadro, uma urgência de criarmos mecanismos, ágeis e flexíveis, de transferência de conhecimentos para a população, criando verdadeiros atalhos, que avancem sobre os mecanismos tradicionais da educação.

Existe uma grande massa de trabalhadores sem esperança de emprego por total desqualificação profissional. Hoje, se houvesse um reaquecimento da economia, com novos investimentos em áreas de alta tecnologia, esses trabalhadores não entrariam no mercado de trabalho.

Segundo o professor José Soares Teixeira, "a instabilidade da ocupação e as elevadas taxas de desemprego são uma verdadeira negação do direito elementar à vida, na medida em que condenam a grande maioria dos trabalhadores a um estado de pobreza e de miséria que chega a beirar a indigência material e até mesmo espiritual".

Temos que adotar, de imediato, medidas voltadas para o aprimoramento do ensino tecnológico em todos os níveis. É preciso fortalecer toda cadeia do conhecimento, começando pela educação de base.

Os indicadores sociais que acabamos de ver exigem das instituições que detêm o conhecimento, ações que venham contribuir de modo decisivo no processo de educação para o trabalho, em todos os níveis.

Certamente, a geração de emprego e a distribuição de renda só acontecerão quando investirmos no capital humano e procedermos a uma profunda transformação na lógica do desenvolvimento. Temos que definir com urgência: Desenvolvimento para que e para quem?

O modelo que temos de discutir é o que esteja pautado numa visão de crescimento socioeconômico, ou melhor dizendo, que esteja embasado numa economia que leve em conta as pessoas. Na minha visão, qualquer alternativa de desenvolvimento só é real quando está voltada para resolver os problemas da população.

Como bem questionado no trabalho: " Tecnologia, educação e saber", de Carlos Rodrigues Brandão e Samuel Aarão Reis, não podemos aceitar como indicadores de desenvolvimento apenas números ou índices que expressem aumento de PIB, volume de exportações, superávit primário, sem considerar por trás de tudo isso o HOMEM – com oportunidade para uma vida melhor, justiça social, elevação do nível e qualidade de emprego, garantia de salários dignos, ampliação dos serviços de educação e saúde, saneamento básico e alimentação.

Por outro lado, o investimento no capital humano deve ser feito por meio de um sistema educativo eficiente e de qualidade.

O salto de qualidade só virá se tivermos a capacidade de realizar mudanças profundas no sistema de transferência de conhecimentos e que seja capaz de envolver toda a sociedade.

Temos que ousar e partir para um processo de interação com a sociedade do tipo educar trabalhando e trabalhar educando.

A lógica do processo de educação, incluindo as várias etapas do conhecimento, deve ser capaz de responder a questões do tipo:

"Como e por que os produtos e serviços são feitos dessa ou daquela maneira, e como podem ser melhorados"?

Ao lado do mecanismo educacional deve ser perseguida a implantação de um amplo sistema de informação tecnológica no sentido de proporcionar

aos pequenos segmentos produtivos, hoje mergulhados num verdadeiro analfabetismo tecnológico, condições de conhecer e de se apropriar novas tecnologias.

As ações a serem desenvolvidas devem ser tais que integrem todos os segmentos da sociedade; elas não podem ser estanques e isoladas, e devem ter como objetivo o homem no seu estágio atual de conhecimentos e no seu contexto social.

O analfabeto fora da escola, o analfabeto tecnológico dentro da escola, a escola fora da realidade atual, a universidade sem interagir com os problemas do meio, o setor produtivo isolado dos problemas educacionais e tecnológicos são verdadeiros desafios para qualquer governo que queira promover uma revolução educacional, científica e tecnológica.

O programa que ora apresentamos e defendemos tem como finalidade principal a implantação de projetos voltados para vencer esses desafios e atingir o objetivo maior que é o de capacitar para o trabalho.

2. Ações a serem desenvolvidas

Como colocamos no início, duas ações básicas devem se dar no resgate da cidadania: educação e trabalho. O combate à pobreza deve partir da idéia de que o grau de escolaridade é um dos fatores cruciais, senão o mais importante, na determinação do nível de emprego e de renda das pessoas.

Existe uma certa correlação, embora não facilmente demonstrável, entre escolaridade, qualificação e emprego. O fato é que não se pode negar que, num mundo submetido a rápidas mudanças tecnológicas, o emprego depende, em grande parte, do acesso fácil, por parte dos trabalhadores, às inovações tecnológicas e às novas habilidades exigidas pelo mercado.

Nessa luta de combate à pobreza, considero como premissas importantes para se chegar a uma sociedade mais justa e humana:

- Pensar numa economia que leve em conta as pessoas.

- Sair da lógica do desenvolvimento com base no mercado para a lógica da social democracia, em que o Estado deve exercer o papel regulador do processo de desenvolvimento.

• Massificar as ações da extensão tecnológica via universidades e instituições de tecnologia.

• Implantar linhas de crédito voltadas para fundo de aval e microcrédito.

• Abrir mercado, na área de serviços e de produtos, que contemple os pequenos negócios tipo compra e serviços governamentais. O que o governo (municipal, estadual e federal), compra ou contrata, que pode ser feito por essas empresas de pequeno porte?

Nesse contexto, considero como programas importantes do Ministério da Ciência e Tecnologia, e relacionados com a extensão tecnológica, em massa:

1) *Programa de Assistência Técnica às pequenas empresas e aos pequenos negócios.* Uma política nacional de apoio às micro e pequenas empresas não deve se limitar só aos aspectos da inovação e difusão tecnológica, mas, sobretudo, ao equacionamento das quatro variáveis que estão em jogo na sustentação e sobrevivência dessas empresas: assistência tecnológica, assistência gerencial, assistência financeira e assistência mercadológica,

2) *Programa de requalificação e formação profissional, em massa, da força de trabalho marginalizada do mercado.* Voltado para capacitação tecnológica da população, esse programa pode ser consolidado por meio de seis projetos que descreveremos a seguir.

3. CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Essa ação, com o foco na capacitação tecnológica das pequenas empresas e dos trabalhadores, deve se dar por meio da implantação nos Estados, dos projetos:

I. Centros de Ensino Tecnológico (Centec)

II. Centros Vocacionais Tecnológicos (CVT)

III. Núcleos de Informações Tecnológicas (NIT)

IV. Centros de Formação de Instrutores (CFI)

V. Bolsas de Desenvolvimento Regional

VI. Infovias do Desenvolvimento

I – Centro de Ensino Tecnológico (Centec)

A qualificação profissional exige, hoje, não só conhecimento específico para a realização de tarefas, atitudes e habilidades, mas, sobretudo, uma educação sólida que garanta ao profissional um autodidatismo para atualização permanente dos seus conhecimentos.

A qualidade dos serviços e produtos, a produtividade dos processos produtivos e o controle do meio ambiente constituem os principais indicadores que definem os parâmetros de desenvolvimento regional.

Conhecer o meio ambiente e os recursos naturais a ele inerentes passa a ser uma necessidade imediata, sobretudo na região do semi-árido nordestino onde se busca solução definitiva para a convivência com a seca.

Torna-se imperioso a implantação, em regiões estratégicas do interior de cada estado, de centros de pesquisa e de formação profissional, voltados não só para aprofundar o conhecimento do meio como para adotar medidas e estratégias de capacitação profissional reclamadas por esse meio.

Eles devem se constituir em centros de excelência, irradiadores de conhecimentos, voltados tanto para a formação de técnicos de nível médio e tecnólogos de nível superior, como para o desenvolvimento de pesquisas que apontem para o desenvolvimento da região. Tais centros, ao transmitir conhecimento, deverão prestar, também, por intermédio de seus profissionais e do potencial de seus laboratórios, serviços de assistência tecnológica ao meio.

Entendemos que pela natureza do nosso solo, do nosso clima, da nossa vegetação, dos nossos recursos naturais, de início, deverão ser incentivadas e fortalecidas as ações, no interior dos Estados, que contemplem a formação profissional e assistência tecnológica nas áreas:

- *Tecnologia de alimentos:* produção e industrialização de alimentos, controle e vigilância sanitária dos alimentos, desenvolvimento e controle de qualidade de novos produtos derivados da carne, leite e vegetais.

• *Eletromecânica:* manutenção e operação de equipamentos eletromecânicos, implementos agrícolas, instalações elétricas, projetos e montagens agro-industriais e de irrigação.

• *Recursos hídricos:* gestão dos recursos hídricos, administração de açudes, construção de obras hídricas, perfuração e manutenção de poços profundos, cacimbões, operação e manutenção de elevatórias e adutoras, métodos de reutilização e conservação da água nos sistemas hídricos, medição e monitoramento da água dos sistemas hídricos, conservação de água e energia nos sistemas de irrigação, tratamento da água: dessalinização, desferrificação e desinfecção, recarga dos aqüíferos subterrâneos, métodos de identificação de águas subterrâneas.

• *Irrigação:* projetos, operação e manutenção de sistemas de irrigação com ênfase na fruticultura, produção e conservação de sementes e de mudas, análise e tratamento dos solos.

• *Saneamento ambiental:* sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza pública, lixo, drenagem urbana, controle de poluição urbana e industrial.

• *Mineração, piscicultura, turismo e outros.*

II – CENTRO VOCACIONAL TECNOLÓGICO (CVT)

Trata-se de uma unidade de ensino profissionalizante voltada para a difusão de conhecimentos práticos na área de serviços técnicos e para a transferência de conhecimentos tecnológicos na área de processos produtivos. Assistido por professores e profissionais de alto nível, o CVT tem na sua estrutura uma biblioteca multimídia, sala de videoconferência, computadores ligados à internet, laboratórios de física, química, biologia, matemática, informática, eletromecânica, análise de solos, água e alimentos. Ao observar a vocação da região, ele procura fazer o papel de um centro irradiador de conhecimentos e de informações tecnológicas.

Destina-se, principalmente, àquelas pessoas que não têm mais tempo de receber ensino formal, porque precisam trabalhar, mas que, por não terem profissão definida precisam adquirir novos ensinamentos para entrar no mercado de trabalho.

Para atender essa população, nesse centro, são ministrados cursos informais de cunho prático, nas áreas de serviços técnicos ou de processos produtivos. Por ser informal, estará sempre a serviço da população para informar, formar e tirar dúvidas. São exemplos de cursos:

Na área de serviços técnicos: eletricista reparador, mestre-de-obras, técnico agrícola, bombeiro hidráulico, mecânico, técnico em refrigeração e outros.

Na área de processos produtivos: processamento de frutos, processamento do pescado, processamento de materiais de construção, processamento de alimentos e outros.

Se implantado no interior dos Estados poderá assistir aos alunos e professores das escolas públicas com aulas práticas, e também facilitar os trabalhos de extensão das universidades e instituições de pesquisa.

Pelo porte dos seus laboratórios, estão aptos a prestar assistência técnica ao meio, com serviços de análise laboratorial de água, alimentos e solos.

Seu laboratório de informática ligado à internet, sua biblioteca multimídia e a sua sala de videoconferência formam a rede eletrônica para dar suporte ao projeto de ensino a distância. Por meio dessa técnica, populações distantes, à margem do saber, poderão ter em seus municípios cursos novos e melhores, em diferentes níveis: extensão, especialização, graduação, seqüencial e outros, de modo a atender uma demanda educacional, hoje reprimida, em vários estágios de aprendizagem.

Tal ferramenta de ensino a distância poderá suprir em curto prazo a capacitação de professores leigos, agentes de saúde, agricultores, e outros.

Torna-se, assim, imperiosa, a implantação em regiões estratégicas, no interior de cada Estado, desses centros vocacionais, direcionados não só para aprofundar o conhecimento da região, como para adotar medidas e estratégias de capacitação de sua população, e de assistência tecnológica ao meio.

III – Núcleos de Informações Tecnológicas (NIT)

Tem o papel de resgatar os trabalhos de extensão no país, pelo uso de instrumentos e meios oferecidos pela moderna tecnologia (internet,

videoconferência, ensino a distância e outros). Na sua missão de trazer a informação e o conhecimento, o NIT tem na sua estrutura biblioteca multimídia, computadores ligados à internet, salas de aula, oficinas, e sala de videoconferência.

Visa, sobretudo, assistir aos estudantes e à população trabalhadora local com informações e cursos, inclusive a distância, que fortaleçam a base educacional e tecnológica do município, observando a sua vocação.

Com o objetivo, também, de ser um ponto de atração cultural do município, o NIT, dispõe de um bom auditório para funcionar como espaço de cinema, teatro, videoconferência, cursinho pré-vestibular, e de uma área de lazer para práticas de jogos educativos.

Em suma, é um espaço que além de proporcionar informações no campo da educação, ciência e tecnologia se volta, também, para realizar atividades socioculturais de interesse do município.

Ao interagir com os alunos do município ele procura melhorar a sua formação trabalhando no foco: "empresário do futuro".

Pretende-se assim que o NIT seja uma unidade voltada para a difusão de conhecimentos e para popularização da ciência.

A instalação, nos municípios do interior de cada Estado, desses núcleos, direcionados não só para aprofundar o conhecimento da região, como para proporcionar os meios para o projeto de educação a distância, torna-se imprescindível.

IV – CENTRO DE FORMAÇÃO DE INSTRUTORES

Tal centro, que deverá contar com docentes de alto nível e laboratórios especializados, terá como missão preparar os instrutores dos centros vocacionais tecnológicos que irão ministrar cursos acadêmicos de física, química, matemática, biologia e informática, e cursos profissionalizantes nas áreas de serviços técnicos e de processos produtivos.

V – BOLSAS PARA DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Esse programa de capacitação que tem como base a extensão tecnológica, só terá sua viabilidade assegurada, se for implementado no CNPq

um sistema de bolsas de desenvolvimento regional, voltado para assegurar por um período não inferior a três anos, os trabalhos de assistência tecnológica a serem feitos por bolsistas, que prestarão serviços nos centros vocacionais tecnológicos, nos centros de ensino tecnológico e nos núcleos de informações tecnológicas.

VI – INFOVIAS DO DESENVOLVIMENTO – Redes eletrônicas de informação

As infovias do desenvolvimento são as estradas eletrônicas por onde irão transitar todo o tipo de informação, em forma de texto, som ou imagem. Constituindo-se no processo mais eficaz para encurtar a distância da transmissão do conhecimento, elas são formadas por plataformas eletrônicas, tendo como principais veículos o computador, a televisão e a videoconferência.

As infovias, ao cobrir todo o território, irão suprir, em curto prazo, as deficiências de bibliotecas e dos sistemas de informação das escolas do interior, além de permitir que qualquer cidadão, via computador, tenha acesso às informações do seu interesse, em qualquer área do conhecimento. Desse programa fazem parte os seguintes projetos:

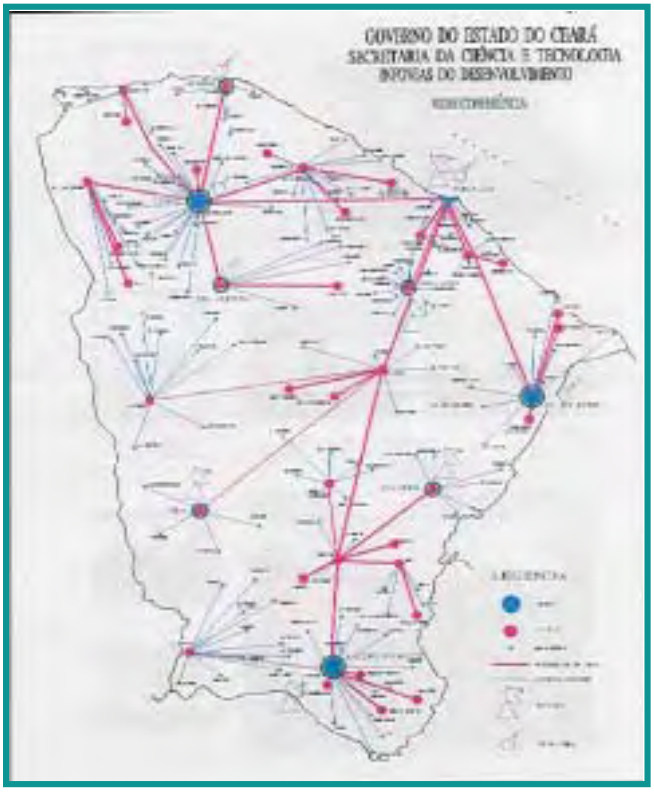
- *Banco de soluções* – a rede eletrônica que formará as Infovias deverá convergir para um grande "servidor" instalado na capital do Estado. Nele estarão ligadas instituições de pesquisa, universidades, profissionais liberais, professores, para formarem o banco de soluções. Tal banco, tem como objetivo atender as consultas dos municípios e dar suporte ao programa educação a distância.

- *Videotecas profissionalizantes* – os trabalhos desenvolvidos pelas universidades e instituições de pesquisa, na área de serviços técnicos ou de processamento de recursos naturais, deverão ser traduzidos para uma linguagem de vídeo, dentro da ótica de "como fazer isso" e distribuídos com todas as escolas públicas.

- *Biblioteca multimídia* – uma biblioteca formada por livros, CD-Rom e vídeo deverá ser implantada, junto ao banco de soluções, de modo a permitir o seu acesso pela comunidade.

• *Educação a distância* – a implantação das redes eletrônicas, com velocidade suficiente para transmitir imagem, som e texto, permitirá que sejam ministrados cursos para o interior dos Estados, em diferentes áreas do conhecimento e em forma de teleconferência.

BACKBONE NACIONAL E
REDE DE VIDEOCONFERÊNCIA DO CEARÁ



4. Recursos para o Programa Nacional

Dimensionaremos, a seguir, os investimentos necessários para a implantação do Programa de Capacitação Tecnológica em todos os Estados, a partir de uma meta de três Centecs e 20 CVTs por Estado.

I. Centros de Ensino Tecnológico (Centec)

Custo das instalações físicas e laboratoriais de um centro para os cursos de tecnologia de alimentos, eletromecânica, recursos hídricos, irrigação e saneamento ambiental ..... R$ 5.000.000,00

Número de Estados 27

Número de Centecs por Estado 3

Total do investimento (27 x 3 x 5.000.000,00) 405.000.000,00

II. Centros Vocacionais Tecnológicos (CVT)

Custo das instalações físicas e laboratoriais de um Centro Vocacional Tecnológico padrão ..... R$ 500.000,00

Número de Estados 27

Número de CVT por Estado 20

Total do investimento (27 x 20 x 500.000) ..... R$ 270.000.000,00

III. Núcleos de Informações Tecnológicas

Custo das instalações de um núcleo ..... R$ 300.000,00

Número de NITs 1000

Total do investimento (540 x 300.000) ..... R$ 300.000.000,00

Investimento Global: I + II + III = R$ 975.000.000,00
Fonte dos recursos: FAT, Fundos setoriais, FNDCT

IV. Bolsas de Desenvolvimento Regional

- **Bolsas para o Centec**

Número de bolsas por Centec 50

Número de Centec (3 x 27) 81

Número total de bolsas dos Centec (81x50) 4.050

Valor médio da bolsa /mês ..... R$ 2.500,00

Valor total da bolsa /ano (2.500 x 12) ..... R$ 30.000,00

Orçamento anual (30.000 x 4.050) ..... R$ 121.500.000,00

- **Bolsas para o CVT**

Número de bolsas por CVT 5

Número de CVT (20 x 27) 540

Número total de bolsas dos CVT (5 x 540) 2.700

Valor médio da bolsa /mês ..... R$ 2.000,00

Valor total da bolsa / ano (2.000 x 12) ..... R$ 24.000,00

Orçamento anual (24.000 x 2.700) ..... R$ 64.800.000,00

- **Bolsas para o NIT**

Número de bolsas por NIT 3

Número de NIT 1.000

Número de bolsas (3 x 1.000) 3.000

Valor da bolsa / mês ..... R$.1.200,00

Valor da bolsa / ano (1.200 x 12) ..... R$ 14.400,00

Orçamento anual (14.400 x 3.000) ..... R$ 43.200.000

Total geral = (Centec+ CVT + NIT) = R$ 229.500.000,00
Fonte de recursos: MCT, FAT

Tecnologia na área de segurança pública aplicada no Departamento de Polícia Federal

*Harley Angelo de Moraes**

O Brasil, no que tange ao desenvolvimento tecnológico, possui realidades que vão da idade neolítica até o século XXI. Isto faz com que entre os problemas de segurança pública aconteçam desde conflitos envolvendo povos indígenas até crimes praticados com o auxílio de computadores.

Essa realidade faz com que os órgãos de segurança pública tenham a necessidade cada vez maior de procurar a modernização de seus recursos, otimizar seus procedimentos e qualificar seu pessoal.

Essa diversidade de demandas, gerada por uma sociedade em permanente evolução, para as boas e as más práticas, impacta profundamente no planejamento dos órgãos de governo relacionados com a segurança.

Os conflitos gerados dentro dessa sociedade, se não devidamente equacionados e resolvidos, colaboram para uma sensação de insegurança, que aliado a um sentimento de impunidade faz com que os conflitos se agravem e esse quadro dificulte, e às vezes impeça, o desenvolvimento da região ou até mesmo do país.

Para que possa haver investimentos em tecnologia na área de segurança pública, devemos primeiramente sair do pensamento que vem desde a Roma antiga, ou seja, que polícia precisa de biga, escudo e lança, que traduzidos para os dias de hoje significam carro, colete e arma.

---

* Harley Angelo de Moraes é perito criminal federal do Departamento de Polícia Federal do Ministério da Justiça.

Deve-se ter uma visão empresarial, visando não o lucro, mas a otimização dos processos para maximizar e potencializar os recursos disponíveis, visto que na sociedade do conhecimento torna-se necessária a adoção de estratégias que permitam executar os serviços demandados com maior qualidade e menor custo, cada vez mais adaptados às necessidades dos nossos "clientes", ou seja, a sociedade.

Entretanto, a estratégia voltada somente para atender as necessidades atuais da sociedade não é suficiente para garantir o sucesso das organizações. O monitoramento do ambiente externo, incluindo novas tecnologias, é de vital importância para que as organizações possam identificar ameaças e antecipar oportunidades que lhe permitam permanecer operativas e funcionais.

Para a sociedade moderna, o problema da segurança está sempre colocado como fator de preocupação, tanto do ponto de vista da segurança pessoal quanto dos transtornos e malefícios da sensação de insegurança. Por isso, os governos são permanentemente cobrados, tanto pela população como pelos setores organizados da sociedade, para que haja maiores investimentos na área. Investimentos estes que devem ser traduzidos não apenas na simples aquisição do trinômio de matérias exposto anteriormente, mas também e principalmente na melhoria dos profissionais, dos procedimentos e dos equipamentos.

Investimentos fragmentados não produzem o mesmo resultado que investimentos planejados e constantes. Somente com o investimento realizado desta forma, utilizando a ciência e a tecnologia é que ocorrerá um aprimoramento na qualidade dos serviços prestados pelos órgãos de segurança pública ao seu consumidor ávido, a sociedade.

Entre os órgãos de segurança pública, o Departamento de Polícia Federal (DPF), conforme previsto na Constituição Federal, é responsável por apurar as infrações penais contra a ordem política e social ou em detrimento de bens, serviços e interesses da União ou de suas entidades autárquicas e empresas públicas, assim como outras infrações cuja prática tenha repercussão interestadual ou internacional e exija repressão uniforme, segundo se dispuser em lei; prevenir e reprimir o tráfico ilícito de entorpecentes e drogas afins, o contrabando e o descaminho; exercer as

funções de polícia marítima, aérea e de fronteiras e exercer, com exclusividade, as funções de polícia judiciária da União.

Dessa forma, é de sua responsabilidade a investigação de crimes tais como a grilagem de terras públicas; a extração ilegal de bens minerais; os crimes ambientais como a biopirataria, o tráfico de animais, os desmatamentos ilegais em áreas sob a tutela do governo federal como as terras indígenas e as unidades de conservação federais; os crimes contra os direitos humanos como o trabalho escravo; o tráfico de armas e drogas; a lavagem de dinheiro; os crimes cibernéticos, entre outros.

Seja nas áreas de polícia técnica e científica ou operacionais, o DPF tem procurado se modernizar, com a otimização de procedimentos, aquisição de materiais e desenvolvimento de sistemas de informação que auxiliem o trabalho policial.

A fim de poder cumprir com suas competências constitucionais e infra-constitucionais, além de prestar apoio operacional a diversos órgãos de governo em suas ações, como Ibama, Funai, Receita Federal, INSS, Incra, entre outros, o DPF tem procurado se modernizar por meio de diversos Programas e Projetos.

Entre os Programas, que têm ação continuada, temos:

- Programa anual de reaparelhamento policial;
- Programa de capacitação de recursos humanos.

Diversos projetos em execução utilizam parcerias de cooperação internacional com órgãos das Nações Unidas como o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Escritório contra Drogas e Crime (UNODC), além de um acordo de cooperação em matéria de segurança pública entre o Brasil e a França.

A cooperação com organismos internacionais tem-se mostrado uma boa opção na implantação de projetos, pois se pode contar com a estrutura, os contatos e a experiência das agências internacionais na elaboração, aprovação e condução dos mesmos.

Utiliza-se também os organismos internacionais para a promoção de troca de experiências entre profissionais da área de segurança pública de diversos países, fazendo com que as diferentes realidades do combate à criminalidade sejam conhecidas e debatidas. Esse intercâmbio, além de salutar para os profissionais, levanta a discussão sobre diversos temas e, por vezes, indica possíveis alternativas de solução para determinados problemas.

A cooperação internacional, às vezes, também se mostra uma alternativa de financiamento dos projetos, visto a dificuldade de obtenção de recursos para o investimento em novos equipamentos e sistemas.

O Projeto de Modernização da Academia Nacional de polícia (ANP) tem por objetivo prover a ANP de meios tecnológicos de ensino presencial e a distância capaz de aumentar a efetividade dos cursos de formação e de aperfeiçoamento. Há um investimento na área de produção de conhecimento que pode ser utilizado no ensino a distância, necessidade em um órgão com unidades espalhadas em todo o território nacional.

Conceitos de relacionamento interpessoal, acústica, iluminação e conforto ambiental foram utilizados para maximizar o interesse, diminuir o estresse aumentar a capacidade de aprender dos alunos.

A qualificação e a valorização do profissional de segurança pública são pilares de qualquer programa consistente de redução da criminalidade. A evolução do crime exige constante aperfeiçoamento dos equipamentos e conhecimentos policiais. Por outro lado, o policial deve ser permanentemente capacitado para servir a sua comunidade. É hoje consenso em todo o mundo que a eficiência da polícia está diretamente ligada a sua proximidade da população e ao grau de confiança alcançado junto à comunidade.

O Projeto de Modernização do Controle e Fiscalização de Produtos Químicos visa fortalecer a área de controle de produtos químicos que podem ser desviados e utilizados na produção de substâncias entorpecentes.

Diversos treinamentos, seminários e palestras foram realizados para treinar os policiais das unidades do DPF. Equipamentos foram adquiridos e um sistema informatizado de controle das empresas que trabalham com produtos químicos controlados está sendo desenvolvido, a fim de comparar

os mapas de produção, comercialização e transporte desses produtos, visando identificar possíveis irregularidades.

Além de projetos específicos de modernização da Academia Nacional de Polícia (ANP) e de Modernização do Controle e Fiscalização de Produtos Químicos, o DPF está implantando os Projetos Pró-Amazônia e Promotec, que visam dotar o DPF de equipamentos e sistemas que incrementam de forma substancial sua capacidade operacional, atuando nas áreas de:

- Telecomunicações;
- Sistemas de informação;
- Criminalística;
- Identificação;
- Transportes;
- Logística;
- Infra-Estrutura

Esses projetos, que contam com um financiamento internacional, têm nas áreas de sistemas de informação e criminalística, uma forte componente de pesquisa e desenvolvimento.

A polícia técnica e científica tem por objetivo materializar a prova do crime, ou seja, recolher os vestígios deixados no local do crime e, por meio de procedimentos que utilizam as mais diversas técnicas, levantar como o crime foi realizado e por quem. O Departamento de Polícia Federal conta com uma diretoria que congrega o Instituto Nacional de Criminalística e o Instituto Nacional de Identificação para realizar esses trabalhos.

Algumas das principais funções dos institutos são:

I. planejar, coordenar, dirigir, orientar, controlar e executar as atividades de identificação humana, relevantes para procedimentos pré-processuais e judiciários, quando solicitado por autoridade competente;

II. centralizar informações e impressões digitais de pessoas indiciadas em inquéritos policiais ou acusadas em processos criminais no território

nacional e de estrangeiros sujeitos a registro no Brasil juntamente com os registros de seus servidores;

III. coordenar e promover o intercâmbio dos serviços de identificação civil e criminal no âmbito nacional;

IV. analisar os resultados das atividades de identificação, propondo, quando necessário, medidas para o seu aperfeiçoamento;

V. colaborar com os institutos de identificação dos Estados e do Distrito Federal para aprimorar e uniformizar as atividades de identificação do país;

VI. desenvolver projetos e programas de estudo e pesquisa no campo da identificação;

VII. planejar, coordenar, supervisionar, orientar, controlar e executar as atividades técnico-científicas de apreciação de vestígios em procedimentos pré-processuais e judiciários, quando solicitadas por autoridade competente;

VIII. pesquisar e difundir estudos técnico-científicos no campo da criminalística; e

IX. promover a publicação de informativos relacionados com sua área de atuação.

O Instituto Nacional de Identificação (INI) tem a finalidade de executar e controlar as atividades relacionadas com a identificação criminal e de estrangeiros no país por meio do uso das impressões digitais e manter os registros criminais.

A fim de equipar o INI e permitir uma atuação mais efetiva no tocante à identificação criminal, utilizando as impressões digitais, e permitir o uso do arquivo datiloscópico na identificação de pessoas que estiveram em locais de crime, por meio dos projetos Pró-Amazônia e Promotec, o DPF instalou no ano de 2004 o Sistema Afis (*Automatic Fingerprint Identification System*) que permitiu a digitalização de todo o arquivo de impressões digitais (até então armazenado em fichas de papel) e a possibilidade de pesquisa nesse banco de dados de impressões digitais, digitalizadas a partir de impressões deixadas em local de crime.

Após a implantação do Afis, secretarias de segurança pública de diversos Estados da Federação se interessaram em fazer um convênio com o DPF, com a finalidade de utilizarem o sistema e alimentá-lo com as fichas criminais contidas nos institutos de identificação dos Estados.

Essa integração de informações criminais e de impressões digitais será um importante passo não só para incrementar a eficiência das investigações policiais, mas também para evitar casos como o acontecido no sul do Brasil, onde uma pessoa foi presa em um Estado e liberada por não constar informação sobre ela no âmbito daquele Estado, enquanto era procurada no Estado vizinho.

Os convênios a serem firmados contam com o apoio do Ministério da Justiça, que tem realizado uma série de contatos, seminários e discussões sobre o tema com as secretarias de segurança pública dos Estados. O modelo de parceria a ser implantado prevê não apenas o compartilhamento de informações, mas também o compartilhamento do custo de manutenção e evolução do sistema, proporcionalmente ao grau de utilização.

A introdução dessa tecnologia alterou profundamente não apenas as instalações do Instituto Nacional de Identificação, que está trocando as antigas máquinas rotativas de fichas de impressão digital em papel pelos computadores que acessam o Afis, mas principalmente a forma e as rotinas de trabalho.

O Instituto Nacional de Criminalística (INC) funciona como um instituto de pesquisa, desenvolvendo metodologia de trabalho, agregando conhecimento técnico-científico para difusão entre suas unidades descentralizadas, por meio do intercâmbio com outras instituições.

A fim de exercer suas atribuições de realizar perícias, a criminalística da polícia federal é dividida em 17 áreas de especialização:

1. Ciências contábeis;
2. Engenharia elétrica;
3. Ciência da computação;
4. Engenharia agronômica;

5. Geologia;
6. Química;
7. Engenharia civil;
8. Ciências biológicas;
9. Engenharia florestal;
10. Medicina veterinária;
11. Engenharia cartográfica;
12. Medicina;
13. Odontologia;
14. Farmácia;
15. Engenharia mecânica;
16. Física;
17. Engenharia de minas.

Cada uma dessas áreas realiza, além dos exames periciais que requerem equipamentos e procedimentos específicos, estudos que visam aprimorar as metodologias empregadas. As pesquisas realizadas e as experiências dos profissionais dos institutos são publicadas em revistas mantidas pelas associações de classe.

No INC estão sendo realizados estudos do uso de sensoriamento remoto, com a utilização de imagens de satélite e de radar, para o incremento da capacidade de solução de crimes nas áreas de engenharia legal e meio ambiente e existem peritos que estão fazendo mestrado na área de DNA para a implantação do novo laboratório.

Uma área que surgiu com grande força nos últimos anos foi a de apuração a crimes praticados com o auxílio do computador, os crimes cibernéticos. Os acontecimentos de fraudes, em que o meio pelo qual os criminosos arquitetam e executam os ilícitos são as redes de computadores, gerando a necessidade dos órgãos de segurança cooptarem e treinarem um novo tipo de policial, formado na área da ciência da computação e com experiência em segurança de sistemas informatizados.

Por se tratar de uma área nova, diversos estudos e pesquisas estão sendo realizados, inclusive treinamentos, cursos e seminários, alguns com a participação de representantes de diversos países, visto que por utilizar o "espaço virtual", um crime pode facilmente ser transnacional.

É uma área em que a colaboração entre a polícia e os órgãos de pesquisa tem-se mostrado mais profícua.

Uma pesquisa que tem sido feita na área de química é o levantamento, por meio de amostras de substâncias entorpecentes apreendidas, dos compostos químicos que são utilizados na sua fabricação. Com a análise dessas amostras está se procurando montar o DNA da droga, ou seja, quais são e de onde vêm os insumos químicos que foram utilizados para sua fabricação.

Os problemas existentes na região amazônica e demais áreas de proteção ambiental revelaram a necessidade da criação de unidades especializadas nesse tipo de crime. Para tanto, o DPF criou delegacias especializadas em crimes ambientais e na área de criminalística, um setor de perícias em meio ambiente. Uma nova metodologia de trabalho está sendo criada, com a necessidade de novos equipamentos e tecnologias que deverão ser desenvolvidos.

Graças aos resultados dos Projetos Pró-Amazônia e Promotec, foi construído e inaugurado no dia 28 de março de 2005, aniversário do DPF, a nova sede do Instituto Nacional de Criminalística, contando com aproximadamente 10 mil metros quadrados de escritórios e laboratórios, que quando totalmente equipados, proporcionarão ao DPF as condições de realizar qualquer exame nas áreas de especialização, anteriormente mencionadas, assim como nas áreas de documentoscopia (estudo dos documentos), balística e DNA.

Ao longo dos últimos quatro anos o DPF tem trabalhado na concepção e especificação de uma nova rede de rádio, comunicação a ser utilizada em todas as regiões onde o DPF possui uma presença fixa e nas áreas de operações policias. Essa necessidade adveio da comprovação, em diversas ocasiões, da fragilidade das redes de rádio da grande maioria dos órgãos de segurança que ainda se utilizam de sistemas analógicos sem uma efetiva camada de segurança.

Os estudos de requisitos operacionais e engenharia-rádio foram realizados em todos os Estados, nas sedes das superintendências regionais do DPF, contando com a participação de policiais das áreas técnicas e operacionais, chegando à conclusão da necessidade de digitalização da rede rádio e do uso intensivo de criptografia.

Essa metodologia de trabalho mostrou-se bastante efetiva para o levantamento de informações com relação à área de cobertura da rede rádio, mas principalmente causou aprovação a participação dos policiais que irão se utilizar dos rádios no seu dia-a-dia, pois a prática mais comum é de que a área técnica localizada na sede faça o trabalho sem uma participação efetiva das pontas.

As regiões de fronteira e a Amazônia têm-se mostrado as mais frágeis do ponto de vista da presença do Estado. Pode-se comprovar isso facilmente, acompanhando o número de ilícitos que ocorrem, principalmente relacionados ao contrabando e aos crimes ambientais.

Como são regiões de grande extensão territorial, apenas com a aplicação de tecnologia será possível realizar um controle e fiscalização efetivos. Para isso, diversas iniciativas estão sendo tomadas para aprofundar o uso de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Devido à baixa densidade de infra-estrutura de telecomunicações presente na região amazônica, é necessário o uso de tecnologias que utilizam propagação de ondas eletromagnéticas a longa distância, como os rádios HF, e os sistemas que se comunicam diretamente com satélites para a transmissão de dados e de voz.

Esse é um desafio ao mesmo tempo tecnológico e logístico: manter o policial que está atuando na região amazônica pronto para operar com eficiência e segurança, pois ser capaz de se comunicar em situações de emergência pode ser a diferença para permanecer vivo em um confronto.

Os órgãos de segurança estão se equipando na medida da disponibilidade financeira de que dispõem, com diferentes instrumentos desde os mais básicos como armamento pessoal até sofisticados sistemas de visão noturna. Porém não é esta "reequipagem" que fará a diferença na qualidade e na eficiência dos serviços prestados à sociedade.

A grande revolução passa pela mudança do conceito de utilizar bancos de dados, repositórios com a "ficha" de muitos indivíduos, para a utilização de sistemas de informação.

Definimos sistemas de informação como sistemas computacionais que por meio de algoritmos específicos de relacionamento e inteligência artificial combinam e realizam uma "mineração" nos dados, transformando-os em informação.

Dessa forma é possível construir sistemas mais eficientes no auxílio à investigação policial, por exemplo, dando indícios de possíveis desvios ou inconsistências em informações prestadas por diferentes indivíduos ou empresas.

Outro ponto importante a ser atingido é a integração desses sistemas entre os vários órgãos de segurança. Atualmente ainda existem banco de dados de diferentes instituições policiais que não estão disponíveis para consulta ou agregação de dados.

O Ministério da Justiça tem trabalhado nesse ponto, em conjunto com as secretarias de segurança pública dos Estados, no sentido de incrementar a troca de informações e o acesso aos sistemas dos diferentes Estados.

Nesse ponto, deve ficar claro que existe um conjunto de informações sensíveis, por vezes até protegidas por meio de sigilo judicial, que devem ficar resguardadas a fim de não prejudicar o curso das investigações e a plena execução de uma operação policial.

Os setores de inteligência já se atentaram para esse fato, e estão trabalhando na construção de um modelo de integração de dados de vários tipos e origens, de forma a potencializar o trabalho dos analistas de caso.

Sistemas especialistas estão sendo construídos a fim de colaborar com o planejamento e controle de operações policiais, aumentando a eficiência, reduzindo o custo e minimizando o risco dos policiais envolvidos.

O DPF tem-se utilizado, ainda, de maneira discreta, mas em um crescendo, das instalações, equipamentos, sistemas e funcionalidades colocadas à disposição pelo Projeto Sivam (Sistema de Vigilância da Amazônia).

O Sivam, que conta com três Centros Regionais de Vigilância (CRV) em Manaus, Belém e Porto Velho, além da sede em Brasília, põe à disposição do DPF, assim como de outros órgãos de segurança que atuam na região dos nove estados da Amazônia Legal um grande conjunto de ferramentas tecnológicas, entre elas aviões equipados com diversos sensores óticos e radar e sistemas de informações com dados recolhidos e consolidados de diversas instituições.

Uma das mais interessantes características do Sivam, além das tecnológicas, é a idéia básica de fazer com que os órgão de governo trabalhem de uma forma integrada, colaborando entre si e compartilhando informações (na medida do possível), meios e equipamentos.

Como propostas para a maior integração entre os órgãos de segurança e as empresas e centros de pesquisa destacamos:

• Aproximação entre as áreas técnico-científicas do DPF com as universidades e centros de pesquisa, de forma a fazer com que os projetos finais, teses de mestrado e doutorado não sejam por muitas vezes apenas exercícios acadêmicos, mas tenham um objetivo específico e prático. Essa aproximação, sem dúvida, trará benefícios tanto para a polícia, que contará com a produção acadêmica voltada para seus assuntos de interesse, quanto para as universidades e centros de pesquisa, que terão seus alunos focados na solução de problemas práticos que afetam a sociedade.

• Convênio com empresas para o desenvolvimento compartilhado de sistemas de inteligência de sinais;

• Convênio com institutos de pesquisa e estatística para a elaboração de índices que expressem a atividade policial.

Ante o exposto, vemos que os órgãos de segurança pública estão empenhados em ampliar sua eficiência e eficácia por meio de investimentos em tecnologia. Isso se faz extremamente necessário pois é sabido que a sensação de insegurança faz com que a sociedade se retraia, temendo realizar investimentos contínuos em áreas onde a densidade de crimes seja elevada.

Isso nos coloca diante de uma relação que facilmente pode ser percebida, de que a segurança é um dos fatores que permitem o

desenvolvimento, ou sua ausência contribui decisivamente para a estagnação e decadência da sociedade.

Infelizmente nem sempre isso é reconhecido ou colocado como prioridade, visto as dificuldades que vários órgãos de segurança pública enfrentam quando vão reivindicar recursos para investimento e custeio.

A fim de aumentar a segurança da sociedade, devemos aumentar a capacidade dos órgãos de segurança pública, e, para aumentar essa capacidade, a melhor alternativa é o investimento em tecnologia, pois somente dessa forma podemos conseguir um desenvolvimento sustentável, que não seja frágil e possa sofrer descontinuidade devido a acontecimentos que abalem a sensação de segurança da população.

A segurança pública é um dos problemas sociais que mais afligem o cidadão brasileiro nos dias de hoje. Trata-se de um problema complexo que, para ser definitivamente resolvido, exige ações diversificadas, particularmente no que se refere à melhoria da qualidade de vida da população em geral. Não obstante, os órgãos de segurança pública são elementos essenciais nesse processo de melhoria. Sua modernização tecnológica, aumenta a eficiência e a eficácia do trabalho policial, permitindo um melhor convívio social e a conseqüente desenvolvimento da sociedade.

Cidadania em C,T&I: uma mudança de paradigma

Irma Rossetto Passoni[*]

"Neste meio século não parece que os governos tenham feito pelos direitos humanos tudo aquilo a que moralmente estavam obrigados. As injustiças multiplicam-se, as desigualdades agravam-se, a ignorância cresce, a miséria se alastra. A mesma esquizofrênica humanidade capaz de enviar instrumentos a um planeta para estudar a composição das suas rochas assiste indiferente à morte de milhões de pessoas pela fome. Chega-se mais facilmente a Marte do que ao nosso próprio semelhante.

Alguém não anda a cumprir o seu dever. Não andam a cumpri-lo os governos, porque não sabem, porque não podem, ou porque não querem. Ou porque não lho permitem aquelas que efetivamente governam o mundo, as empresas multinacionais e pluricontinentais cujo poder, absolutamente não democrático, reduziu a quase nada o que ainda restava do ideal da democracia.

Mas também não estão a cumprir o seu dever o de cidadãos que somos. Pensamos que nenhum dos direitos humanos poderão subsistir sem a simetria dos deveres que lhes correspondem e que não é de esperar que os governos façam nos próximos 50 anos o que não fizeram nestes que comemoramos. Tomemos então, nós, cidadãos comuns, a palavra. Com a mesma veemência com que reivindicamos direitos, reivindiquemos também '**o dever dos nossos deveres**'. Talvez o mundo possa tornar-se um pouco melhor".

José Saramago, discurso[1] da cerimônia de entrega do Prêmio Nobel de Literatura (grifo nosso).

---

[*] Irma Rossetto Passoni é gerente executiva do Instituto de Tecnologia Social.

[1] Publicado no jornal *Folha de S. Paulo*, em 12 de dezembro de 1998.

Estas palavras do escritor português José Saramago, pronunciadas no dia 11 de dezembro de 1998, quando se cumpria o 50º aniversário da Declaração Universal dos Direitos Humanos, fornecem toda uma simbologia para o tema proposto para esta intervenção: a cidadania em relação às políticas de C,T&I orientadas para a inclusão social.

Os convidados a debater este tema na 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – entre eles, representantes da academia, de centros de pesquisa, organizações não-governamentais, setores empresarial e público – expressamos a convicção de assumir "o dever dos nossos deveres" como cidadãos e como participantes da construção das políticas brasileiras em C,T&I, que desde a primeira edição desse evento têm procurado destacar a dimensão cidadã das mesmas.

Dentro da preocupação "Como usar C,T&I para inclusão social?", proposta pela organização da 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, coube ao Instituto de Tecnologia Social a reflexão sobre cidadania. O tema encontra-se na base de todos os demais assuntos para os quais os participantes da Conferência voltam seus olhos ao discutir inclusão social: educação, emprego e renda, habitação, meio ambiente, saúde e segurança. Para dar conta do desafio de avaliá-lo, sob o prisma da C,T&I, vale levantar algumas provocações iniciais: de que forma a cidadania pode estar presente nas políticas de C,T&I, especialmente quando se pretende reforçar o compromisso com a inclusão social? Como poderia ou deveria estar sendo construída essa relação? Quais problemas e avanços encontramos?

1. Cidadania em C,T&I

Em relação a essa proposta, pareceu-nos por bem resgatar, entre a grande constelação de referências conceituais que a cidadania carrega, três dimensões ou aspectos da mesma, que correspondem a tradições históricas diversas, mas que neste momento não convém separar. Em primeiro lugar, referimo-nos à cidadania compreendida na expressão "direitos humanos", estendendo a reflexão para aqueles aspectos da cidadania relacionados à democratização, distribuição eqüitativa de bens públicos, igualdade de oportunidades e de acesso à educação, saúde, alimentação, saneamento, etc. Em segundo lugar, destacamos a relevância do direito humano ao conhecimento e à C,T&I. Em terceiro lugar, tratamos da cidadania contida nas expressões "cidadania ativa", participação cidadã ou participação pública.

C,T&I E DIREITOS HUMANOS

A preocupação com o reconhecimento e a efetivação plena da cidadania constitui uma das aspirações supremas do nosso tempo. A cidadania trata de afirmar que todos os seres humanos têm dignidade e esta se expressa e se vive, individual e coletivamente, por meio de valores como a liberdade, a justiça, a igualdade, a solidariedade, a cooperação, a tolerância, a paz, cruciais para definir o que chamamos cidadania.

Cidadania e direitos humanos se complementam. A cidadania plena não pode ser assegurada sem as quatro gerações de direitos existentes[2], que correspondem aos bens indispensáveis à vida com dignidade, assim como ela não existe sem a prática da democracia, entendida aqui como regime onde há pleno respeito pelos direitos humanos. A cidadania é, além do mais, consciência sobre os deveres e os direitos de cada um e de todos; ela implica uma vontade permanente de aperfeiçoar, propiciando uma religação do ser humano com o sentido de comunidade, partilha, participação e solidariedade.

A solução dos problemas sociais, o bem-estar da população e o desenvolvimento cultural e socioeconômico do país aparecem na Constituição brasileira de 1988 não como objetivos desconectados, mas sincrônicos com a promoção de Ciência e Tecnologia:

Art.218 – O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas.

§ 1º – A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências.

---

[2] A afirmação do direito à vida funda as quatro gerações de direitos que conhecemos:

- A **primeira geração** dá conta dos direitos civis e das liberdades individuais, como os direitos de ir e vir, de propriedade, de segurança e integridade física, de justiça, expressão e opinião.
- A **segunda geração** refere-se aos direitos sociais, econômicos e culturais: os de caráter trabalhista, como salário justo, férias, previdência e seguridade social, e os de caráter social mais geral como saúde, educação, habitação, acesso aos bens culturais, igualdade material etc.
- A **terceira geração** diz respeito aos direitos coletivos da humanidade, os direitos de solidariedade e fraternidade, como direito à paz, ao desenvolvimento, à autodeterminação dos povos, ao patrimônio científico, tecnológico e cultural da humanidade, ao meio ambiente ecologicamente preservado.
- A **quarta geração** de direitos trata do direito da humanidade à democracia, à informação e ao pluralismo.

§ 2º – A pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. (...)

Art.219 – O mercado interno integra o patrimônio nacional e será incentivado de modo a viabilizar o desenvolvimento cultural e socioeconômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do país, nos termos de lei federal.

Sendo assim, como ponto de partida para avançar na construção de respostas à premissa da cidadania, seria importante avaliar: no que a Ciência, a Tecnologia e a Inovação estão respondendo aos problemas mais prementes da nossa sociedade? De que forma contribuem para melhorar a qualidade de vida da população, e produzir um amplo impacto de transformação social, que vise ampliar a cidadania a todos os brasileiros? Qual 'inteligência' está sendo alocada para garantir a relação entre C,T&I e o Estado de Direito, conforme assegura a Constituição?

Somos, hoje, mais de 180 milhões de brasileiros. Calcula-se que 40% da população do país vive com renda familiar *per capita* inferior a R$ 5 por dia, considerada insuficiente para cobrir despesas com alimentação, transporte, moradia, educação e saúde[3]. Qualquer perfil traçado pelo recorte "frio" das estatísticas nos bastará para mostrar que os direitos de comer, morar, ter acesso à água potável e rede de esgoto, à saúde e à educação de qualidade, de trabalhar e ter renda para uma vida digna, condições básicas para que se exerça a cidadania, não alcançam uma parcela considerável da sociedade brasileira e mundial.

Qual a relação da Ciência e Tecnologia com esse conhecido e grave quadro social?

Apesar de não dispormos de mecanismos adequados e suficientemente precisos que permitam calcular em que medida os "avanços" na área de C,T&I repercutem positiva ou negativamente no combate às carências sociais e na garantia dos direitos humanos, podemos conjeturar que esse imenso contingente de brasileiros que sofre diversas formas de exclusão, além de gozar em menor proporção dos proveitos da C,T&I, provavelmente padece, proporcionalmente, em maior grau, os males de origem tecnológica, bem como as decorrências dos impactos ambientais.

[3] Dados publicados em *Crescimento e Pobreza*, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

O modelo de desenvolvimento brasileiro tem operado, reiteradamente, acreditando que a relação entre C,T&I e inclusão social se daria de maneira automática. A rigor, desconhecemos exatamente como se foi dando essa relação pela falta de indicadores de impacto social da C,T&I. Salta aos olhos, no entanto, um abismo entre esses dois universos, que se mantiveram, tradicionalmente, em compartimentos estanques, sem vasos comunicantes explícitos.

As dificuldades em enfrentar essa questão ganham expressão, primeiramente, pela constatação de que existem inúmeras demandas sociais para as quais, atualmente, não se está produzindo soluções.

Em grande parte, isso se explica pelo fato de elas não possuírem um argumento econômico facilmente visível, que justifique a alocação de esforços e investimentos em seu favor, pelo menos de acordo com os mecanismos de "medição" de resultados dos quais dispomos hoje (eles servem, por sua vez, a uma lógica econômica, a lógica do mercado, do lucro das grandes empresas e do crescimento econômico). Como é difícil medir a riqueza social envolvida na criação dessas soluções, que visam atender às carências da população, observando valores como participação, emancipação, empoderamento etc., muitas vezes elas se tornam "invisíveis"[4] sob os olhos dos economistas (ou pelos indicadores válidos hoje).

A ausência de indicadores como esses é apenas uma pista das dificuldades que se encontram no caminho para se construir políticas de interesse público que coloquem em evidência o "lugar" da C,T&I no esforço para a promoção da cidadania e da inclusão social.

Porém, o esforço para criar uma maior consciência e sensibilização sobre o papel da C,T&I e do direito ao conhecimento na promoção de um desenvolvimento mais justo e eqüitativo se evidencia, aos poucos, como pauta de uma agenda social, tanto em nível nacional quanto global.

Desde a década de 70[5], vem-se aprofundando a percepção de responsabilidade compartilhada – que todos nós temos – em relação à biosfera e ao uso de seus recursos vitais, aos segmentos sociais desfavorecidos

---

[4] idem.

[5] Já em 1975, a Resolução n.º 3384 da *Declaração sobre o Uso do Progresso Científico e Tecnológico no Interesse da Paz e em Benefício da Humanidade*, proclamada pela Assembléia Geral das Nações Unidas em 10 de novembro, da qual o Brasil é signatário, determinava que: "(...) Todos os Estados adotarão medidas com o objetivo de garantir que os progressos da ciência e da tecnologia sirvam para satisfazer

pelo atual modelo de desenvolvimento e à qualidade de vida que queremos legar para as gerações futuras. Logo, essa consciência traria para o centro da agenda internacional a necessidade de se reavaliar o alcance das ações tomadas em nome do "progresso" e seus impactos econômicos, ambientais, sociais e culturais. A Ciência, a Tecnologia e a Inovação participam dessa re-configuração dos termos do debate, que vem moldando, no horizonte, uma nova imagem do ser humano.

Essa nova relação entre C,T&I e Sociedade implica em preocupações, tais como: 1) avaliar os riscos sociais das tecnologias (energia nuclear, resíduos tóxicos, fertilizantes químicos); 2) "contabilizar" as implicações éticas (uso comercial da informação genética, experimentação com embriões humanos etc.); 3) debater os usos de descobrimentos científicos ou inovações tecnológicas e 4) promover a distribuição eqüitativa de recursos e custos sociais e ambientais[6].

Nos últimos anos, emerge com força uma nova preocupação com os impactos e os riscos sociais das atividades de C,T&I, bem como a exigência de um compromisso explícito das instituições dessa área com a produção de soluções para demandas sociais. Já são passos importantes no caminho para aproximar C,T&I e a meta da inclusão social.

Como fruto dessas preocupações, a Organização de Estudos Ibero-Americanos, por intermédio da Red de Indicadores de Ciencia y Tecnologia (Ricyt), dedica-se desde 1995 a construir indicadores de impacto social, assim como de percepção, cultura científica, e participação cidadã em C,T&I, colocando na conta do "bolo" a meta da inclusão social. Algumas instituições no Brasil já se interessam em produzir avaliações de impacto social dos projetos de C,T&I (na Embrapa, por exemplo). Ainda não constituem uma sistemática, mas já sinalizam essa preocupação. Durante seminário da Ricyt, realizado em São Paulo, em agosto de 2004, foi criada também uma Sub-rede de Indicadores de Impacto Social da Ciência e Tecnologia, de cuja coordenação a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) passou a participar.

---

as necessidades materiais e espirituais de todos os setores da população. (...) Todos os Estados adotarão medidas próprias para estender a todas as camadas da população os benefícios da ciência e da tecnologia e a protegê-los, tanto na área social como material, das possíveis conseqüências negativas do uso indevido do progresso científico e tecnológico, inclusive sua utilização indevida para infringir os direitos do indivíduo ou do grupo, em particular em relação com respeito à vida privada e à proteção da pessoa humana e sua integridade física e intelectual."

[6] CEREZO, José A. Lopez; SANZ, José A. Méndez, Participación Pública en Política Tecnológica: Problemas y Perspectivas, Revista Arbor nº 627/março 1998.

A sociedade civil organizada tem desempenhado papel bastante significativo para o amadurecimento dessa discussão, articulando-se e mobilizando-se com o objetivo de ressaltar e legitimar a contribuição de outros atores, não somente as instituições que sabidamente estão inseridas no sistema de C,T&I, como produtores de conhecimento.

Entre outras contribuições, as organizações da sociedade civil trabalham para construir essa outra "contabilidade" do desenvolvimento que queremos para a nação, o mundo, as gerações futuras, já que buscam ressaltar que as demandas da sociedade também podem adquirir potencial econômico, capacidade de gerar rentabilidade, e esta precisa ser calculada, tornar-se visível, de modo a estimular, cada vez mais, a criação de soluções inovadoras e de canais de apoio em seu favor.

Como exemplo podemos citar as soluções participativas criadas pelo Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca) e pelo Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá[7] para o manejo da floresta e da caatinga. Eles mostram uma nova dinâmica econômica e cidadã, uma cadeia de produção sustentável, que leva em conta geração de renda familiar, estímulo à experimentação, capacitação dos agricultores, participação, difusão dos princípios da produção agroecológica, visando o fortalecimento da cidadania e melhoria da condição de vida. Nesses casos, a produção de conhecimento tradicional adquire um papel importante, tem valor econômico, participa da cadeia produtiva e contribui enormemente para criar soluções para a promoção de um modelo sustentável de agroecologia.

Também são momentos relevantes dessa trajetória, que merecem ser lembrados, a realização do simpósio "Papel e Inserção do Terceiro Setor no sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação", durante a 2ª Conferência Nacional de C,T&I, em 2001, evento do qual resultou o Livro Branco, com propostas estratégicas do governo para os rumos da C&T em um período de

[7] O Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (Reca) surgiu com a associação de pequenos agrossilvicultores, em 1987, na divisa do Acre com Rondônia. Implantado em 1989, o projeto adota o sistema agroflorestal como principal modelo de uso e manejo do solo. Já o Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá, criado em 1994, em Recife, visa construir um modelo de agricultura familiar sustentável, desenvolvendo e difundindo sistemas de produção agroecológicos e elaborando propostas de políticas públicas. Atua em assessoria e apoio a pequenos agricultores, monitoramento de políticas públicas, capacitação e assistência técnica.

dez anos; e além dele, as duas edições do Seminário "Papel e Inserção do Terceiro Setor na Construção e Desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação", em 2002 e 2003, contando com a participação de 40 e 100 organizações não-governamentais, respectivamente. A criação da Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social (Secis), do MCT, a partir de reivindicação dos segmentos organizados da sociedade, veio sinalizar também maior abertura e disponibilidade de diálogo do poder público com a sociedade, na área de C,T&I.

Então, quando a 3ª Conferência Nacional de C,T&I abre espaço em sua programação para discutir: "Como usar C,T&I para promover inclusão social?", trata-se, sem dúvida, de mais uma iniciativa importante para estimular a reflexão e reforçar o diálogo entre diversos atores, procurando construir diretrizes e propostas que reforcem a compreensão de C,T&I como instrumental estratégico para promover os direitos fundamentais do cidadão.

O reconhecimento dessa pauta vem, por sua vez, na esteira de outras conquistas que as edições anteriores do evento conseguiram impulsionar, a exemplo da criação dos Fundos Setoriais de Desenvolvimento Científico e Tecnológico[8], instituídos após a 1ª Conferência Nacional de C,T&I, em 1985, e a implementação do Programa Institutos do Milênio[9], em 2001.

Nessa conjuntura nacional e mundial, cada vez mais, o interesse cidadão em participar da tomada de decisões em políticas públicas toma relevância. Todos esses fatores vêm convergindo para compor a base da recente sensibilização pública em relação à mudança do paradigma tecnológico. "Como resultado, as relações entre ciência, tecnologia e

---

[8] "Os Fundos Setoriais têm como objetivo garantir a ampliação e a estabilidade do financiamento para a área (de C,T&I) e, em simultâneo, a criação de um novo modelo de gestão, fundado na participação de vários segmentos sociais, no estabelecimento de estratégias de longo prazo, na definição de prioridades e com foco nos resultados." Mais informações em: <http://www.mct.gov.br/Fontes/Fundos/>

[9] "O Programa Institutos do Milênio é uma iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia executada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), visando ampliar as opções de financiamento de projetos mais abrangentes e relevantes de pesquisa científica e de desenvolvimento tecnológico. (...) O programa tem um modelo inovador, que integra grupos de pesquisa em redes, potencializa a base nacional instalada de laboratórios, favorece a integração com centros internacionais de pesquisa e impulsiona a desconcentração do conhecimento, em benefício das regiões brasileiras menos avançadas nos setores científico e tecnológico." Mais informações em: <http://www.mct.gov.br/prog/padct/PADCT_III/IMilenio.htm>

sociedade se encontram, hoje, em processo de renegociação política"[10]. O que está na base dessa discussão é, enfim, um novo contrato entre instituições e atores de Ciência, Tecnologia e Inovação e a Sociedade. Nessa conjuntura, o ser humano e a consolidação de seus direitos surgem como o grande salto de qualidade para o que chamamos de inovação.

Conhecimento como direito humano

Considerar o conhecimento como um dos bens relacionado à cidadania significa compreendê-lo como uma condição indispensável para garantir a vida humana digna, em especial se considerarmos a inserção das pessoas na Sociedade da Informação e o caráter "estratégico" que esta questão enseja nesse contexto. O direito ao conhecimento implica o acesso e o usufruto ao padrão de vida criado pelo instrumental da ciência e da tecnologia, em uma proporção condizente e satisfatória com a cultura do nosso momento histórico; o direito a acompanhar e participar do "desenvolvimento" viabilizado pelo patrimônio científico e tecnológico da humanidade, atualmente distribuído de maneira desigual.

Encara-se, além disso, o desafio de incluir na agenda da sociedade o direito de produzir o conhecimento, de assegurar não apenas que a partilha dos avanços gerados pelo sistema de C,T&I seja mais equânime e o acesso estenda-se, enfim, à "ponta final", aquela que alimenta e dá sentido a todo o resto: o ser humano (falando, mais especificamente, da parcela excluída), mas também que este ser humano se reconheça e possa ser reconhecido como inventor, cidadão criador, capaz de elaborar e acumular saberes na busca por responder às dificuldades de sua realidade, respeitando as condições materiais, ambientais e culturais que lhe são específicas, e muitas vezes insuficientes.

Estender os bens da ciência e da tecnologia a todos e compreender o saber não como privilégio, mas como direito, é a faceta mais premente desse desafio. Além de ferramenta para alcançar conquistas materiais, o conhecimento é também fonte de realização e felicidade para o ser humano, quando este passa a se entender como matriz de ação inteligente, construtor de soluções que podem melhorar efetivamente sua condição de vida.

---

[10] CEREZO, José ª Lopez; SANZ, José ª Méndez, Participación Pública en Política Tecnológica: Problemas y Perspectivas, Revista Arbor nº 627/março 1998.

Tecnologia Social como Direito Humano

Pensar em "tecnologia", atribuindo a ela o adjetivo "social" significa postular pela ampliação do que se compreende como C,T&I e reconhecer a necessidade de pensá-la tendo por referência alguns critérios, tais como democracia, justiça social e desenvolvimento humano.

O conceito de Tecnologia Social (TS)[11] chama atenção para toda uma população de inventores capaz de criar e gerir iniciativas bem-sucedidas localmente, que representam soluções para a inclusão social e a melhoria das condições de vida, de forma a garantir bens e resultados materiais, mas principalmente um processo (TS é principalmente um "modo de fazer"). Processo este que se fundamenta na participação democrática, gera produção e distribuição de conhecimentos e aprendizagens por todos os atores envolvidos – o que significa, por sua vez, capacitação e empoderamento da população, possibilitando a sustentabilidade e caminhando, assim, para uma transformação da sociedade.

É por essas características que é possível vincular o conceito de TS à ampliação da cidadania, pois ela possibilita a aprendizagem, a apropriação – por parte daqueles que historicamente não tiveram acesso à cultura de C,T&I – de instrumentos de conhecimento e a transformação da realidade, ampliando os horizontes da ação social.

---

[11] O conceito de TS é fruto de um trabalho coletivo, articulado pelo ITS, ao longo de 2004, e que encontra sustentação e legitimidade no diálogo, na participação e na partilha de aprendizagens entre diversos atores da sociedade: ONGs, associações comunitárias, institutos de pesquisa, universidades, poder público e órgãos financiadores de C,T&I. A metodologia utilizada para elaborar esse conceito combinou pesquisas, análise de práticas de TS e promoção de oficinas em que tais experiências foram discutidas e aprofundadas. O conceito produzido ao final dessa bateria de atividades foi organizado em quatro eixos: princípios, definição, parâmetros e implicações. Os *princípios* são proposições elementares que perpassam e servem de fundamento à noção de TS. Pode-se entender TS como: "Conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida". Os "parâmetros" são aqueles elementos e componentes que permitem identificar ações/experiências/práticas como Tecnologias Sociais, são os ingredientes que as tornam TS; a identificação de parâmetros tem como objetivo construir uma base para futuros critérios de análise de ações sociais. Acreditando que conceitos servem como instrumentos analíticos, que nos permitem realçar aspectos da realidade (em detrimento de outros) e entendê-la a partir de uma determinada ótica, em relação às "implicações do conceito", são destacados alguns aspectos da realidade que a noção Tecnologia Social sublinha, que abordam: (1) a relação entre produção de C&T e Sociedade, (2) uma direção para o conhecimento, (3) um modo específico de intervir diante de questões sociais. Mais informações no "Caderno de Debate", publicado pelo ITS em novembro de 2004, disponível em: www.itsbrasil.org.br.

A noção de tecnologia social vem reivindicar a valorização dos saberes populares e a sensibilização explícita por parte das entidades que integram o sistema de C,T&I para o diálogo entre os saberes (populares e científicos). Não é por outra razão que a noção de TS tem como princípios: aprendizagem e participação são processos que caminham juntos; a transformação social implica compreender a realidade de maneira sistêmica; a transformação social ocorre na medida em que há respeito às identidades locais; e todo indivíduo é capaz de gerar conhecimento e aprender a partir do momento que está inserido numa cultura e em contato com o mundo.

Além disso, o conceito de TS pode nos ajudar a refletir sobre quais seriam os termos para uma relação entre Produção de C,T&I e Sociedade mais comprometida com a transformação social. Sobre essa relação, as implicações do conceito destacam que: a produção científica e tecnológica é fruto de relações sociais, econômicas e culturais, e portanto, não é neutra; as demandas sociais devem ser fonte privilegiada para as investigações científicas; a produção de conhecimento deve estar comprometida com a transformação da sociedade, no sentido da promoção da justiça social; é necessário democratizar o saber e ampliar o acesso ao conhecimento científico; é fundamental avaliar os riscos e impactos ambientais, sociais, econômicos das ações científicas e tecnológicas.

Qual o diagnóstico sobre a realização do direito humano ao conhecimento, à C,T&I, à tecnologia social?

De forma semelhante aos comentários realizados em torno da vinculação entre a C,T&I e os direitos humanos, deve-se notar que ainda não dispomos de indicadores para medir o grau de desigualdade na distribuição da Ciência e Tecnologia, similares aos relativos à distribuição de renda. Mas, se supormos que o conhecimento e a apropriação da C,T&I representam hoje, talvez, o principal meio de produção de valor econômico, é bem provável que estejamos diante de uma desigualdade de distribuição de C,T&I ainda maior do que a tristemente detectada em relação à renda.

PARTICIPAÇÃO CIDADÃ

A participação cidadã ou participação pública ressalta o direito a participar, a ter voz e vez, a influir nos destinos das políticas públicas. Trata-se de um direito fundamental relacionado à cidadania, uma vez que é, talvez, a característica mais relevante da democracia.

Além da valorização da cidadania como fundamento e ideal de sociedade e convivência humanas, ela se destaca como poderoso instrumento de implementação de políticas públicas. Efetivamente, tanto nos ambientes políticos mais diversos como entre os técnicos especialistas em políticas públicas, observa-se um crescente reconhecimento da importância da cidadania não apenas como alicerce jurídico institucional, mas também por seu potencial operativo, por sua capacidade de estimular que a formulação, a implementação e a abrangência das políticas públicas se desenvolvam de forma mais eficiente e sólida.

Nesse sentido, dependerá em grande parte do grau de cidadania ativa ou participativa a qualidade de vida e bem-estar da sociedade. Conforme pontuou o economista Amartya Sen[12], Prêmio Nobel de Economia de 1998, a presença de "grandes fomes" para uma parte da sociedade, por um período determinado, explica-se menos pela escassez ou diminuição da produção de alimentos – como se esperaria que um economista politicamente correto justificasse – do que pela fragilidade da democracia. Isto é, as fomes (de conhecimento, inclusive) tendem a ser superadas ou minimizadas nas sociedades em que há democracia e participação cidadã.

Qual o diagnóstico sobre a participação cidadã em relação ao direito humano ao conhecimento, à C,T&I e à tecnologia social?

Em primeiro lugar, é forçoso admitir que o direito ao conhecimento e à C,T&I, inclusive na sua relação com a inclusão social, goza ainda de baixo nível de mobilização e organização por parte da sociedade brasileira. Excetuando a inserção este direito à C,T&I nas reivindicações empreendidas pelas organizações que atuam nas áreas de meio ambiente, ecologia e educação, ele ainda não conseguiu sensibilizar a sociedade brasileira, o que contrasta com as lutas históricas, até heróicas, por outros direitos humanos, como a luta pela terra e moradia.

Por esse motivo, não surgiram significativas reivindicações populares ou demandas sociais em torno da C,T&I que tenham sido transformadas, na arena política, em fóruns ou canais de participação cidadã no âmbito das políticas públicas em C,T&I.

Seria possível, nesse contexto, não errar ao imaginar também que as decisões relativas às políticas públicas em C,T&I tenham sido,

[12] Ver SEN (2000).

tradicionalmente, tomadas em círculos restritos, políticos, econômicos ou científicos.

Embora pese essa avaliação mais geral, deve-se destacar a mobilização de organizações da sociedade civil em torno da questão da tecnologia social, assim como a abertura de espaços desde a 2ª CNCT, já mencionada.

2. Sugestões, recomendações, propostas:

1. Adotar como fundamento das políticas de C,T&I um novo conceito de ciência e tecnologia, que inclua, dinamicamente, sua dimensão social como expressão de cidadania. Para suportar o enorme desafio de assumir a cidadania e a inclusão social como referências da ciência e tecnologia, serão necessários novos alicerces conceituais que fundamentem a extensão, a intensidade e o volume das políticas – públicas ou privadas – de C,T&I, indispensáveis para viabilizar as novas práticas desejadas.

Nesse sentido, pela trajetória realizada até essa 3ª Conferência Nacional de C,T&I, pelos avanços recentes na decisão de estreitar a relação entre a CT&S e a inclusão social, tudo aponta a que a sociedade brasileira já se prepara para adotar o que vem sendo chamado – seja nas reflexões acadêmicas, seja na elaboração de políticas – o enfoque C,T&S – Ciência, Tecnologia e Sociedade[13]. Incluindo a Inovação, resulta C,T,S&I.

Esse modelo parte do reconhecimento do contexto social da Ciência e Tecnologia, assim como da legitimidade dos diversos atores sociais e seus interesses para que disputem a apropriação do patrimônio científico e tecnológico, inclusive dos grupos sociais formados pelos cientistas e pesquisadores.

Ao mesmo tempo, e desde o ponto de partida, esse enfoque social da ciência carrega o compromisso de assumir as necessidades ou carências da população – e não apenas as demandas do mercado – como parte dos problemas que têm por missão resolver. Nessa linha, a contribuição com o bem-estar e a qualidade de vida para todos torna-se finalidade da ciência. Esse enfoque reconhece, também, a dimensão democrática e cidadã que deve reger os conflitos e disputas no interior do sistema de C,T,S&I.

[13] LÓPEZ CEREZO, José A. (1998); LÓPEZ CEREZO, José A. e LUJÁN, José Luis (2002).

Busca, assim, superar a anterior concepção linear da ciência e as práticas políticas correlatas que ela fundamentou, nas quais a suposta neutralidade da ciência e a automaticidade prevista dos seus benefícios sociais se revelaram no mundo todo inconsistentes cientificamente, cheios de perigos e de riscos para a humanidade, profundamente ingênuos, marcadamente ideológicos e, sobretudo, indutores de maiores desigualdades entre os seres humanos.

Esse novo conceito de ciência, socialmente regulada e orientada ao bem-estar social, não acentua a separação entre o saber científico e o saber popular. Antes, inclui o saber popular como parte significativa da cultura de Ciência e Tecnologia, na solução de problemas enfrentados pelas comunidades.

Por último, desse novo enfoque da ciência espera-se que altere os processos, muitas vezes ocultos, que insistem em reproduzir a desigualdade na apropriação do conhecimento e de seus benefícios. Deve ter força – não pouca – para contrapor-se às dinâmicas tradicionais de gestão, financiamento e distribuição da ciência e tecnologia, fazendo andar de forma diferente as políticas de democratização da C&T e contribuindo, mediante uma nova lógica social, com a diminuição das desigualdades.

2. Integrar na política de C,T,S&I a orientação prioritária de inclusão social. Trata-se de uma diretriz que deve perpassar todo o sistema de C,T,S&I e que deve receber o status de "estratégica", isto é, de uma articulação buscada, pensada e executada de forma consciente em todas as fases da política.

2.1. Cuidados especiais devem ser tomados para não se cair na armadilha de montar dentro do sistema de C,T,S&I, mesmo que inconscientemente, o mecanismo das "duas velocidades". Nesse formato, o "S" do sistema C,T,S&I ou "a orientação de inclusão social" funciona apenas como um compartimento, separado do resto, especialmente dos projetos prioritários ou estratégicos, sendo de ínfima importância em relação a eles. Por esse motivo, a polarização de duas categorias de projetos, os estratégicos e os sociais, faz com que a "inclusão social" se desenvolva num ritmo ou "velocidade" significativamente menor. Ao não acompanhar a "velocidade" do desenvolvimento dos projetos prioritários, a brecha entre o pólo estratégico e o pólo social acentua-se e alarga-se.

2.2. De forma semelhante, a política de C,T,S&I deve se preparar para evitar a política de regulação estática da orientação de inclusão social dentro das políticas de C,T,S&I. Apesar de esse funcionamento prever, sim, uma orientação de inclusão social dentro das políticas de C,T,S&I e contemplar projetos para a parcela excluída da população, estes se mostram insuficientes para provocar mudanças efetivas na dinâmica de regulação social da apropriação dos conhecimentos e dos processos que perpetuam a distribuição desigual dos bens gerados pela C,T&I. Elas não alteram os processos de democratização da ciência e tecnologia e, conseqüentemente, mantêm estável e perpetuam a tradicional relação entre C&T e inclusão social.

2.3. Implantar um programa de Tecnologia Social dentro das políticas prioritárias de C,T&I pela sua proximidade de atuação junto à população excluída, pela eficácia de impacto social de suas ações e pela qualidade tecnológica das inovações que produz.

3. Elaborar políticas especiais de C,T,S&I orientadas à inclusão social. Além do peso "estratégico" dado à orientação para a inclusão social na política de C,T,S&I, deverão ser implementados programas e projetos adequados às diferentes regiões do Brasil, nos diversos temas da cidadania, como saneamento, saúde, moradia, integrando-os matricialmente, de forma a contemplar aquelas necessidades que não conseguem se constituir em demanda para o mercado da ciência e tecnologia.

3.1. Esses programas devem possuir financiamentos adequados, fundos novos ou partes dos fundos já existentes para atender as necessidades sociais que naquele momento não possuem potencialidade econômica e, logo, não constituem demandas para o mercado. Isso é necessário para que elas possam se consolidar como políticas de C,T,S&I.

3.2. Sempre que possível, esses programas devem procurar, concomitantemente, a utilização de tecnologias sociais e o empoderamento científico e social dos destinatários, assim como estimular a autonomia da população e o desenvolvimento local. Devem, também, incluir a participação cidadã no processo de elaboração e implementação dessas políticas.

4. Avançar nos trabalhos de elaboração metodológica de indicadores sociais da ciência e tecnologia[14] que possam captar a vinculação entre as

[14] Ver: ITZCOVITZ, V.; FERNÁNDEZ POLCUCH, E. e ALBORNOZ, M. (1998).

políticas de C,T,S&I e a inclusão social, assim como a avaliação dos resultados esperados.

4.1. Ampliar e intensificar a presença e a contribuição brasileira no Programa C,T,S&I da Organização dos Estados Ibero-Americanos (OEI)[15], assim como no Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (Cyted)[16], em especial na Rede Ibero-americana de Indicadores de Ciência e Tecnologia (Ricyt)[17] e, mais especificamente, na Sub-Rede de Indicadores de Impacto Social da Ciência e Tecnologia, criada durante um seminário da Ricyt, realizado em agosto de 2004, em São Paulo.

5. Criar o Observatório Social da C,T,S&I, tendo como objetivos: subsidiar a elaboração de projetos que levem em conta a dimensão social da C,T,S&I; estabelecer critérios de classificação e avaliação de projetos candidatos a financiamento público de acordo com sua relevância social; contribuir para a produção de estudos e indicadores sociais de C,T,S&I; entre outros.

6. Elaborar um guia referência, um guia prático – perdoe-se a redundância – como modelo de avaliação dos impactos sociais[18] dos projetos com financiamento público, ou realizados mediante a utilização dos diferentes fundos. Esse guia deverá servir de referência para a elaboração de guias específicos, flexíveis e adaptados às diferentes características dos projetos de C,T,S&I. A avaliação dos impactos deve constar de todos os programas e projetos de todas as instituições do sistema C,T,S&I. Os guias de avaliação de impacto devem possuir uma série de qualidades como, por exemplo, possibilitar o processo de avaliação antes, durante e depois da implantação dos projetos, permitir o acompanhamento e a avaliação não apenas dos especialistas ou da comunidade científica, mas prevendo também formas de participação cidadã da população envolvida ou das instituições da sociedade civil que tenham vínculo com o projeto.

7. Formas inovadoras de gestão da política de C,T,S&I devem ser institucionalizadas, de modo a ampliar e intensificar os mecanismos de participação cidadã no sistema de C,T,S&I.

---

[15] <http://www.oei.es/ctsi9900.htm>
[16] <http://www.cyted.org>
[17] <http://www.ricyt.edu.ar>
[18] Ver: ALEIXANDRE, GÓMEZ, e MOÑUX (2003).

7.1. Elaborar a proposta de um sistema público de C,T,S&I, que integre e articule as políticas, os objetivos e os recursos financeiros e técnicos, nos níveis federal, estadual e municipal.

7.2. De forma semelhante, articular conselhos nacional, estaduais e municipais para o desenvolvimento de C,T,S&I, voltados para a inclusão social.

7.3. Possibilitar nos diferentes mecanismos de participação e controle social do sistema público de C,T,S&I uma participação aberta a diversos públicos como: pessoas ou comunidades diretamente afetadas pelos projetos tecnológicos, consumidores, especialistas, entidades da sociedade civil interessadas, grupos ou entidades ou associações de científicos.

7.4. Procurar a qualidade e a eficiência da participação cidadã, regendo-se os mecanismos de participação por critérios como: transparência, representatividade, formas diretas – sobretudo deliberativas – de participação, procurando preservar a possibilidade de influência real nas decisões e de envolvimento na elaboração, implementação e avaliação dos projetos.

8. Criar um amplo projeto educativo que incorpore o enfoque social da ciência e da tecnologia, cujo objetivo prioritário seja desmistificar a visão neutra e mágica da ciência, estimular a inovação tecnológica em relação aos problemas e necessidades das comunidades, assim como possibilitar os conhecimentos necessários para qualificar a participação cidadã nas decisões políticas sobre ciência e tecnologia.

8.1. Dentro desse programa de formação, as Novas Tecnologias de Comunicação e Informação (NTCIs) devem ter singular importância, levando em conta seu papel de destaque na veiculação de conhecimentos.

8.2. Um programa especial deste projeto educativo em C,T,S&I deve visar a promoção da alfabetização científica para todos[19], que constituirá a base para possibilitar, até com critério científico, a participação cidadã.

---

[19] A alfabetização científica compreende três aspectos: a alfabetização científica prática, que possibilita à população utilizar os conhecimentos científicos na vida cotidiana, a alfabetização científica cidadã ou cívica para permitir com critério científico a participação em decisões políticas, e a alfabetização científica cultural relativa aos significados e usos da ciência e a tecnologia na sociedade. Ver: ACEVEDO, VÁZQUEZ e MANASSERO (2003); FOUREZ (1997); MARCO (2000).

8.3. Incluir no currículo, em todos os níveis de ensino, uma matéria específica sobre C,T,S&I, assim como introduzir esse enfoque como tema transversal.

8.4. Elaborar amplo projeto educativo em tecnologia social no segundo e terceiro grau, na educação tecnológica e formação profissional, assim como nos programas de extensão.

8.5. Elaborar programas de formação de professores com o enfoque C,T,S&I.

8.6. Potencializar os programas de extensão nas universidades com o enfoque C,T,S&I, e em tecnologia social, quando respondam às necessidades das comunidades.

8.7. Nos critérios de concessão de bolsas de mestrado e doutorado, adotar um peso maior, mais consistente e sistemático, ao item "relevância social", que costuma ser colocado dentro do item "justificativa" nos projetos apresentados à obtenção de bolsas.

8.8. Elaborar programas especiais de formação em C,T,S&I para as entidades da sociedade civil, produtoras de tecnologia social.

9. Incluir as organizações da sociedade civil, produtoras de tecnologia social, como destinatárias de recursos dos fundos setoriais de Ciência, Tecnologia e Inovação.

10. Estimular no mundo empresarial que a responsabilidade social das empresas esteja também desenvolvida mediante o uso da C,T,S&I.

11. Nos processos de reestruturação produtiva ou de introdução de inovações tecnológicas nas empresas, garantir o direito de participação aos trabalhadores e às representações sindicais, especificamente o direito à consulta prévia e à negociação coletiva das inovações tecnológicas.

12. Elaborar propostas de ação afirmativa para grupos sociais com particular exclusão dos direitos humanos relativos ao âmbito das C,T&I e das NTCIs, de forma a promover a diminuição, por exemplo, da desigualdade de gênero ou de raça.

13. Incluir os saberes populares no âmbito da C,T,S&I, elaborando programas cuja finalidade seja identificar, resgatar ou reaplicar os saberes populares como formas de inovação tecnológica.

14. Incluir as tecnologias assistivas nos programas para portadores de necessidades especiais.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica e tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, n. 2, 2003. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art1.pdf>.

ALEIXANDRE MENDIZÁBAL, Guillermo; GÓMEZ GONZÁLEZ, Francisco Javier; MOÑUX CHÉRCOLES, Diego. Desarrollo de una guía de evaluación de impacto social para proyectos de I+D+I. *Revista Iberoamericana de Ciencia*, *Tecnología, Sociedad e Innovación*, n. 5, enero/abr. 2003. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero5/articulo4.htm>.

BENEVIDES, Maria Vitória. *Educação em direitos humanos*: de que se trata?. [S. l.: s. n.], 2000. Disponível em: <http://www.hottopos.com/convenit6/victoria.htm>.

_____. *Educação para a democracia*. [S. l.: s. n.], 1996. Disponível em: <http://www.hottopos.com/notand2/educacao_para_a_democracia.htm>.

BONACELLI, Maria Beatriz M.; ZACKIEWICZ, Mauro; BIN, Adriana Avaliação de impactos sociais de programas tecnológicos na agricultura do estado de São Paulo. *Revista Espacios*, Caracas, v. 24, n. 2, 2003. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a03v24n02/in032402.html>.

DAGNINO, Renato. Innovación y desarrollo social: un desafío para América Latina. *Revista de Estudios Sociales de la Ciência*, mar. 1998. Disponível em: <http://www.science.oas.org/espanol/redes/part4_re.pdf>.

_____. A tecnologia social e seus desafios. In: *TECNOLOGIA social*: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

FOUREZ G. *Alfabetización científica y tecnológica*: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Colihue, 1997.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (São Paulo, SP). *Caderno de debate:* tecnologia social no Brasil. São Paulo, 2004.

ITZCOVITZ, V.; FERNÁNDEZ POLCUCH, E.; ALBORNOZ, M. Propuesta metodológica sobre la medición del impacto de la CyT sobre el desarrollo social. In: TALLER SOBRE INDICADORES DE IMPACTO SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, 2., 1998. [S. l.]: RICYT, 1998. Disponível em: <http://www.ricyt.edu.ar>.

LÓPEZ CEREZO, José A. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 18, 1988. Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la Educación. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18a02.htm>.

_____; LUJÁN, José Luis. Observaciones sobre los indicadores de impacto social. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología**,** Sociedad e Innovación, n. 3, mayo/ago. 2002. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero3/art03.htm>.

_____; MÉNDEZ SANZ, José A.; TODT, Oliver. Participación pública en política tecnológica: problemas y perspectivas. *Revista Arbor*, v. 159, n. 627, p. 279-308, mar. 1998. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/salactsi/arbor.htm>.

MARCO, B. *La alfabetización científica*: didáctica de las ciencias experimentales. Alcoi: Marfil, 2000.

SEN, Amartya. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SEMINÁRIO PAPEL E INSERÇÃO DO TERCEIRO SETOR NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA CT&I, 1., 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Academia Brasileira de Ciência, Instituto de Tecnologia Social, 2002.

_____, 2., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Academia Brasileira de Ciência, Instituto de Tecnologia Social, 2003.

YEGANIANTZ, Levon; MACEDO, Manoel Moacir Costa. *Avaliação de impacto social de pesquisa agropecuária*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/unidades/uc/sge/texto13.pdf>.

Aumentando o conhecimento popular sobre a ciência

Iván Izquierdo[*]

Nos países mais avançados, o público está bastante a par dos principais conhecimentos científicos. Disso se encarrega a educação primária, secundária e universitária, e também a mídia; e todos esses segmentos da sociedade vêm fazendo isto há décadas; em alguns casos (Inglaterra, Alemanha, França), séculos. Isso faz com que a ciência nesses países seja aceita e estimulada pela população por meio de seus representantes. Em conseqüência, o desenvolvimento tecnológico desses países é alto já que, como sabemos, ele se fundamenta na ciência. Só aparece e floresce a tecnologia em meios em que existe ciência, e da interação entre ambas surge um processo de mútua retroalimentação do qual resulta o desenvolvimento econômico. A economia, cada vez mais, e de maneira mais visível, fundamenta-se na tecnologia e depende dela.

No Brasil, o público conhece pouco sobre ciência. A parcela da população brasileira que sequer lê notícias sobre ciência é muito baixa. Quando as pessoas lêem ou quando alguém lhes apresenta alguma notícia científica, as pessoas acham que estamos nos referindo a algum país estrangeiro. Numa pesquisa recente, realizada em janeiro entre 50 funcionários e alunos de pós-graduação de duas universidades brasileiras, perguntei "em que país foram feitas mais pesquisas de ponta nos últimos seis meses?"; as respostas foram, pela ordem: Estados Unidos, Japão, China, Argentina, Rússia. Nem sequer essa ordem condiz com a realidade. Em termos de produção científica e tecnológica, a ordem verdadeira é: Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha, França, Japão. Logo a seguir vêm Canadá,

[*] Iván Izquierdo é professor titular de medicina; coordenador do Centro de Memória do Instituto de Pesquisas Biológicas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Austrália, Itália e os países escandinavos. Na América Latina a produção brasileira é maior que a da Argentina, que por sua vez é superior à do México, que está na frente da Rússia.

Persiste, no Brasil, uma crença generalizada de que "ciência é coisa do primeiro mundo" ou, pelo menos, alheia ao país. Ignora-se, ou não é levada a sério, a ciência feita no Brasil.

Isso desestimula nossos legisladores, governadores, ministros e autoridades em geral a promover nosso desenvolvimento tecnológico. Como a palavra "ciência" designa uma coisa exótica ou ignorada, não dá votos. Isso cria um círculo vicioso de menosprezo de nosso próprio país, que é visto assim como irremediavelmente atrasado e subdesenvolvido; algo assim como um país condenado por sua incapacidade intrínseca de ocupar os últimos degraus entre as nações, exceto no referente a futebol ou samba.

Inerente ao problema é nossa longa tradição de baixa auto-estima. Até os anos 30, a maioria dos clubes de futebol não incluía jogadores negros porque os dirigentes e o público branco pensavam que eram esportiva ou animicamente inferiores. A miscigenação era vista então como um defeito congênito, como algo infelizmente inevitável, e não como uma fonte de riqueza social, cultural, estética e esportiva. Quando muito, o negro era visto como uma figura ridícula, desengonçada, de olhos sempre arregalados, que não sabia falar direito; assim criou-se uma espécie de arquétipo negativo para a algaravia geral, e popularizou-se essa imagem no rádio, nos filmes, e mais tarde na televisão. Só nos últimos poucos anos apareceram nas novelas negros ou negras representando pessoas reais, com ambições e problemas como tem qualquer ser humano seja qual for sua cor.

Em resposta à procura, a mídia acrescentou ao negro outras figuras também da classe não-proprietária, representadas por indivíduos ridículos e/ou, em teoria, de poucas luzes. Glorificou-se o gaiato, o matuto, o ignorante, o que não sabe falar direito; isto é, sempre que demonstrem possuir o famoso "jeitinho". Ou ser malandros, arteiros, ardilosos. Ou, inclusive, mal-intencionados. Tudo isso ajuda a manter nossa auto-estima baixa, como povo, já que dissemina a idéia de que somos um conjunto de pessoas ignorantes e absurdas, mais ou menos indignas de respeito, e certamente incapazes de gerar criações intelectuais de vulto.

Além disso, e em parte como conseqüência disso, existe no Brasil um profundo e generalizado menosprezo pela cultura, praticado por meio da burla ou da zombaria. Concentram-se esforços na promoção da cultura dita popular às expensas da cultura e do conhecimento reais. O povo é quase que sistematicamente ensinado a rir daquilo que não é cultura popular, e a adorar o que lhe impingem como tal.

Isso implica na falta de consciência da inserção do Brasil no mundo ocidental, e explica essa falta de consciência. Errada e reiteradamente postula-se que o país representa "uma nova civilização nos trópicos", o qual implica o desconhecimento do que seja realmente uma civilização e do que sejam os trópicos. Civilizações como a greco-romana, a chinesa, a japonesa; civilização é hoje em dia esta em que vivemos, a chamada Ocidental. A ela pertencem muitos países, cada um com hábitos e costumes próprios. Poderia até se falar em "cultura brasileira" como uma variante com características próprias, assim como se fala na "cultura francesa" o na "cultura inglesa". Mas dentro da civilização ocidental; o Brasil ainda não fez nada comparável ao que fizeram os gregos e os romanos, ou em seu momento os assírios ou os egípcios, como para se atrever a ostentar o título de criador de uma nova civilização. Aceitar isto último equivale a endossar a postulação do Brasil como país exótico, país da eterna improvisação, do sexo fácil, da vida fácil, do malandro ou do aproveitador; é insinuar que tudo isso pode ser um modelo, derivado basicamente do abuso sexual das escravas pelos patrões durante uma fase que durou tempo demais.

Quem pensa no Brasil como possuidor de uma civilização própria ignora que falamos e escrevemos numa língua européia derivada do latim; que desde a exploração do café até o futebol, utilizamos técnicas e regimentos importados; que nossa cultura, nossa economia e nossa vida política estão desenhadas nos moldes europeus. Ignora também que nossa música deve bastante à Europa, mas mais ainda à África e aos Estados Unidos, quando não aos países vizinhos. Portugal, Itália, Alemanha, França, Espanha, Inglaterra e Estados Unidos estão dentro de nós, junto com a África e com um pouco de nossos índios; destes últimos incorporamos pouco mesmo, pouco demais. Com eles praticamos desde o genocídio até o desprezo legal; uma espécie de "apartheid" embaixo de um manto aparentemente benevolente.

Que fazer?

Para aumentar o conhecimento e conscientização popular sobre a ciência, devemos preparar nosso povo; coisa que demandará gerações, mas cujo começo pode ser já.

Primeiro, devemos fazer com que os brasileiros leiam mais. Alfabetizar mais profundamente e melhor; hoje, 80% dos brasileiros são alfabetizados, mas, deles, só 30% lêem jornais ocasional ou diariamente, e 80% jamais lêem ou lerão um livro. Ou seja, atualmente 20% da população não lê nada, 56% lêem pouco, e 84% não lêem livros. Só 16% da população está realmente em condições de ler sobre ciência ou qualquer outro assunto. Sem público-alvo, não há campanha que funcione...

Em segundo lugar, incentivar a noção de que o Brasil não é um país único, ímpar e diferente dos demais, mas é, pelo contrário, um país que está profunda e vigorosamente inserido no mundo a que pertencemos. Como todos os demais países do Ocidente, e não menos do que ninguém.

Quando necessário, devemos incentivar essa inserção; um bom exemplo é a atual política exterior do Brasil em que se promove ativamente a integração sul-americana. O presidente disse, com razão, que nossas soluções não virão nem do norte, nem do além-mar, nem de nós mesmos isolados do resto. Virão da comunhão com os países que nos rodeiam, virão fundamentalmente de nossa integração com o resto da América Latina.

A falta de auto-estima ocasiona no Brasil arroubos chauvinistas como forma de auto-afirmação. Quando ouvem falar nos países vizinhos, muitos brasileiros emitem de forma quase automática a palavra "hegemonia", que sem dúvida espanta os interlocutores. A palavra denota uma espécie de expectativa permanente de algum jogo importante da seleção de futebol. Alguém, tão desavisado como aquele que falou da "nova civilização nos trópicos", disse por sua vez que "a seleção é a pátria de chuteiras". Que triste, que pobre seria o Brasil se isso fosse realmente verdade. Reduzir o conceito grandioso de pátria, um território enorme habitado por quase 200 milhões de pessoas e com uma história tão rica como sua geografia, ao desempenho num esporte ou em outro. Eu prefiro a frase de Monteiro Lobato, "uma nação se faz com homens e livros", e ser consciente de que, no Brasil, a maioria dos livros estão ainda por serem escritos.

É preciso conscientizar nossas classes políticas e a nossa mídia desses problemas. E de que o culto reiterado e semipermanente do exotismo e a prática nem sempre ocasional do chauvinismo (também chamado de ufanismo) não ajuda à integração; e de que sem integração não há futuro. Ambos os problemas são na verdade bastante banais, mas não é bom dissimulá-los sob um manto de sorrisos. Esse é um hábito nacional que nesse contexto não serve; trata-se do futuro do Brasil, não de um olhar retrospectivo sobre um passado digno de dissímulo.

E ALÉM DISSO, E DEPOIS DISSO?

Mas além de, ou depois de, essas medidas de índole geral que dizem respeito a que tipo de habitantes de Ocidente nós queremos ser, há medidas de tipo específico que devem e podem ser adotadas em termos de educação primária e secundária.

Deveria se incluir na escola de primeiro grau, desde a primeira série, como parte integrante dos programas letivos, noções sobre o valor da ciência para a vida cotidiana das pessoas e do país em geral, em termos de saúde, transporte, alimentação, da economia em geral, da economia regional, etc. Para instrumentar isso, dever-se-iam criar manuais ou livros de texto apropriados, com participação de cientistas brasileiros; talvez recrutados por intermédio da Academia Brasileira de Ciências em conjunto com o CNPq.

Dever-se-iam promover, também, quando possível, palestras e seminários nas escolas, a cargo de cientistas de nosso meio.

Nas escolas, pode-se utilizar muito bem a informação da mídia para fundamentar essas aulas ou palestras. A informação existe e está em geral disponível; só que, como vimos, poucos brasileiros a lêem; as escolas poderiam se encarregar de difundi-la. Encontra-se esse tipo de informação na TV (Globo Ciência, etc.), jornais e revistas.

Devemos incentivar os professores da escola primária e secundária a ler e aprender o que dizem revistas como "Ciência Hoje", "Discovery", "Galileu", "Superinteressante", etc., em que sempre aparece material a ser discutido com os alunos, desde a 1ª série do 1º grau até os cursos superiores.

Esse material é geralmente de conhecimento geral entre estudantes dos países mais desenvolvidos; conhecê-lo é parte de sua cultura. Entre nós, pelo contrário, é impressionante o desconhecimento do resto da ciência e da cultura observável entre muitos alunos até de pós-graduação.

E também seria importante convidar cientistas para descrever, em poucas palavras, a pesquisa que está sendo feita no Brasil. Tratar-se-ia de gravar essas entrevistas e difundi-las nas escolas, colégios e universidades.

Potencialidades hídricas do Nordeste brasileiro

João Suassuna[*]

Resumo

Quando se faz referência a zonas áridas e semi-áridas do planeta, estão sendo denominadas áreas que possuem água em quantidade insuficiente para satisfazer as variadas demandas de sua população. Essas áreas possuem características ambientais singulares que, nitidamente, as diferenciam de outras.

Assim, por exemplo, é possível identificar entre elas um determinado tipo de vegetação; destacar fragilidades nos variados ecossistemas existentes; observar a presença humana e animal vivendo no limite de suas possibilidades e detectar um total descaso das autoridades com relação ao seu potencial econômico, salvo nas áreas que contenham recursos naturais valiosos (ouro, cobre, xelita, pedras preciosas, petróleo, etc.), ou em zonas destinadas ao turismo ou à experimentação científica. De qualquer forma, essas áreas se caracterizam pela presença de importantes processos de degradação ambiental, motivada pela ação antrópica, resultando nas mais variadas condições de vida dos que habitam a região.

Geralmente, os elementos diferenciadores de tais zonas são a carência de recursos hídricos – conseqüência da irregularidade na distribuição espacial das chuvas e dos baixos volumes caídos e acumulados em determinadas estruturas geológicas – e a ausência quase que completa de gerenciamento desses recursos, configurando-se num quadro inóspito e de difícil convívio para os seres vivos que habitam a região. Além do mais, as populações

[*] João Suassuna é pesquisador titular da Fundação Joaquim Nabuco.

existentes nessas áreas, por meio dos diversos usos que fazem da água, provocam uma demanda social de regulação desse recurso, porquanto inúmeras situações conflituosas não raro acontecem entre pessoas, comunidades e até mesmo entre países, dada a importância estratégica que a água possui para o crescimento econômico de tais regiões. Os possíveis conflitos, mais cedo ou mais tarde, terão que ser solucionados, por meio de planejamentos específicos, em busca da solução desejada.

No presente texto, é feito um exercício de análise da situação hídrica do Nordeste, com base na caracterização do seu ambiente natural, no qual são propostas algumas alternativas julgadas imprescindíveis para o pronto atendimento às demandas de água de sua população. É sugerida uma estratégia de ação que promova uma adequada gestão da água, com o fim de superar situações de emergência já existentes na região. Tal estratégia é embasada na elaboração de um orçamento das águas que venha a garantir, mediante a transposição e/ou integração de bacias, volumes suficientes para o abastecimento humano e animal, uso industrial, irrigação e geração de energia, orçamento esse atrelado às características climáticas de cada ano. Além do mais, propõe-se a continuidade dos programas de construção de grandes represas, de cisternas rurais, de perfuração de poços no sedimentário e de incentivos aos projetos de reutilização das águas servidas, bem como de alerta com relação ao uso das águas do rio São Francisco para fins de abastecimento.

Finalmente, é lembrado que as alternativas elencadas acima demandam um certo tempo para serem concretizadas, e desse tempo o nordestino já não dispõe, uma vez que o desabastecimento é um fato concreto na região. Portanto, medidas emergenciais deverão ser postas em prática pelos governantes, a exemplo dos abastecimentos alternativos com caminhões-pipa, trens etc., bem como da identificação de fontes hídricas disponíveis para a efetivação dessas medidas. Infelizmente, essas ações têm que ser postas em prática, até que se resolva definitivamente o problema, para se evitar o mal maior: a instalação do caos social.

1. Introdução

Antes de começar a tecer minhas considerações sobre esse tema, gostaria de discorrer um pouco sobre algumas características geoambientais

da região Nordeste, assunto esse que tem uma relação bastante estreita com as possibilidades de acumulação e de acesso à água, e tentar explicar o "porquê" de termos chegado à situação de escassez hídrica que estamos vivenciando nos dias atuais. Essas considerações não têm a pretensão de solucionar todos os problemas existentes no setor de recursos hídricos nem de fazer chegar água nas torneiras da população de forma imediata. Nossa pretensão é a de, tão-somente, esclarecer e alertar a população sobre algumas questões que têm que ser bem entendidas sobre o assunto e propor algumas alternativas julgadas importantes, na busca de soluções.

É muito provável que, no início do terceiro milênio, a água passe a ser tão preciosa, para as populações do planeta, como o ouro e o petróleo. No Nordeste brasileiro, essa previsão não é difícil de se fazer, tendo em vista o tratamento inadequado exercido pelas populações, nos parcos volumes hídricos existentes, tratamento este não condizente com a importância que a água tem ou que deveria ter na vida das pessoas. No Nordeste brasileiro, as secas sucessivas, aliadas à falta total de planejamento dos órgãos públicos com relação à gestão da água, fazem com que tenhamos plena convicção do colapso iminente desse setor. A concretização desse cenário é uma mera questão de tempo. Vai faltar água para beber.

No Nordeste não é preciso se deslocar muito para se chegar a esse tipo de conclusão. As cidades de Caruaru e Surubim (PE), ambas situadas num raio de 130 km do Recife, estão com um racionamento de 26 dias. A cidade de Bezerros (PE), a 100 km da capital pernambucana, já entrou em colapso, e chegou a ser abastecida por via ferroviária, com água trazida de um poço da Petrobras existente no porto de Suape, próximo à cidade do Recife. A cidade de Campina Grande, situada a 230 km do Recife, passa por igual situação de desabastecimento, pois a principal represa que abastece a cidade alcança volumes críticos, pondo em risco o atendimento das necessidades normais da população. Igualmente problemáticas encontram-se as regiões do Seridó, no Rio Grande do Norte; os Sertões dos Inhamuns, no Ceará; e o Cariri da Paraíba, já estando assistida por frota de caminhões-pipa boa parte do Semi-Árido nordestino. O que preocupa, no entanto, é que a abrangência do problema da falta d'água já chegou ao litoral do Nordeste. A seca chegou à cidade do Recife. A metrópole pernambucana, com índice pluviométrico médio em torno de 2.000 mm anuais e sobre um rico lençol subterrâneo, amarga um longo período de racionamento, com perspectivas de agravamento desse quadro. O prognóstico do caos preocupa.

2. A questão climática

Associadas à falta de planejamento dos órgãos públicos na gestão dos recursos hídricos, pesam sobre a região nordestina algumas características geoambientais que induzem naturalmente à escassez de água.

Apesar de sofrer a influência direta de várias massas de ar (a Equatorial Atlântica, a Equatorial Continental, a Polar e as Tépidas Atlântica e Kalaariana – Quadro 1, anexo) que, de certa forma, interferem na formação do seu clima, essas massas adentram o interior do Nordeste com pouca energia, influenciando não apenas nos volumes das precipitações caídas mas, principalmente, no intervalo entre as chuvas (Andrade e Lins,1971). Na região chove pouco (no Semi-Árido as precipitações estão entre 500 e 800 mm) e as chuvas são extremamente mal distribuídas no tempo, tornando-se uma verdadeira loteria a ocorrência de chuvas sucessivas, em pequenos intervalos (Duque, 1980). O clima do Nordeste também sofre a influência de outros fenômenos, tais como: El Niño que interfere principalmente no bloqueio das frentes frias vindas do sul do país, impedindo a instabilidade condicional na região, e a formação do dipolo térmico atlântico, caracterizado pelas variações de temperaturas do Oceano Atlântico, nas suas partes norte e sul dos hemisférios, variações estas favoráveis às chuvas no Nordeste, quando a temperatura do Atlântico sul está mais elevada do que aquela na sua parte norte.

A proximidade da linha do Equador é outro fator natural que vai de encontro às possibilidades de abundância de água no Nordeste. As baixas latitudes condicionam à região temperaturas elevadas (média de 26°C), número também elevado de horas de sol por ano (estimado em cerca de 3.000) e índices acentuados de evapotranspiração, devido à incidência perpendicular dos raios solares sobre a superfície do solo (algumas regiões do Nordeste semi-árido chegam a evapotranspirar cerca de 7 mm/dia).

3. A questão geológica

Em termos geológicos, a região é constituída por duas estruturas básicas – Quadro 2, anexo. O embasamento cristalino, representado por 70% da região semi-árida, e as bacias sedimentares (Carvalho, 1973, 1988). Essas estruturas têm importância fundamental na disponibilidade de água,

principalmente as de subsolo. No embasamento cristalino, região que tem como principal característica a presença de rios temporários, só há duas possibilidades da existência de água no subsolo: nas fraturas das rochas e nos aluviões próximos de rios e riachos. Em geral, essas águas são poucas, de volumes finitos (os poços secam aos constantes bombeamentos) e, como se isso não bastasse, de má qualidade (Suassuna e Audry, 1992, 1993, 1995). As águas que têm contato com esse tipo de estrutura se mineralizam com muita facilidade, tornando-se salinizadas. Devido à facilidade de escorrimentos superficiais e a baixa capacidade de infiltração da água no solo, essas características possibilitaram, na região cristalina, a construção de um número expressivo de açudes, estimado em cerca de 70 mil, que represam cerca de 37 bilhões de m³ de água. Isso significa a maior reserva de água artificialmente acumulada em região semi-árida do mundo. Com relação às bacias sedimentares, além da presença de rios perenes, estas são possuidoras de um significativo volume de água no subsolo, localizado de forma esparsa no Nordeste (verdadeiras ilhas distribuídas desordenadamente no litoral e no interior da região). Para se ter uma idéia dessa problemática, estima-se que 70% do volume da água do subsolo nordestino estejam localizados na bacia sedimentar do Piauí/Maranhão (Rebouças, 1997 A e B).

4. OS QUANTITATIVOS HÍDRICOS

O quadro 3, em anexo, dos principais domínios hidrológicos do país, mostra que em termos quantitativos, estima-se, no embasamento cristalino, um potencial de apenas 80 km³ de água/ano, enquanto nas regiões sedimentares esse volume pode chegar a valores significativos, como os existentes nas seguintes bacias: São Luís/Barreirinhas com 250 km³/ano, Maranhão com 17.500 km³/ano, Potiguar/Recife com 230 km³/ano, Alagoas/Sergipe com 100 km³/ano e Jatobá/Tucano/Recôncavo com 840 km³/ano.

Portanto, as características geoambientais acima descritas têm influência marcante nas quantidades hídricas exploráveis na região Nordeste. Essa afirmativa fica mais evidente quando são comparados os volumes de água existentes no planeta com os existentes no país e os destes últimos com os disponíveis na região Nordeste. Nesse sentido, estima-se que, no nosso planeta, existam 1,37 bilhão de km³ de água; 97% desse volume constitui as águas dos

oceanos, restando, portanto, apenas 3% de água doce (cerca de 40 milhões de km³). Desse percentual de água doce, 2/3 estão nas calotas polares e nas geleiras, onde não existe tecnologia disponível para a captação, o transporte e uso dessa água, restando apenas 0,3% do volume inicial (cerca de 100 mil km³) para ser utilizado ou consumido pela população mundial, hoje com mais de 6 bilhões de pessoas. O Brasil é detentor de 12% da água doce que escorre superficialmente no mundo; 72% desses recursos estão localizados na região amazônica e apenas 3% no Nordeste brasileiro, onde as descargas dos rios representam uma infiltração de água nos aqüíferos da ordem de 58 bilhões de m³/ano. Entretanto, a extração de apenas 1/3 dessas reservas representaria potenciais suficientes para abastecer a população nordestina atual (estimada em cerca de 47 milhões de pessoas), com uma taxa de 200/litros/pessoa/dia, preconizada pela Organização Mundial da Saúde, e irrigar cerca de 2 milhões de hectares com uma taxa de 7.000 m³/ha/ano. A água existe e o que resta é saber usá-la.

O quadro 4, de disponibilidade hídrica per capita, em anexo, mostra as modalidades de classes existentes em diversos locais do planeta, inclusive no território nacional, considerando desde as regiões abundantes em água (que disponibilizam volumes superiores a 20.000 m³/hab./ano), até as portadoras de situações críticas (que disponibilizam volumes inferiores a 1.500 m³/hab./ano). Na classe abundante, estão considerados todos os Estados da região Norte, sendo Roraima o Estado campeão em oferta de água do país. Dos Estados nordestinos, pertencentes ao Semi-Árido, apenas o Piauí está em situação confortável (considerado um Estado rico em ofertas hídricas, pelo fato de fornecer volumes superiores a 5.000 m³/hab./ano), fato este advindo de riqueza significativa de água em seu subsolo e da existência de um grande rio perene – o Parnaíba – que faz fronteira com o Estado do Maranhão; o Estado da Bahia (em situação limite em termos de oferta hídrica, com fornecimentos volumétricos superiores a 2.500 m³/hab./ano), chega a ter mais água do que o Estado de São Paulo, por ser beneficiado pelas águas do rio São Francisco e possuir áreas sedimentares esparsas, mas significativas, em seu território. A situação dos demais Estados nordestinos é preocupante (pobres em água, pelo fato de fornecerem volumes inferiores a 2.500 m³/hab./ano), destacando-se, entre eles, a Paraíba e Pernambuco, como Estados campeoníssimos em baixa oferta hídrica para os seus habitantes, cabendo a este último o fornecimento de apenas 1.320 m³/hab./ano (Secretaria de Recursos Hídricos de São Paulo, 2000).

Essa desigualdade de percentuais hídricos existente no país, com visível desvantagem para o Nordeste brasileiro, é conseqüência das características geoambientais da região, referidas anteriormente.

5. AS ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

E o que fazer para enfrentar a questão do desabastecimento do Nordeste? O problema não é de simples solução. Algumas alternativas, no entanto, podem ser tentadas ou mesmo postas em prática, por meio de um gerenciamento integrado das fontes hídricas existentes em cada um dos Estados nordestinos, conforme especificado abaixo.

5.1. NA ESFERA POLÍTICA

Inicialmente, se poderia fazer cumprir o que determina o artigo 21 da Constituição de 1988, no seu inciso XIX, que estabelece a competência da União em instituir um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso. Alguns Estados vêm trabalhando muito nos últimos anos para incorporar esses princípios em suas legislações e políticas públicas, criando conselhos estaduais, comitês de bacias, grupos de usuários de água etc., mas, infelizmente, a grande maioria dos Estados nordestinos tem sido relapsa com relação a esse assunto. Embora tenhamos uma lei federal que fixa os fundamentos da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997), pouco avançamos na incorporação dos princípios que definem esse novo quadro institucional no país.

Existindo esses dois instrumentos (a instituição de um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e a definição de critérios de outorga de direitos de seu uso), em cuja implementação, infelizmente, até hoje estamos engatinhando, é necessário um verdadeiro orçamento das águas, anualmente revisado em função da sua maior ou menor disponibilidade, que varia a cada ciclo hidrológico (a própria Agência Nacional de Água (ANA), órgão criado pelo governo federal, terá um papel fundamental nessas ações). Esse orçamento iria definir: X m^3/s para uso humano e animal; Y m^3/s para irrigação na bacia; Z m^3/s para geração de energia elétrica; T m^3/s para transposição para outras bacias; W m^3/s para a indústria, etc.

5.2. Na construção de grandes represas

Necessário se faz, no entanto, dar continuidade ao programa de construção de grandes represas na região, devendo haver sempre a preocupação simultânea de interligar suas bacias hidrográficas e utilizar racionalmente suas águas. Atualmente, as 28 maiores represas do Nordeste, que têm capacidade para acumular cerca de 18 bilhões de m³ de água, utilizam apenas 30% desse volume em sistemas de abastecimento ou em irrigação. Os 70% restantes ficam sujeitos aos constantes processos evaporativos. Projetos de represas (como a do Pirapama, localizada na região metropolitana do grande Recife) que poderiam minimizar, e muito, o problema de racionamento d'água das grandes cidades teimam em não sair do papel.

Acerca desses corpos d´água, vários são os exemplos que mostram a sua importância para o abastecimento das populações em cada um dos Estados nordestinos. Cabe salientar que a represa Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte, com capacidade de 2,4 bilhões de m³ (a segunda maior do Nordeste) teria condições de abastecer, juntamente com as águas existentes no subsolo da parte sedimentária do Estado, toda a população norte-riograndense nos próximos 25 anos e a represa Castanhão (reservatório cearense e o maior do Nordeste, com cerca de 6,7 bilhões de m³ de capacidade), a qual, sozinha, resolveria, e por gerações, o problema de abastecimento da grande Fortaleza e regiões circunvizinhas.

5.3. No uso das águas de subsolo

Fala-se muito em água do subsolo para se resolver, de vez, os problemas hídricos da região semi-árida nordestina. É, sem dúvida, uma alternativa importante, mas que não é a solução de todo o problema. Devido às características geológicas da região, comentadas anteriormente, o acesso a essas águas e, principalmente, a sua utilização têm que ser encarados de forma mais criteriosa e realista. A título de exemplo, estima-se que 35% dos 60 mil poços escavados no embasamento cristalino nordestino estejam secos, obstruídos ou com teores salinos inadequados ao consumo humano. Com essa estatística, é de se esperar que todo e qualquer programa de perfuração de poços que venha a ser realizado na região trate primeiro da recuperação dos poços que fazem parte desse percentual.

Com relação a esse assunto, são dignas de nota as investidas realizadas no Nordeste pelo apresentador de televisão Carlos Massa, o Ratinho, que

tem programa de grande audiência na região. A produção do referido apresentador investiu na perfuração de um poço no município de Arcoverde (PE), chegando a resultados merecedores de elogios. Segundo o que se pôde depreender, aos 60 metros de profundidade, o poço ali escavado apresentou vazão abundante e água de boa qualidade. Mas a forma pela qual a matéria foi levada ao ar pôs em dúvida as ações de todos os governantes do Nordeste, dando a entender que a solução dos problemas de escassez de água da região estava no acesso aos volumes existentes no seu subsolo, bastando, para tanto, um simples programa de perfuração de poços, o que, efetivamente, não estava sendo priorizado pelos governos. Entretanto, sem deixar de aplaudir a iniciativa do investimento realizado naquele município, faltou ao apresentador fazer referência ao local de perfuração do poço. Certamente ele não sabia tratar-se da bacia sedimentária do Jatobá, região pernambucana já bastante estudada pelos técnicos especialistas em recursos hídricos, possuidora de um significativo lençol de água, com capacidade de exploração estimada entre 15 e 18 milhões de m^3/ano, podendo abastecer cerca de 250 mil pessoas. Se essa área é rica em água, é importante explorá-la com eficácia e usá-la com parcimônia. O que não se pode é extrapolar o resultado dos sucessos obtidos na exploração de água das regiões sedimentárias, para o Nordeste como um todo. Em tais regiões, as águas devem ser racionalmente exploradas, evitando-se, sempre que possível, os desperdícios, a exemplo daqueles existentes no Estado do Piauí, que não aproveita, de forma coerente, as águas dos poços jorrantes escavados na região sedimentária do Vale do Gurguéia, no município de Cristino Castro. Os poços jorram 24 horas por dia (sem a necessidade de bombeamentos) e não existe um projeto de uso adequado de suas águas que justifique o programa de perfuração realizado. Portanto, o conhecimento dos aspectos geológicos é um fator fundamental para se avaliar melhor as disponibilidades hídricas da região. Sem esse conhecimento, a gestão dos recursos hídricos torna-se falha e a outorga, mero procedimento burocrático.

5.3.1 No tratamento de águas salinizadas

Outra questão relacionada com a água de subsolo diz respeito a sua qualidade química. É sabido que as águas do embasamento cristalino normalmente apresentam teores elevados de sais. Para o tratamento dessas águas em dessalinizadores, é preciso que sejam observadas algumas questões. Primeiramente, é necessário levar em consideração o custo operacional desse tratamento, com águas que apresentam teores de sais elevados. O uso do

dessalinizador, em tais casos, ainda é muito caro. Estima-se que 1 m³ de água dessalinizada custe o equivalente a US$ 0,90 (noventa centavos de dólar). Em segundo lugar, o dessalinizador, em si, é um equipamento extremamente eficiente. O processo de retirada dos sais das águas é feito por intermédio de membranas (osmose reversa), o que dá ao equipamento índices espantosos de eficiência: uma água extremamente salinizada, ao ser tratada, passa a conter apenas traços de sais na sua composição. Torna-se, praticamente, uma água destilada. Esse aspecto é muito importante, pois poderá influenciar, sobremaneira, no balanceamento de sais do organismo das pessoas. Em se tratando de balanceamento de sais, um dos aspectos importantes a ser considerado, é a temperatura ambiente. Uma das características da região semi-árida nordestina é a de ser quente, com a média da temperatura anual atingindo a casa dos 26° C. Isso significa dizer que a população rural transpira em demasia nas atividades normais de campo. Ao transpirar, ela perde sais. A reposição desses sais no organismo das pessoas normalmente é feita por meio da alimentação do dia-a-dia (sabe-se que a região apresenta índices elevados de desnutrição) e da ingestão de líquidos (ressalte-se que a população do Semi-Árido é acostumada a ingerir águas com teores salinos muito acima dos recomendados pela Organização Mundial de Saúde). Ao passar, de uma hora para outra, a ingerir água com baixos teores de sais, essa população poderá entrar em um processo de desmineralização, tendo em vista as fontes de reposição desses elementos não apresentarem mais os teores que vinham suprindo à população anteriormente. O resultado é que um programa de fornecimento de "água de primeiro mundo" à população, com o uso de dessalinizadores (*slogan* amplamente divulgado pelas prefeituras no interior nordestino), poderá vir a ser acusado, futuramente, como um vetor de desmineralização da população. Para corrigir esse problema é preciso que se pense numa forma de fazer um tratamento de águas misturando aquelas isentas de sais, oriundas dos dessalinizadores, com uma pequena parte, mineralizada, oriunda da fonte que está sendo tratada (observando, naturalmente, os aspectos microbiológicos da água), garantindo, assim, uma água com teores salinos adequados ao perfeito funcionamento do organismo das pessoas. Sobre esse aspecto, informações obtidas de pesquisadores da Orstom (entidade de pesquisa do governo francês), participantes de missão científica no Chade – país de clima desértico do norte da África – demonstraram a preocupação dos técnicos franceses em balancear os teores de sais das águas consumidas no local e oriundas de dessalinizadores, por meio da dissolução, nessas águas, de comprimidos de sais trazidos da

França. Ainda com relação à questão dos dessalinizadores, outro aspecto importante a ser mencionado é o destino que deverá ser dado ao rejeito do material resultante do processo de dessalinização. Esse material, extremamente rico em sais, atualmente é depositado em lagoas de decantação ou mesmo colocado ao ar livre sem maiores preocupações, constituindo-se em um grave problema ambiental a ser solucionado pelos pesquisadores. É provável que os caminhos a serem seguidos pela pesquisa, digam respeito ao aproveitamento desses sais para fins pecuários, visto ser a região semi-árida muito carente no aspecto de mineralização dos animais; na carcinicultura e piscicultura, principalmente no cultivo de camarões marinhos e tilápias, que são espécies extremamente resistentes a ambientes salinos, e no cultivo irrigado de plantas halófilas (que se desenvolvem em ambientes salinos), a exemplo da *Atriplex*, que necessitam de águas com teores salinos elevados para se desenvolverem.

5.4. NA CONSTRUÇÃO DE CISTERNAS

Outro programa importante é a construção de cisternas rurais para captação da água da chuva com fins de potabilidade (Souza Silva, Porto, Lima, Gomes, 1984) e (Souza Silva, Porto, Soares, 1990). Para tanto, as organizações não-governamentais e os governos estaduais e municipais têm um papel fundamental, tanto na construção das cisternas, como no manejo de uso de suas águas junto ao homem do campo (atualmente encontra-se em desenvolvimento um programa que visa a construção de um milhão de cisternas no Semi-Árido nordestino). Cada milímetro de chuva caída em um metro quadrado de área resulta em aproximadamente um litro de água. Num telhado de 300 m², por exemplo, com um milímetro de chuva caída tem-se 300 litros. Por sua vez, uma cisterna de 15 mil litros (quando bem manejadas, as águas das cisternas ficam livres da contaminação por microorganismos) abastece de água potável uma família de cinco pessoas durante os oito meses sem chuvas na região.

5.5. NO TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SERVIDAS

Outra questão que já começa a despertar o imaginário do meio científico é a possibilidade de reutilização das águas servidas pelas populações psop9Uap

regas de jardins, descargas de sanitários, lavagens de calçadas e de automóveis, algumas utilizações industriais, etc. Procedendo-se dessa forma, tornam-se mínimas as possibilidades de se causar problemas na saúde das pessoas.

5.6. Na prudência com relação às questões do rio São Francisco

Outro ponto polêmico diz respeito ao uso das águas do rio São Francisco para o abastecimento das populações sedentas do Semi-Árido (Suassuna, FJN), (Ministério da Integração Nacional, 2001) e (Pessoa e Galindo, 1989). Sobre esse assunto, é preciso que se levem em consideração alguns aspectos:

• O São Francisco é um rio hidrologicamente pobre, isso de longo termo. Apesar de possuir área de bacia semelhante a do rio Tocantins (a bacia do Tocantins tem cerca de 700 mil km²), apresenta vazão quatro vezes menor do que aquele rio amazônico (a vazão do São Francisco é de 2.850 m³/s, enquanto que a do Tocantins é de 11.800 m³/s). A razão dessa pobreza hídrica prende-se ao fato de a bacia do São Francisco apresentar uma vasta área de clima semi-árido (cerca de 60%) e características geológicas cristalinas.

• A Chesf, ao longo dos últimos 60 anos, explorou praticamente todo o potencial gerador do rio, potencial esse estimado em cerca de 10 mil MW, no qual foram aplicados cerca de US$ 13 bilhões de dólares. Essa potência instalada gerou, em 2001, com as deficiências hidrológicas havidas, cerca de 37,1 milhões de MW/h, tendo sido necessária a importação de mais 8,6 milhões de MW/h de outros centros geradores do país, como forma de suprir toda a demanda energética da região naquele ano, totalizando, portanto, um consumo de cerca de 45,7 milhões de MW/h. A par dessas questões, a região Nordeste vem crescendo a uma taxa de 4,5 a 6% ao ano, significando dizer que, em 12 anos, haverá necessidade de se dobrar a capacidade de oferta de energia na região, ou seja, em 2017 precisa-se ter, no Nordeste, entre 90 a 100 milhões de MW/h, para satisfazer a sua demanda. E onde será gerada essa energia?

• Em Minas Gerais, nos últimos 20 anos, 50% da vegetação dos cerrados foram transformados em carvão. As siderúrgicas mineiras consomem, anualmente, cerca de 6 milhões de toneladas de carvão vegetal, dos quais 40% são provenientes das derrubadas de matas nativas. Com esse consumo

de carvão vegetal, estima-se que foram destruídas, aproximadamente, 75% da vegetação regional e 95% das matas ciliares dos rios no seu alto curso. Nessas regiões, onde são plantados soja e café irrigados, a expansão das lavouras tem contribuído para o aumento dos desmatamentos criminosos, principalmente os efetuados próximos às nascentes. O desmatamento indiscriminado da vegetação nativa tem resultado numa exacerbada erosão do solo. Estima-se que 18 milhões de toneladas de solos sejam carreados anualmente para a calha do rio, num volume equivalente a 2 milhões de caminhões caçambas;

• O rio das Velhas e o Paraopeba, importantes afluentes do São Francisco, recebem boa parte dos esgotos (urbanos e industriais) da região metropolitana da grande Belo Horizonte. Estima-se que 30% desses esgotos caem nos rios das Velhas e Arruda, juntamente com os de outras 400 cidades, poluindo o rio São Francisco com coliformes fecais, ferro, manganês, fenóis, óleos, graxas e até arsênico e mercúrio, subprodutos da extração do ouro e outros minerais. É espantoso o enorme contingente populacional existente nas cidades (estima-se em 14 milhões de pessoas em toda a bacia do rio), lançando diariamente suas águas servidas na calha do rio, sendo importante a conscientização da população sobre a necessidade de vir a tratar seus esgotos domésticos para que, no futuro, não venha a ter problemas de saúde com a utilização das águas do rio. Para o saneamento da área, são estimados gastos da ordem de US$ 2,2 bilhões.

• O oeste baiano tornou-se pólo agrícola na década de 80. Os desmatamentos indiscriminados têm provocado a extinção de algumas nascentes na bacia do São Francisco. Na região de Correntina, no sudoeste da Bahia, já foram constatadas extinções dos rios Capão, Sucuriú e Cabeceira Grande, demonstradas na matéria publicada no programa Globo Rural (as melhores reportagens do ano 2000, postas no ar em janeiro de 2001), da rede Globo de televisão. Recentemente, foi tornada pública a informação da extinção do Ribeirão do Salitre, afluente do rio Arrojado que, por sua vez, é afluente do rio Corrente, tributário do São Francisco. Essa região no sudoeste baiano é possuidora de malha fluvial extremamente rica, a qual contribui para a manutenção das vazões de importantes afluentes do São Francisco naquele pedaço de sertão nordestino.

• A erosão tem assoreado o rio, dificultando a navegação e, conseqüentemente, modificando o seu regime. O assoreamento já provocou

a desativação da balsa em Remanso do Fogo (MG). A travessia do rio para São Romão (MG) tem que ser feita por Cachoeira da Manteiga (MG).

• Sem o orçamento das águas, fica extremamente difícil se fazer um prognóstico sobre a transposição do São Francisco como alternativa para solução dos problemas de escassez hídrica do Nordeste, tornando-se impossível determinar, tanto os volumes de água a serem utilizados pela população, como a época de retirada desses volumes do rio. No entanto, é importante lembrar que a exploração do potencial de geração do rio São Francisco pela Chesf está no seu limite. Conforme já mencionado, a empresa conseguiu, com extrema competência e muito sacrifício, montar um parque gerador de energia de mais de 10 mil MW com suas diversas unidades, potencial este que deve ser preservado com muita seriedade para o bem do desenvolvimento de todo o Nordeste.

• Não se pode esperar, uma vez tomada a decisão de se utilizar água do rio São Francisco, que essa água chegue aos que habitam os limites do Semi-Árido, no dia seguinte. A população difusa do Semi-Árido morrerá de sede antes disso. O acesso à água de tal fonte é uma questão a ser resolvida a médio e longo prazo.

• O São Francisco já está com as suas águas comprometidas na geração de energia e na irrigação. A vazão média do rio é de aproximadamente 2.850 m^3/s. Para se obter uma vazão garantida para fins de geração de energia, foram construídos dois grandes reservatórios de regularização na calha do rio: Três Marias e Sobradinho. O primeiro acumula até 19 bilhões de m^3 e regulariza uma vazão de 517 m^3/s. O segundo tem capacidade de 34 bilhões de m^3 e regulariza uma vazão de 1.815 m^3/s, quando somada à regularização de Três Marias. Considerando-se essas vazões regularizadas, estima-se a vazão, com 95% de garantia (vazão igualada ou superada em 95% do tempo) na foz do rio, em 1.850 m^3/s. A demanda para manutenção das condições de biodiversidade e usos da água no baixo curso e foz é essencial para determinação das disponibilidades para usos consuntivos. Por determinação do Ibama, a vazão mínima na foz foi limitada a 1.300 m^3/s (vazão ecológica). Deduzindo-se esse limite da vazão regularizada pelos reservatórios, a vazão alocável com garantia de 95% para todos os usos consuntivos na bacia será de 550 m^3/s. O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do São Francisco adota como vazão máxima alocável para usos consuntivos 360 m^3/s, justificável, principalmente, pelo fato de a garantia das vazões estar

associada à operação dos reservatórios de Três Marias e Sobradinho, os quais estão sujeitos às contingências do setor elétrico (SBPC, 2004).

• As vazões máxima e média requeridas pelo projeto de transposição, aproximadamente 127 m³/ e 65 m³/s, representam respectivamente 4,5% e 2,5% da vazão média na foz e 6,8% e 3,5% da vazão com garantia de 95% nesse mesmo ponto. Valores inexpressivos, já que se aproximam dos erros inerentes ao processo de determinação das vazões. Contudo, se forem observados a vazão de restrição mínima da foz, determinada pelo Ibama, e o consumo atual na bacia, as vazões máxima e média requeridas para a transposição consumirão respectivamente 47% e 25% do saldo atual de vazão alocável na bacia (SBPC, 2004).

• Atualmente as outorgas de direito de uso da água já emitidas na bacia do São Francisco somam um consumo de 335 m³/s, os quais, subtraídos do volume alocável de 360 m³/s, restam apenas 25 m³/s para usos consuntivos na bacia do rio.

• O problema do baixo volume disponível do São Francisco é agravado, se considerarmos a questão da evaporação existente ao longo de sua bacia. A título de exemplo, são evaporados no espelho d'água da represa de Sobradinho, cerca de 200 m³/s.

• A vazão média do São Francisco, que na região semi-árida corre inteiramente sobre o embasamento cristalino, é de 2.850 m³/s pelo fato de terem sido registradas vazões mínimas de até 595 m³/s (em outubro de 1955) e, nas grandes cheias, vazões máximas que chegaram a 20 mil m³/s. No entanto, esses dados, para a Chesf, são muito preocupantes pois, no complexo gerador de energia de Paulo Afonso, há necessidade de uma vazão mínima garantida para manter o sistema gerador operando a contento. A título de exemplo – Quadro 5, anexo –, são mostrados, entre outros, os volumes máximos de engolimento na geração de energia das usinas de Itaparica, com cerca de 2.744 m³/s, de Paulo Afonso IV, com 2.310 m³/s e de Xingó, com 3.000 m³/s. Nesse sentido, a Chesf foi como que obrigada a construir a represa de Sobradinho, que conseguiu manter, no rio, uma vazão média regularizada de 2.060 m³/s. Ainda com relação à vazão do rio, outro aspecto importante a ser considerado diz respeito aos constantes desmatamentos realizados no Alto São Francisco, que têm ocasionado sérios problemas de desbarrancamento de suas margens, assoreamentos no leito, extinção de nascentes com conseqüente

diminuição de vazão. Em tais casos, é de suma importância que sejam promovidas ações revitalizadoras no rio, com vistas a se reverter esse quadro.

• Estão cadastrados cerca de 25 mil pescadores na bacia do São Francisco. Só no trecho mineiro, há, pelo menos, 10 mil pescadores que capturam uma média de 3 kg de pescado por dia, num total de 30 toneladas diárias. A 3 reais o quilo, temos 90 mil reais por dia. Em nove meses de pesca, são 24 milhões de reais por ano, quase 8 milhões de dólares. A construção dos grandes reservatórios tem interrompido, sistematicamente, o fenômeno da piracema. As barragens bloqueiam a migração do pescado, reduzindo a velocidade, a turbidez e a temperatura das águas acumuladas. No extrato inferior de tais reservatórios, a temperatura da água tem-se tornado 5 a 7 graus mais fria do que na superfície, confundindo o metabolismo dos peixes (principalmente das fêmeas) e abortando as desovas. Todos os rios piscosos exibem imensas planícies de inundação que funcionam como criatórios de peixes. O São Francisco reúne 2 mil km² de áreas inundáveis. Em Januária, elas medem 16 km de largura, mas estavam secas desde a cheia de 1994 e voltaram a encher em 2004. O trecho a montante de Sobradinho (1.300 km até Três Marias) constitui o grande berçário de peixes do rio, onde se concentram cerca de 80% das planícies de inundação. A ausência de cota para a chegada dos ovos dos peixes aos criatórios e a pesca de jovens cardumes têm comprometido a reposição dos estoques pesqueiros. Em 1983, uma pesquisa mapeou 32 lagoas naturais de reprodução de peixes no município de Lagoa da Prata (MG), a pouco mais de 50 km da nascente do São Francisco. Atualmente, restam apenas oito. As pesquisas confirmam o declínio dos estoques pesqueiros. Um estudo feito em Pirapora (MG), em 1986, monitorou a pesca local por seis meses. Cada pescador conseguia então a média de 12 kg por dia, com 86% de participação do surubim, espécie mais valiosa das 150 que povoam o rio. Em 1999, a pesagem foi repetida. O volume médio caiu para 3 kg por dia, sendo inexpressiva a presença do surubim. Por outro lado, o país tem hoje mais de 5 milhões de hectares alagados pelos reservatórios das usinas hidrelétricas. Usando apenas 1% dessa área, com o auxílio de tanques-rede, o país teria condições de, no futuro, ultrapassar os grandes produtores mundiais de pescado. Usando o potencial das cinco maiores hidrelétricas brasileiras (Furnas, Itaipu, Três Marias, Tucuruí e Sobradinho), que juntas mantêm um espelho d´água de cerca de um milhão de hectares, é possível produzir até 15 milhões de toneladas de pescado – quase 15 vezes o total da produção nacional, estimada em 2003 em cerca de 1,05 milhão de toneladas.

• Na possibilidade de retirada de água para fins de abastecimento, tem-se que levar em consideração o orçamento das águas, o qual é um reflexo das características do ciclo hidrológico anual da região, e verificar se há disponibilidade de volumes suficientes para tal. A represa de Sobradinho recebe água, oriunda do alto São Francisco, no período de novembro a abril de cada ano e gasta essa água, regularizando a sua vazão, no período de maio a outubro. Ocorre que em abril de 1999, devido às secas sucessivas e a um ciclo hidrológico atípico, a represa de Sobradinho havia acumulado um volume de apenas 55% de sua capacidade útil de armazenamento (em setembro daquele ano, a represa acumulava apenas 21% desse volume), significando dizer que houve necessidade de a Chesf importar, da usina de Tucuruí (PA), uma certa quantidade de energia, equivalente ao que deixou de ser gerado em Paulo Afonso com os 45% restantes do volume de água não armazenados em abril. Estimou-se, nessa operação, uma importação de cerca de 800 MW/h, o equivalente a 15% do consumo do Nordeste. Em 2001, a situação foi mais drástica ainda. Em abril, com a continuidade da seca, Sobradinho só havia acumulado cerca de 36% do seu volume útil, chegando a atingir, em novembro, apenas 5,4%, havendo a necessidade de se proceder ao racionamento de energia, inclusive com adoção do Plano B e seus feriados forçados. Em 2003, a represa de Sobradinho volta a apresentar volume crítico, chegando em dezembro com apenas 10% do seu volume útil, havendo a necessidade do acionamento do parque de termelétricas instalado na região. Além do mais, essas características hidrológicas das represas, obrigaram o governo federal a importar, de Tucuruí, cerca de 1.200 MW/h. Esse volume de energia importado é preocupante, pois as regiões Norte e Nordeste do país continuarão crescendo, o que implica maiores demandas de energia (a previsão é a de que o Nordeste passe a apresentar, nos próximos anos, problemas mais freqüentes na geração de energia) e não se sabe até quando a usina de Tucuruí suportará essa demanda extra oriunda do Nordeste (a exemplo de todo o complexo da Chesf, Tucuruí, em 2001, também racionou 20% de sua energia produzida). Nesse sentido, é desejável que o problema de geração de energia elétrica do Nordeste seja solucionado na própria região, evitando-se, sempre que possível, que quantidades de energia sejam transferidas de outras regiões (a não ser em caráter de extrema necessidade), sob pena de se estar correndo o risco de, ao tentar solucionar um problema (deficiência temporária de geração no Nordeste), criar outro de igual magnitude (esgotamento precoce do potencial gerador no Norte). Nesse cenário, se o orçamento das águas estivesse em vigor no Nordeste, seria muito provável que, para o ano de 2001, devido àquela escassez hídrica reinante, não houvesse

possibilidade de se retirar do rio São Francisco os volumes desejados para atender as demandas da população.

• Cremos que já é chegada a hora de iniciarmos uma discussão sobre a ampliação da matriz energética nacional (a matriz energética nacional é calcada, quase que exclusivamente, em hidreletricidade), por meio do aporte de novas fontes e formas de energia. O Nordeste brasileiro é detentor de um enorme potencial para o aproveitamento da luz solar, dos ventos e da biomassa, que poderá satisfazer as necessidades energéticas do seu povo por um bom período de tempo.

• Se, por uma questão humanitária (Alínea III do Art. 1° da Lei nº 9.433, estabelece, em situação de escassez de água, o uso prioritário dos recursos hídricos para o consumo humano e a dessedentação dos animais), a decisão de transpor as águas do São Francisco for tomada, na expectativa de evitar que a população morra de sede (serão 127 m^3/s a serem transpostos), certamente haverá necessidade de uma redução da área irrigada na bacia do rio, pois passará a ser utilizado no abastecimento das populações o volume de água que deixará de ser utilizado na irrigação. Atualmente, já estão sendo irrigados no vale do São Francisco, cerca de 340 mil ha, com um consumo de água aproximado de 170 m^3/s. Contudo, a área irrigável está em constante ampliação (cerca de 4% ao ano), com perspectivas de mais 100 mil ha, por meio da implantação dos projetos Irecê, com 60 mil ha, e Salitre, com 30 mil ha, ambos na Bahia, e o projeto Pontal, com 10 mil ha, em Pernambuco. Esses três projetos, juntos, irão acrescer em mais 50 m^3/s o consumo d'água na irrigação ali praticada. Nessa expectativa, espera-se que os sistemas geradores de energia da Chesf, por uma questão de segurança nacional, sejam preservados. Para se ter uma idéia da dimensão do problema, para cada m^3/s retirado do rio São Francisco entre as usinas de Sobradinho e Xingó, há uma redução na geração de energia da ordem de 22 milhões de KW/h anuais, equivalentes ao fornecimento a uma cidade com população de 35 mil habitantes. Nesse sentido, seria prudente que o local de retirada dessas águas fosse feito à jusante da represa de Xingó, posição na qual as águas já cumpriram o seu papel de geradoras de energia elétrica e irão ser drenadas para o mar.

• É necessário se pensar na possibilidade de se transpor águas de outras bacias hidrográficas para aumentar a vazão do São Francisco. Sobre essa questão, a transposição de águas do Tocantins é, sem dúvida, um caminho a ser percorrido (MME, DNAEE, DCRH, 1983). Contudo, alguns esclarecimentos precisam ser feitos: primeiramente, é preciso observar que

a bacia do Tocantins está localizada em uma cota 333 metros abaixo da cota do divisor de águas da bacia do São Francisco (Aguiar, 2000). Isso significa dizer que há necessidade de bombeamentos para a transposição de suas águas, o que implica em custos elevados na realização do projeto. Existem estudos que comprovam a necessidade de haver, pelo menos, quatro estações elevatórias.

• Há no Noroeste da Bahia uma falha tectônica na qual existem duas lagoas (Jalapão e Varedão) com triplo desaguadouro: para o rio Tocantins através do rio do Sono, para o rio Parnaíba e para o rio São Francisco, através de seus afluentes, os rios Sapão, Preto e Grande. Nesse acidente geográfico há uma interligação natural para o São Francisco, no qual há um deságüe natural de cerca de 110 m^3/s (Botelho, 2000). Um aprofundamento dessas lagoas bastaria para um aumento significativo de vazão no São Francisco. Outra alternativa seria a de transpor água do rio Grande, através da represa de Furnas, para o São Francisco (Pereira. Informações e comentários, cópia xerox incluindo mapa). Esta, por sinal, seria a alternativa mais barata, pois seria necessária, apenas, uma obra de engenharia, traduzida pela construção de uma comporta em um dos diques da referida represa, para a água chegar ao São Francisco por gravidade (poder-se-ia dispor, nessa operação, de um volume de cerca de 200 m^3/s). Existem implicações que dificultam a adoção dessa alternativa como, por exemplo, o fato de o rio Grande ser afluente do rio Paraná que, por sua vez, é um rio de águas internacionais. A outra implicação é a de que a represa de Furnas está localizada em território mineiro e não se sabe, ao certo, a reação do governo de Minas diante de uma proposta como esta.

6. Conclusões

Finalmente, a concretização das alternativas acima elencadas demandará um certo tempo. Os programas demoram para serem concebidos e executados. E a variável "tempo" o nordestino não tem à sua disposição, pois o fantasma da falta de água potável está rondando a região.

A natureza complexa do ambiente nordestino sinaliza para a necessidade de estudos integrados e abrangentes que visem ao aproveitamento de sua água para promoção do desenvolvimento regional. É importante, em primeiro lugar, a execução de projetos hidráulicos estruturadores, partindo-se das bacias receptoras de jusante (estados receptores) para a bacia exportadora de montante (bacia do São Francisco),

por meio do uso integrado do potencial hídrico existente em cada um dos Estados da região, da otimização das disponibilidades de água e da confirmação de demandas, de modo a assegurar que a transposição do São Francisco constitua uma alternativa complementar e não implique no abandono ou mesmo na subutilização de fontes locais de água, garantindo intervenções capilares de ponta que propiciem a obtenção de efeitos benéficos nas bacias.

Enquanto isso não acontece, já seria de bom termo que os governos dos estados nordestinos começassem a se preocupar em fazer chegar água nos municípios necessitados por meio de abastecimentos alternativos (com carros pipa, navios, trens, etc.), bem como identificar as fontes hídricas disponíveis para suprimento desse abastecimento emergencial. Embora circunstancial, a decisão deve ser tomada para evitar o mal maior, qual seja, a instalação do caos social.

Referências

AGUIAR, J. P. M. *Transposição*: Tocantins para o São Francisco [S. l.: CHESF], 2000. Fotocópia. Inclui mapas. (Comunicação CHESF, n. 84/00).

ANDRADE, G. O. de; LINS, R. C. Os climas do Nordeste. In: AS REGIÕES naturais do Nordeste, o meio e a civilização. Recife, PE: CONDEPE, 1971. p. 95-138.

BOTELHO, C. L. *Seca*: visão dinâmica, integrada e correlações. Fortaleza, CE: ABC, 2000. 300 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Projeto São Francisco*: relatório síntese. Brasília, 2001.

_____. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Águas. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. *Transposição das águas do São Francisco e Tocantins para o semi-árido nordestino*: avaliação preliminar. Brasília, 1983. 72 p.

CARVALHO, O. de. *A economia política do Nordeste*: seca, irrigação e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Campus; Brasília: ABID, 1988.

_____. *Plano integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas no Nordeste*. Brasília: MINTER, 1973. (Desenvolvimento regional, n. 1).

CROOK, J. et al. *Guidelines for water reuse*. Cambridge: Camp Dresser, 1992.

DUQUE, J. G. *O Nordeste e as plantas xerófilas*. Mossoró, RN: [s. n.], 1980. (Coleção Mossoroense, v. 143).

_____. *Solo e água no polígono das secas*. Mossoró, RN: [s. n.], 1980. (Coleção Mossoroense, v. 142).

ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE TRANSFERÊNCIA DE ÁGUAS ENTRE GRANDES BACIAS HIDROGRÁFICAS, 2004, Recife, PE. *Relatório das discussões*. Recife, PE: SBPC, 2004. 16 p.

PEREIRA, P. N. S. *Transposição de águas do rio Grande para o rio São Francisco com gravidade a favor*: informações e comentários. [S. l.: s. n., 1989?]. 7 p. Fotocópia. Inclui mapa.

PESSOA, D.; GALINDO, O. *Transposição do rio São Francisco*: a dimensão socioeconômica. Recife, PE: Fundaj, 1989. 235 p.

REBOUÇAS, A. da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. *Estudos Avançado*, v. 11, n. 29, 1997.

_____. *Panorama da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil*. Brasília: CNPq, 1997. 150 p.

_____. Potencialidades dos aqüíferos do Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO NORDESTE, 4., 2001, Olinda, PE. **Anais**... [S. l.]: ABAS, [2001?].

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos. *Quadro de disponibilidade hídrica*. São Paulo, 2000.

SOUZA SILVA, A. de et al. *Cisternas rurais*: dimensionamento, construção e manejo. Petrolina, PE: EMBRAPA/CPATSA, 1984. (Circular técnica, n. 12).

_____; PORTO, E. R.; SOARES, J. M. Tecnologias para o desenvolvimento de propriedades agrícolas do trópico semi-árido. In: PEQUENOS agricultores V: métodos de execução de sistemas integrados de produção agropecuária. Petrolina, PE: EMBRAPA/CPATSA, 1990. (Documentos, n. 66).

SUASSUNA, J. *Contribuição ao estudo hidrológico do semi-árido nordestino*. Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2000. 95 p.

_____. Difusão de tecnologia agrícola: uma experiência no Nordeste brasileiro. *Ciência & Trópico*, Recife, PE, v. 24, n. 1, jan./jul. 1996.

_____. *Opções e limitações tecnológicas para a região semi-árida do Nordeste*. Mossoró, RN: [s. n.], 1989. (Coleção Mossoroense, série B, n. 658).

_____. A pequena irrigação no Nordeste: algumas preocupações. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 18, n. 104, out. 1994.

_____. A pequena irrigação do Nordeste: algumas reflexões. *Caderno de Estudos Sociais, Fundação Joaquim Nabuco*, Recife, PE, v. 9, n. 1, jan./jun. 1993.

_____. O PDCT e a pequena irrigação no Nordeste. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE PEQUENA IRRIGAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO, 1990, Recife, PE. **Anais**... Recife, PE: SUDENE; [Brasília]: Embaixada da França, [1990?].

_____. *Transposição do rio São Francisco na perspectiva do Brasil real*. Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2002. 102 p. Disponível em: <FJN>.

_____; AUDRY, Pierre. *Estudo da salinidade das águas de irrigação das propriedades do GAT* e *da sua evolução sazonal*, *durante os anos de 1988 e 1989*: catálogo das observações de campo e dos resultados das análises. Recife, PE: CNPq, 1992. p. 318.

_____;_____. Estudo da salinidade das águas utilizadas em pequena irrigação no Nordeste e da sua evolução sazonal, durante os anos de 1988 e 1989: informe técnico. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 1., 1992, Recife, PE. **Anais**... Recife, PE: CNPq, 1992. p. 303-305.

_____;_____. Estatística de salinidade das águas de irrigação do Nordeste semi-árido brasileiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 45., 1993, Recife, PE. **Anais**... Recife, PE: ORSTOM/FUNDAJ, 1993. p. 53. Comunicação oral.

_____;_____. *A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino*. Recife, PE: CNPq, 1995. 128 p.

ANEXOS

Quadro 1. Visualização das massas de ar formadoras dos climas do Nordeste

Quadro 2. Esquema representativo do Escudo Cristalino e das Bacias Sedimentares

Qua o 3. Principais domínios hidroló oce subterrânea e intervalo de va

Dom Aquí	Área (km²)	e ³)	Intervalo de Vazão Poço (m³/h)
Subs aflora	600.0		< 1 - 5
Subs terado	4		5 - 10
Bacia entar Amaz			10 - 400
Bacia SãoL Barre nhas Baci			10 - 150

Quadro 4. Quadro de disponibilidade hídrica

Disponibilidade hídrica *per capita* m³/hab./ano	País	Disponibilidade hídrica *per capita* m³/hab./ano	Estado brasileiro	Disponibilidade hídrica *per capita* m³/hab./ano
Abundante > 20.000			Roraima	1.747.010
			Amazonas	878.929
			Amapá	678.929
			Acre	369.305
			Mato Grosso	258.242
	Finlândia	22.600		
	Suécia	21.800	Pará	217.058
			Tocantins	137.666
			Rondônia	132.818
			Goiás	70.753
			M.G do Sul	39.185
			Rio G. do Sul	20.798
Muito rico > 10.000			Maranhão	17.184
	Irlanda	14.000		
			Sta. Catarina	13.662
			Paraná	13.431
	Luxemburgo	12.500		
			Minas Gerais	12.325
	Áustria	12.000		
Rico > 5.000			Piauí	9.608
			Espírito Santo	7.235
	Portugal	6.100		
	Grécia	5.900		
Situação limite > 2.500	França	3.600		
	Itália	3.300		
			Bahia	3.028
			São Paulo	2.913
	Espanha	2.900		
Pobre < 2.500			Ceará	2.436
			Rio de Janeiro	2.315
	Reino Unido	2.200		
	Alemanha	2.000		
	Bélgica	1.900		
			Rio G. do Norte	1.781
			Alagoas	1.752
			Distrito Federal	1.751
			Sergipe	1.743
Situação crítica < 1.500			Paraíba	1.437
			Pernambuco	1.320

Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos de São Paulo, 2000.

Quadro 5. Volumes máximos de água requeridos para a geração de eletricidade nas principais usinas da Chesf

DADOS NOMINAIS			
USINA	**POTÊNCIA (Mw)**	**ENGOLIMENTO POR UNIDADE (m^3/s)**	**ENGOLIMENTO TOTAL (m^3/s)**
Sobradinho	6 x 175 = 1.050	710	4.260
Itaparica	6 x 250 = 1.500	457,43	2.744,58
Moxotó	4 x 110 = 440	550	2.200
Paulo Afonso I	3 x 60 = 180	84	252
Paulo Afonso II A	3 x 75 = 225	115	345
Paulo Afonso II B	3 x 85 = 255	125	375
Paulo Afonso III	4 x 216 = 864	266	1.064
Paulo Afonso IV	6 x 410 = 2.460	385	2.310
Xingó	6 x 500 = 3.000	500	3.000

Fonte: Chesf

Obs.: Vazão média do rio São Francisco de longo período – 2.850 m^3/s.
Vazão mínima regularizada – 2.060 m^3/s.
Nestes empreendimentos, a Chesf investiu, a preços atuais, cerca de US$ 13 bilhões de dólares.

Os desafios da produtividade: novas habilidades na era da informação e do conhecimento e o papel central da gestão do conhecimento

José Cláudio C. Terra[*]

Introdução

No contexto da inclusão social é de fundamental importância uma reflexão profunda sobre as habilidades necessárias para os indivíduos conseguirem ter um desempenho funcional na sociedade da informação e do conhecimento. As demandas do mundo crescentemente digital, informacional e com base na inovação como elemento constante, são muito distintas das demandas do mundo analógico e industrial. Para serem efetivos, profissionalmente ou pessoalmente, os indivíduos deverão adquirir e aprimorar constantemente habilidades relacionadas à busca, análise, validação, publicação e disseminação de informação e conhecimento. Ser produtivo na era da informação e do conhecimento requer um foco não no exercício da memória, mas no exercício das habilidades de processamento e colaboração em torno da informação e do conhecimento.

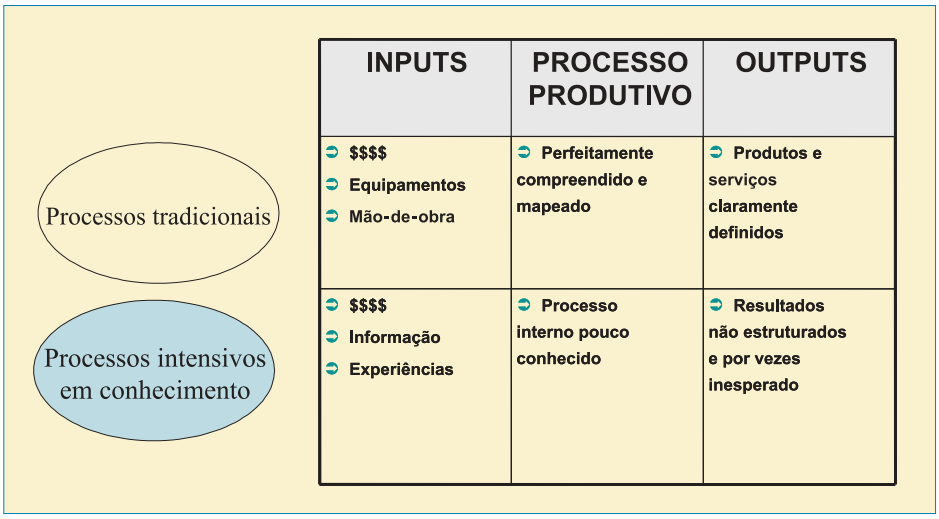
Produtividade é uma questão fundamental para indivíduos, empresas e países. São mais produtivos aqueles que conseguem obter uma melhor relação entre *output* e *input*. Em uma economia baseada em recursos naturais e processos industriais esta relação é bem direta. Os *inputs* são matéria-prima, energia, máquinas e mão-de-obra e os *outputs* são produtos gerados pelos processos produtivos. Essa visão macro pode ser decomposta em várias medidas parciais de produtividade, que quando compostas resultam na produtividade total. Mas como fica esse cálculo quando tanto *inputs* como *outputs* são essencialmente intangíveis?

[*] José Cláudio C. Terra é presidente da Terraforum Consultores.

De uma certa maneira, elas também podem ser compostas a partir de uma visão apenas econômico-financeira, porém ao contrário da economia baseada em tangíveis, a produtividade física deixa de fazer sentido. Não podemos mais falar apenas em tantas peças por hora ou tal volume por dia. Não faz sentido, por sua vez, falarmos em tantas idéias por hora ou tantas decisões por pessoa empregada. É fato, no entanto, que, cada vez mais, boa parte dos investimentos e esforços em gestão tem a ver com melhorar a capacidade criativa, tomada de decisão e emprego de melhores técnicas e métodos produtivos.

Se concordarmos que os resultados do trabalho intelectual são o grande diferenciador entre indivíduos, empresas e países, podemos afirmar que um dos grandes desafios da atualidade é a melhoria contínua da produtividade do trabalho intelectual. Estamos falando não de um trabalho intelectual do tipo acadêmico, mas do trabalho realizado por qualquer pessoa produtiva. Reconhece-se e mesmo exige-se, cada vez mais, mesmo em trabalhos antes tido como braçais (ex: linhas de montagem) que as pessoas sejam capazes de tomar decisões quanto ao andamento do trabalho, reorganizem a seqüência de produção e implementem melhorias freqüentes. A competitividade se manifesta de forma crescente em função da capacidade humana de agregar inteligência como *input* aos processos produtivos.

Se na perspectiva da Era Industrial, os esforços eram no sentido de melhorar os processos produtivos que eram visíveis e tangíveis, na Era do Conhecimento somam-se a este desafio aquele de influenciar os processos produtivos que se passam no interior do próprio cérebro humano. Nessa segunda vertente, é evidente que os desafios são muito maiores, pois temos, apesar de enormes avanços nos estudos neurológicos, apenas uma vaga noção do que realmente acontece no cérebro de cada indivíduo. Como as pessoas aprendem, como surgem as idéias, como é processo de tomada de decisão e quais fatores externos presentes, passados e mesmo futuros influenciam estes fenômenos. Os fatores de produção (*inputs*), o próprio processo produtivo e os resultados (*outputs*) apresentam características e propriedades bastante distintas, conforme mostrado na figura 1, a seguir.



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 1. Comparando processos tradicionais e processos intensivos em conhecimento

Pensar em produtividade no contexto de processos produtivos intensivos em informação e conhecimento requer novas teorias, métodos e métricas. Sabemos que os processos produtivos intensivos em informação, criatividade e conhecimento são cada vez mais importantes e relevantes. Eles podem ser executados em contextos exclusivos da economia do intangível ou plenamente imbricados nos processos produtivos tradicionais. De qualquer maneira, são os principais processos econômicos que determinam o poder de diferenciação, inovação e geração de valor na economia do conhecimento.

Inserir-se socialmente na sociedade informacional e do conhecimento significa ser capaz de inserir-se, cada vez mais, nos processos produtivos intensivos em conhecimento. A conseqüência, o que se espera dos indivíduos, é uma crescente capacidade de processar informação e aprender continuamente a partir de experiências proporcionadas pelas organizações e conseguidas pela própria iniciativa pessoal. Espera-se, ademais, não apenas a produção de produtos e serviços claramente definidos, como de produtos, serviços, decisões e resultados inovadores e adequados ao ambiente em constante mutação.

Modelos Educacionais para a Era do Conhecimento

A discussão acima sobre produtividade afeta diretamente os modelos educacionais. Pode parecer redundante falarmos de modelos educacionais para a era do conhecimento. Como falar de educação sem falarmos de conhecimento? Logicamente, isso não faz sentido. No entanto, estamos em um processo de mudança de tal ordem de grandeza que noções tradicionais sobre o papel da educação e dos modelos de educação precisam ser fortemente questionados. Não é mais possível colocar o professor e o instrutor como o centro do processo de aprendizado. Esse é um modelo falido e, mesmo, irrelevante. Os grandes mestres serão crescentemente aqueles que despertem em seus alunos atitudes socráticas da busca incessante, mas nunca plenamente atendida, da informação, do conhecimento e da verdade.

Em termos práticos, significa que o modelo de educação precisa deixar as amarras do conhecimento unidirecional professor-aluno para centrar-se em modelos cada vez mais "multidirecionais", "multiinformacionais" e "multisensoriais". Além disso, em um mundo cada vez mais em constante mudança, é a curiosidade aguçada e automotivação para empreender, inovar e agir que distinguem aqueles que se destacam e criam futuros prósperos para si mesmos, para suas organizações e para suas comunidades.

Os indivíduos plenamente inseridos na era do conhecimento trafegam em espaços e redes de conhecimento que extrapolam suas organizações, sua localização e mesmo seu tempo. Em boa medida, ser inteligente nesse novo mundo é estar significativamente conectado em várias redes de aprendizado, compartilhamento e criação, que se unem e se desfazem não por normas, regras, decretos ou fronteiras organizacionais, mas pelo combustível do interesse em aprender, trocar experiências, desenvolver projetos e mesmo desenvolver algum tipo de sentimento de identidade a partir da base de conhecimento individual e coletivo.

Nesse contexto, o modelo educacional deveria evoluir no sentido de fortalecer as descobertas e aprendizados individuais a partir do uso constante de projetos de "descobertas" e "criação". O papel do professor passa a ser o de preparar seus alunos para a aventura permanente do navegar pelo mundo informacional, cada vez mais onipresente e abundante, e para a partir desses *inputs* e daqueles advindos do trabalho coletivo, interpretar, discutir,

posicionar-se e criar o novo. É um mundo absolutamente novo e incerto, que exigirá de nossos mestres, novas habilidades para trabalhar com o não plenamente controlável e com contextos da criação do novo, onde a distinção entre certo e errado não é absolutamente clara.

Neste cenário, dominar o uso das novas tecnologias de informação e comunicação baseadas na internet passa a ser uma condição *sine qua non* para nossos mestres e alunos. Dominar, no entanto, não significa apenas conhecer tecnicamente o funcionamento dessas tecnologias. Em um mundo, onde estima-se, que atualmente:

- A informação *on-line* está crescendo a taxa de 20 milhões de páginas por dia;
- Todo dia 40 bilhões de mensagens eletrônicas são enviadas diariamente;
- A cada minuto cerca de 2 mil páginas são adicionadas ao conhecimento científico;
- A capacidade média de armazenamento digital está crescendo em 50% por ano.

...será necessário, sobretudo, desenvolver nos alunos, aprendizes e profissionais habilidades relacionadas a:

Acesso efetivo à informação:

- Definição de foco e uso de conceitos associativos
- Elaboração de questões pertinentes
- Técnicas de busca e estratégias de busca
- Uso de redes de colaboração virtual

Avaliação e validação da informação:

- Capacidade de julgamento, interpretação e questionamento
- Compreensão do uso de fontes e referências
- Técnicas de teste e validação da informação
- Uso de redes de colaboração e validação por pares

Organização e proteção da informação

- Receber, filtrar, classificar e armazenar informação;
- Manter atualizada a lista de contatos e de "quem sabe o quê";
- Desenvolver métodos e rotinas para manter a informação valiosa protegida e facilmente recuperável.

Colaboração, publicação e disseminação da informação

- Habilidades de escrita, comunicação oral e síntese;
- Publicar de forma apropriada para diferentes tipos de meios (impresso, digital, multimídia);
- Decidir sobre alvos da comunicação e interação;
- Trabalhar de forma síncrona e assíncrona.

Esses são desafios muito evidentes para a inserção no mundo profissional intensivo em informação, conhecimento, criatividade e inovação. Não levar isso em consideração nos modelos educacionais significa não entender as enormes mudanças nas demandas em termos de habilidades necessárias para uma inserção produtiva na sociedade do conhecimento. De fato, é bem possível que estejamos constantemente atrasados, pois estamos atuando hoje na educação de estudantes que começam sua vida escolar e que atuarão em um mundo que ao final de seus estudos estará ainda mais digitalizado, informatizado e acelerado. O repensar com coragem para romper paradigmas de modelos educacionais lineares, centrados na memória, em relações unidirecionais e com perspectiva local de aprendizado é mais do que uma prioridade, é uma demanda urgente e inexorável.

O conhecimento é maravilhoso e perverso. É maravilhoso para aqueles (indivíduos, organizações e países) que têm acesso ao mesmo. É perverso para aqueles excluídos. A construção de conhecimento é um processo árduo, cumulativo e de difícil transferência. Os países desenvolvidos, mesmo os generosos, podem repassar recursos físicos, financeiros e mesmo *expertise e abertura de mercados*. A possibilidade de desenvolvimento sustentado, no entanto, passa necessariamente por um processo auto-sustentável de investimento em uma "sociedade que aprende".

PRODUTIVIDADE, COMPETITIVIDADE E GESTÃO DO CONHECIMENTO

Segundo este contexto amplo dos desafios do aprendizado constante, da produtividade e da competitividade, o significado da gestão do conhecimento fica muito mais evidente e estratégico. Em grande medida, podemos dizer que o objetivo final da gestão do conhecimento é aumentar a produtividade do trabalhador do conhecimento.

Gestão do conhecimento é, portanto, algo muito distinto de gestão de dados e informações. Estamos lidando com algo profundamente humano quando abraçamos conceitos associados à gestão do conhecimento. No contexto da gestão do conhecimento, tentamos, de uma certa maneira, influenciar a produtividade e o processo produtivo intelectual de grupos de indivíduos, porém sem conhecer totalmente "o meio de produção utilizado". Tentamos influenciar os *inputs* a partir de uma série de ações que podem ou não ser percebidas pelos indivíduos e que serão interpretadas de maneira claramente distinta por cada um. Os instrumentos da gestão do conhecimento incluem, de maneira genérica, o fornecimento de informações na medida do possível personalizadas, a ampliação da rede de contatos relevantes e significativos e, principalmente, a criação de oportunidades e contextos adequados para o aprendizado.

Em última instância, espera-se aumentar a produtividade do trabalhador do conhecimento. Esse aumento, no entanto, não é muitas vezes perceptível ou diretamente mensurável e passível de ser atribuído aos esforços de gestão do conhecimento. Pode, ademais, aparecer apenas no longo prazo ou mesmo não ter qualquer efeito em alguns indivíduos. A geração de conhecimento se enquadra claramente nos fenômenos complexos da natureza. É por isso mesmo uma questão fascinante e desafiadora. Nesse sentido, sabemos a direção da mudança que queremos como resultado dos esforços de gestão do conhecimento, mas jamais poderemos controlar os *inputs*, processos e *outputs* como em processos produtivos tradicionais. Em síntese, na busca do aumento da produtividade do trabalhador do conhecimento, conseguimos influenciar alguns dos *inputs*, temos algumas noções embrionárias sobre o processo em si e somos capazes de avaliar uma amostra bem parcial dos *outputs*.

A despeito desses desafios, a gestão do conhecimento, como abordagem gerencial, continuará a evoluir e garantir seu espaço na agenda corporativa à medida que pelo menos uma parte de seus *outputs* sejam direta ou indiretamente associados às iniciativas de gestão do conhecimento. Este deve ser um trabalho permanente realizado a partir de uma série de métodos: estudos de caso, *storytelling*, entrevistas com usuários, etc. Não deve-se buscar um único indicador. Esta abordagem não funciona no contexto de fenômenos complexos, como o conhecimento. É, pelo uso incessante da combinação de medidas quantitativas, qualitativas e narrativas que os gestores devem justificar seus esforços de gestão do conhecimento e o impacto destes na produtividade do trabalhador do conhecimento.

A gestão do conhecimento começou como abordagem e disciplina centradas nos desafios organizacionais – tanto de empresas privadas, como públicas –, no entanto, observa-se atualmente que seus horizontes e raio de ação já adquiriu novos patamares e protagonistas. O Banco Mundial foi um dos primeiros nesta linha ao se autoproclamar, *the knowledge bank*. Outras esferas de atuação incluem certamente o mundo da educação – principalmente universitária – e o desenvolvimento de políticas públicas de desenvolvimento calcadas na disseminação de conhecimento, fortalecimento da conectividade empresarial e compartilhamento de informações e da facilitação de *links* entre empresas, universidades, institutos de pesquisa e governo.

Considerações finais

A inclusão social passa cada vez mais pela inclusão no conhecimento. E a inclusão no conhecimento, por sua vez, ocorre, cada vez mais, não por um processo passivo, mas por um processo ativo, que envolve habilidades, motivação, curiosidade e conectividade. Nesse sentido, investir na inclusão social dos atuais e futuros trabalhadores do conhecimento significa investir logicamente na conectividade física porque esta é um limitador real do acesso à informação e ao conhecimento. Esse investimento embora necessário, está longe de ser suficiente. Pode na verdade, ser até mesmo, em alguns casos, contraproducente, pois excesso de informação e uso de informação e conhecimento não-referendados, validados e legítimos é um problema tão grande quanto a falta de informação. Assim, é de extrema importância focar

o processo de inclusão no desenvolvimento constante das habilidades relacionadas ao acesso, análises, validação, organização, proteção, colaboração, publicação e disseminação de informação e conhecimento.

Este foco representa, de uma certa maneira, um modelo muito menos paternalista que os modelos tradicionais de inclusão social pela distribuição de renda e mesmo de esforços educacionais com base em modelos tradicionais estabelecidos na transmissão de conhecimentos do mestre detentor do conhecimento para os alunos dependentes do conhecimento superior. Os conceitos de gestão do conhecimento, oriundos originalmente do meio empresarial, se tornam, portanto, particularmente relevantes também no contexto da formação da cidadania, da inclusão social e da preparação para o mundo profissional.

Os ativos intangíveis são aqueles que garantem diferenciação e retornos exponenciais no mundo empresarial. Organizações líderes sabem disso e têm focado seus processos de gestão, de forma crescente, na gestão desses ativos. O conhecimento tácito dos colaboradores é, sem dúvida alguma, a principal forma de riqueza organizacional e conseqüentemente dos países. Conhecimento tácito, como sabemos, é ao mesmo tempo individual e coletivo, desenvolve-se ao longo da vida e é influenciado pela cultura e valores, acesso à informação e a experiências vividas. Influenciar o desenvolvimento do conhecimento tácito a partir do desenvolvimento de habilidades de processamento de informação, colaboração e inovação representa, portanto, uma grande oportunidade e desafio para os países, organizações e indivíduos.

Regulamentação da pesquisa clínica no Brasil

José O. Medina Pestana[*]
Patrícia Ruy Vieira[**]

A Instituição do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), atendendo à Resolução 196, em 1996, contribuiu para que o país fosse inserido de maneira mais concreta no contexto internacional de pesquisa clínica, graças a uma regulamentação adequada, respaldando pesquisadores brasileiros, reconhecidamente competentes graças a complementação de sua formação acadêmica em centros de excelência brasileiros e no exterior. O modelo elaborado com um comitê central localizado em Brasília e uma rede de comitês de ética, em cada instituição de pesquisa, foi a princípio adequado, por se tratar de processo novo e dependente de aprendizado pessoal e coletivo. Foi grande o progresso na divulgação e sedimentação das bases fundamentais da pesquisa clínica, incluindo a elaboração e apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido, e um adequado balanço entre os riscos e benefícios de um determinado projeto de pesquisa. A regulamentação incorporou os preceitos da declaração dos direitos humanos, código de Nurenberg, declaração de Helsinque, recomendação de boas práticas clínicas e do código de defesa do consumidor, criando regras formais aplicáveis ao nosso meio cultural, logístico e burocrático. Essas regras são aplicadas a todos os projetos de pesquisa, incluindo observações retrospectivas, observações de saúde pública, uso de material biológico estocado, mas principalmente na regulamentação de estudos clínicos com intervenção terapêutica ou diagnóstica randomizada ou não. Esses estudos dependem de consentimento livre e muito bem esclarecido do voluntário, de grande competência do grupo de pesquisadores, da previsão de relação entre custo

[*] José O. Medina Pestana é professor de Metrologia da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).
[**] Patrícia Ruy Vieira é procuradora federal e doutoranda pelo Departamento de Psiquiatria da Universidade Federal de São Paulo.

e benefício favoráveis, em relação ao mérito científico e ético, e a distribuição justa dos benefícios do custo da pesquisa entre instituição e pesquisadores, após um processo formalmente analisado por Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) independente e competente, formado por representantes de diversos setores da sociedade. Compete ao pesquisador e ao CEP o posterior monitoramento dos resultados e de seus eventos adversos.

O primeiro questionamento, em relação à resolução 1996, foi dirigido aos aspectos dos comitês e da exigência de grande número de documentos para que o projeto fosse analisado. Entretanto, essas regras foram logo assimiladas, e face à grande repercussão para a saúde que uma pesquisa clínica pode trazer, a formalidade foi justificada.

Outras vezes, foi questionada a extensão da análise dos CEPs, se restrito aos riscos ao paciente, analisado apenas sob o ponto de vista de ética de risco individual, ou se estendido à análise do mérito científico e financeiro da proposta. Entendemos que esses três pontos não podem ser analisados independentemente, não se justificando gastar tempo do paciente e recursos institucionais em pesquisa sem mérito científico, ou despender excessiva quantidade de recursos, mesmo que o risco individual do voluntário seja zero. O trabalho dos relatores é intenso, difícil e gradualmente aprimorado mesmo quando analisam projetos de pesquisa de caráter puramente acadêmico, em geral elaborados para cumprir etapas na progressão da carreira acadêmica e não condicionados à análise prévia por um comitê científico, como ocorre com projetos elaborados pela indústria farmacêutica. Assim, a seleção dos membros participantes do comitê deve ser criteriosa, considerando a complexidade da análise e os diversos aspectos envolvidos.

Um benefício institucional adicional, derivado da atuação do comitê de ética, está relacionado ao fato de que por ele passam todos os projetos de pesquisa da instituição, oferecendo a oportunidade de controle de outros aspectos de pesquisa que muitas vezes não são notificados, como projetos que envolvem biossegurança, produção de lixo radioativo, lixo biológico, previsão de prejuízos financeiros à instituição e relação da instituição com agências fomentadoras de pesquisa pública ou privadas. Baseado neste conceito, o Comitê de Ética em pesquisa da Unifesp estendeu sua abrangência, tornando-se responsável também pela análise dos projetos de pesquisa experimentais envolvendo animais. Para atingir este objetivo a

seleção dos membros do comitê abrangeu pesquisadores de áreas clínicas básicas, além dos membros não pesquisadores. Assim, este mesmo comitê utiliza critérios análogos de relação entre sofrimento e possível benefício para a sociedade na análise destes projetos, baseados na Declaração de Genebra e nas normas do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (Cobea). Esse talvez seja um modelo adequado de fusão desses dois comitês considerando que as questões de dor e sofrimento são aplicáveis em ambas as áreas, e cada projeto só pode ser justificado quando se espera a obtenção de algum benefício para a sociedade.

Na experimentação com animais são sete os principais elementos considerados: O primeiro ressalta o fato de que o animal é dotado de sensibilidade. O segundo, que pesquisas em animais devem sempre prever algum benefício relevante para a sociedade. O terceiro está ligado à escolha da espécie apropriada para o experimento, devendo ser a de menor evolução na escala filogenética. O quarto está relacionado à necessidade de sedação da dor e redução de qualquer desconforto. O quinto determina que se use o menor número possível de animais, considerando as previsões estatísticas. O sexto determina que o animal deva ser sacrificado por método indolor. O sétimo determina que todo procedimento deva ser realizado por pessoal qualificado e treinado e preparado para seguir estas regras.

A partir destes princípios os experimentos são classificados em cinco categorias baseadas no desconforto crescente: "A" – quando não usam seres vivos, "B" - quando usa vertebrados sujeitos a pequeno desconforto, "C" – quando vertebrados são submetidos a estresse ou dor menor, "D" e "E", as últimas duas categorias cuja aplicação é altamente questionável, sendo "D", o uso de vertebrados submetidos a dor maior e inevitável, e, "E" quando submetidos à dor e estresse severos.

Nestes seis anos, analisamos 8.166 projetos, sendo 721 (GI + GII) da indústria farmacêutica, 6.022 de pesquisa clínica e 1.423 envolvendo animais. Destes, 496 foram submetidos a nova análise no Conep (grupo I), 225 foram notificados ao Conep por meio do envio da folha de rosto (grupo II) e 6.022 somente notificados na forma de registro (grupo III) por serem principalmente estudos retrospectivos e auditorias médicas. Os projetos não envolvem humanos não são enviados para nenhum outro órgão, embora exista um projeto de lei do Ministério da Ciência e Tecnologia, nº 1.153 em

tramitação desde 1995, que também regulamenta a constituição de comitês de ética em pesquisa experimental com animais, ainda não tornado lei.

Nesse período de seis anos de atuação deste CEP entendemos que as questões mais freqüentemente identificadas foram:

1. Obtenção de recursos financeiros para manutenção do CEP.
2. Critérios para pagamento e ressarcimento dos voluntários.
3. Remuneração dos pesquisadores e da Instituição.
4. Regras específicas para estudos com a participação de recursos multinacionais no financiamento de pesquisa.
5. Regulamentação de pesquisas com banco de dados, de tecidos e de amostras de material biológico e normas para pesquisas que incluem envio de amostras para o exterior.
6. Falta de uniformidade de análise de estudos multicêntricos.
7. Atribuição e exercício das responsabilidades de pesquisadores.
8. Uso de placebo e fornecimento de medicamentos pós-estudo.
9. Realização de auditoria dos projetos aprovados pelo CEP.
10. Difusão do conceito de diferença entre pesquisa clínica e prática clínica.
11. Sobrecarga de atribuições e número elevado de projetos submetidos ao Conep.

1. Obtenção de recursos financeiros para manutenção do CEP

O artigo VII.3 (pág. 93) do "Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa" da Resolução 196, atribui à instituição a obrigação de financiamento da estrutura física, logística e de pessoal do CEP. Essa atribuição não é difícil de ser absorvida por pequenos centros de pesquisa, entretanto centros universitários com grande volume de projetos demandam estrutura física, estrutura de secretariado, arquivo, informatização, e pré-análise dos projetos que resultam em custo financeiro elevado, e não prontamente disponíveis nessas instituições. Assim, achamos razoável a proposta que ao se submeter um projeto para análise, seja cobrado um valor

suficiente para cobrir os custos operacionais do CEP. Trata-se de uma cobrança semelhante àquela cobrada nos vestibulares, o que, obviamente, em analogia, afasta o argumento de que o pagamento induz a aprovação do projeto.

2. Critérios para pagamento e ressarcimento dos voluntários

Equação de difícil solução porque o artigo VI.3 (pág. 92) do "Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa" da Resolução 196, define que o voluntário deva ser ressarcido por suas despesas, interrupção de ganhos e desconforto conseqüentes de sua participação. Também determina que não se pode ressarcir valores diferentes, embora considerando que o item interrupção de ganho esteja sujeito às diferenças extremas entre os voluntários, pelos seus diferentes ganhos com sua atividade profissional. Na prática, os portadores de patologias, participam buscando a expectativa de um melhor tratamento para sua situação clínica, independente do ressarcimento, que em geral inclui alimentação e transporte. No caso de voluntários sadios que participam em projetos de fase I, em estudos de fisiologia ou bioequivalência, a participação é quase restrita a pessoas desempregadas ou parcialmente ocupadas, que buscam nesta participação alguma receita financeira, obtida como ressarcimento de seu desconforto.

3. Remuneração dos pesquisadores e da Instituição

Tem conotação semelhante à remuneração de voluntários. Embora signifique a remuneração por serviços profissionais, não deve ser suficiente para induzir o pesquisador a afrouxar os critérios de inclusão e colocar os pacientes em risco, visando obter rendimentos pessoais. Considerando os baixos salários para professores universitários, a participação em projetos de pesquisa pode multiplicar seu rendimento, gerando uma dependência financeira dos pesquisadores nesse recurso. O mesmo ocorre em relação às instituições que podem criar estruturas que sobrevivem desses recursos, e tornando-se dependente deles, compitam por sua obtenção, descuidando dos critérios de segurança. A instituição também pode ser prejudicada caso o grupo pesquisador, atuando em seus domínios, não remunere suas despesas. Esses aspectos devem ser monitorados pelos comitês de ética.

4. Regras específicas para estudos com a participação de recursos multinacionais no financiamento da pesquisa

O artigo III.3.s (pág. 86) e VIII.4.c (pág. 96) do "Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa" da resolução 196, estabelece que projeto de pesquisa que envolva participação técnica ou financeira de alguma instituição do exterior necessita dupla avaliação, primeiro pelo CEP local seguido de análise pelo Conep, o que pode prolongar o tempo de análise em dois ou três meses, em caso de haver alguma pendência. Mesmo que o projeto seja realizado apenas no Brasil é requerido aprovação pelo CEP no país de origem, onde o projeto foi elaborado, ou no país sede da empresa que produza o produto em estudo. Dois aspectos são importantes em relação a esta exigência – primeiro, deve-se considerar que muitos estudos são melhor executados no Brasil do que em outros países, e, segundo, que esta distinção entre brasileiros e estrangeiros representa uma discriminação dos projetos patrocinados por companhias multinacionais, considerando que o mesmo projeto, quando financiado com recursos nacionais, dispensa esta dupla análise. Pode-se tratar de uma proteção burocrática desnecessária, considerado o elevado nível de desenvolvimento dos grupos de pesquisa brasileiros no contexto nacional e sua integração no contexto internacional.

5. Regulamentação de pesquisas com banco de dados, de tecidos e de amostras e de material biológico e normas para envio de amostras para o exterior

A grande preocupação com o envio de material biológico para o exterior também pressupõe a necessidade de proteção do material genético do brasileiro, o que é, neste sentido, ineficiente considerando a mobilidade internacional da população que recebe atendimento médico em outros países ou realiza exames rotineiros. Também se colocam restrições à estocagem de material biológico com o timbre para futura análise. Tal restrição traz grande prejuízo à evolução do conhecimento e à aplicação do conceito de solidariedade. A identificação futura de marcadores genéticos de eventos adversos decorrentes de uma medicação, ocorridos no passado, poderá favorecer a seleção de pacientes que vão receber esses produtos. Os comitês de ética têm utilizado critérios de senso comum na utilização de material e

informações estocadas sem consentimento específico, considerando que não envolve a participação física ou risco maior ao paciente.

6. Falta de uniformidade de análise de estudos multicêntricos

Os estudos multicêntricos são na maioria patrocinados pela indústria farmacêutica e submetidos aos CEPs das instituições onde serão realizadas. Esses CEPs têm logísticas diferentes e levam tempos diferentes para analisar (entre uma a dez semanas) e todos individualmente apresentam os projetos ao Conep, cuja análise também deve ser individual pois as questões colocadas em cada CEP são distintas. Talvez esses projetos deveriam ser analisados inicialmente pelo Conep com base em uma consultoria científica *ad hoc* para que o processo seja abreviado. A abreviação do tempo de análise desses projetos é fundamental para manter o país no contexto internacional de pesquisa clínica.

Uma resolução recente do Conep (nº 346/05 de 13/01/05) permitirá que a análise pelo Conep seja restrita ao material enviado pelo primeiro centro participante de um estudo multicêntrico, e todos os demais receberão os resultados desta análise, mas conservarão sua autonomia considerando as condições locais de aprovação ou não do projeto.

O processo de análise CEP-Conep foi incorporado pelo pesquisador brasileiro que na sua maioria admite questionamentos, alterações, sugestões, mas ficam desconfortáveis com o tempo demorado de análise, decorrente da permanência de propostas de estudo estocados por semanas e posteriormente analisadas em um ou dois dias. Poderia o Conep contar com membros em tempo integral, fazendo análises e reunindo os relatores semanalmente. A razão da pressa na análise é mercadológica, mas aplicada ao bem-estar da população. Há 20 anos a descoberta de uma nova droga similar demorava cinco a dez anos, hoje, em meses isso acontece como exemplificado pelas drogas utilizadas no tratamento do HIV, o que exige maior agilidade no processo. As questões relacionadas aos efeitos colaterais, por exemplo, da reposição hormonal ou uso Vioxx implicam em maiores cuidados pela indústria farmacêutica, vigilância sanitária e comitês de ética, em relação ao rigor para análise e nos investimentos em pesquisa com grupos, maiores e duração mais prolongada do estudo, mas nunca justificaria a estagnação da análise do processo. Esses eventos adversos de baixa incidência e que dependem de observação mais prolongada, estão mais dependentes

do estabelecimento de uma cultura de notificação de eventos adversos após a comercialização do produto, pelos profissionais de saúde aos órgãos de vigilância sanitária, do que atividade dos comitês de ética.

7. Atribuição e exercício das responsabilidades de pesquisadores

Uma vez aprovado o projeto, o pesquisador tem a obrigação de cumprir com rigor todos os itens aprovados e qualquer mudança ou evento adverso relacionado ou não ao procedimento deve ser notificado. Como exemplo, qualquer internação ou acidentes são considerados eventos adversos graves, que mesmo não relacionados ao procedimento devem ser imediatamente notificados. A responsabilidade do investigador começa pela apropriada apresentação verbalizada do termo de consentimento de maneira clara e não apressada para que o voluntário possa decidir sem constrangimento e de maneira esclarecida e compreendida. O investigador deve garantir ao voluntário atendimento clínico a qualquer momento durante o estudo, o que implica participação institucional para garantir o atendimento integrado, e equipes multiprofissionais que incluem médicos, investigadores, farmacêuticos e enfermeiros.

8. Uso de placebo e fornecimento de medicamentos pós-estudo

O artigo III.3.f (pág. 86) do "Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa", da resolução 196, estabelece que em estudos comparativos, o grupo controle deve sempre utilizar o melhor tratamento disponível no mundo. O uso de placebo é sempre analisado com muito cuidado para não submeter o grupo controle a riscos inaceitáveis. Esse aspecto tem menor importância quando compara tratamento de sintomas ou doenças crônicas como artrite reumatóide, mas ganha maior dimensão quando no tratamento de doenças infecciosas agudas, em que evidentemente não é permitido o uso de placebo. Entretanto, em várias doenças psiquiátricas o efeito terapêutico dos medicamentos é limitado e não muito distante do efeito placebo, mas os riscos principalmente quando incluem probabilidade de suicídio podem ser inadmissíveis. Um grupo de pesquisadores americanos propôs uma alteração nas normas da declaração de Helsinque, procurando definir o melhor tratamento disponível de maneira regional, assim permitindo o uso de placebo ou subtratamento em regiões como a África, onde ocorre

limitação da disponibilidade de medicamentos. Essa proposta foi rechaçada pela comunidade científica mundial e por organizações de direitos humanos.

O artigo III.3.p (pág. 87) do "Manual Operacional para Comitês de Ética em Pesquisa" da resolução 196, estabelece que após o encerramento de estudos com resultados positivos, o medicamento em estudo seja fornecido pelos patrocinadores do estudo até a sua comercialização ou disponibilidade no mercado. Essa premissa corrige a distorção do prejuízo ao voluntário após encerramento do estudo, mas não garante o fornecimento do melhor medicamento ao grupo controle, após alteração da prescrição. Também não garante seu uso após a comercialização, considerando seu elevado custo de lançamento, principalmente nos casos de doenças psiquiátricas. Como a maioria dos estudos são realizados em hospitais públicos e universitários, esses voluntários não terão somente contribuído, de maneiras não equânimes com recursos para adquirir o medicamento, mas terão constituído com informações clínicas para pacientes com recursos financeiros para adquirir os medicamentos. Trata-se de questão de difícil solução integral.

9. Realização de auditoria dos projetos aprovados pelo CEP

Está tem sido uma limitação comum a todos os CEPs e mesmo ao Conep, considerando a logística que ela exige, e as dificuldades de sua aplicação pelos próprios relatores. Somente os projetos patrocinados pela indústria farmacêutica fornecem relatórios periódicos e fazem correta notificação de eventos adversos relacionados ou não ao procedimento em estudo, e são regularmente auditadas pela própria companhia ou órgão de controle público. Para cumprir esse artigo da resolução, ao menos neste aspecto, é necessário alguma profissionalização dos CEPs e seus auditores.

10. Difusão do conceito de diferença entre pesquisa clínica e prática clínica

Na prática clínica cotidiana a terapêutica proposta pelo médico deve ser esclarecida e aceita pelo paciente. Tem aplicação individual predominantemente assistencial, sem visar publicação ou transferência de conhecimento, sendo a negligência, imperícia, ou imprudência reguladas dentro dos conselhos, código civil e penal. A pesquisa clínica é formalmente

elaborada visando a obtenção de novos conhecimentos e difusão de seus resultados. É aprovado por comitês científicos e de ética, e também mantêm as mesmas obrigações, deveres e responsabilidades da relação cotidiana assistencial.

A maioria absoluta dos procedimentos médicos hoje estabelecidos foi baseada no senso comum e na observação da evolução individual e as condutas foram sendo estabelecidas ao longo de anos de prática clínica com base no julgamento individual e do entendimento médico com seu paciente. Durante séculos a medicina foi exercida por homens da arte – filósofos e práticos e a doença era entendida como uma maldição divina enviada aos homens que haviam pecado ou infringido leis. Ao longo do Século XIX, com o surgimento da medicina científica, o médico assumiu com autoridade o destino de seus pacientes, escolhendo para seu bem o tratamento adequado, escondendo deles a verdade e assumindo responsabilidade quase divina sobre a vida de seu paciente. Com esse modelo, mais de 90% das condutas médicas utilizadas hoje foram estabelecidas: por exemplo, nunca houve estudo randomizado para decidir se certas fraturas deveriam receber tratamento ou não, bem como a maioria das indicações e procedimentos cirúrgicos ou o uso de antibióticos. A decisão terapêutica, nessas situações, e baseada no histórico da evolução destas situações sem tratamento.

Hoje o médico não é mais senhor em seu domínio e o paciente é convidado a dar consentimento informado para se submeter a técnicas diagnósticas como ressonância magnética e tratamentos cirúrgicos, quimioterápicos e radioterápicos. A relação do médico com o paciente ficou comprometida por regras cartoriais, e os tratamentos geralmente não levam em consideração os estados da alma e as angústias ligadas ao surgimento daquela doença, levando a uma tendência a medicalizar todos os atos da nossa existência desde a alimentação, atividade física, pensamento, e atividade sexual.

A doença não é mais definida como conseqüência de castigo divino a um pecado, mas de comportamento individual desordenado em relação ao cuidado pessoal. O tratamento é medido pelo resultado sobre a doença, e a relação do médico com a personalidade do paciente está empobrecida e só ganha importância quando as possibilidades de cura foram esgotadas e o suporte espiritual acompanha a espera da morte (Roland Gori e Marie-Jose Del Valgo "La Santé Totalitaire" Ed. Denoel).

A conduta clínica medicamentosa ou não, baseada na intuição, é permitida em situações excepcionais, mas devem posteriormente ser seguidas de uma pesquisa formalizada. Nesse aspecto, a principal dificuldade é a obtenção de financiamento para uma proposta terapêutica sem apelo comercial, ou que vise um tratamento sintomático. Assim ocorre com a acupuntura, aplicação de medicina alternativa ou ainda uso de medicamento para indicações não-previstas em bula, como antidepressivos para fibromialgia e carbomezepina no tratamento da dor.

Como o risco destes procedimentos é limitado, eles são aceitos, mas quando podem trazer eventos adversos de repercussão clínica importante, são mais limitados. Outros modelos que não trazem envolvimento direto do paciente ou riscos são os projetos de saúde pública, observacionais ou de auditoria de prontuário como estudos retrospectivos comparando diferentes tipos de tratamento utilizados como prática clínica sem prévia elaboração de projetos. Estes estudos são de extrema importância para analisar resultados de procedimentos estabelecidos como adequados e muitas vezes inferiores após uma análise comparativa retrospectiva. Nesses casos o comitê de ética utiliza o senso comum para aprovar sem a necessidade de TCLE. Mesmo aqueles estudos de auditoria realizados às vésperas de congresso devem obter aprovação do comitê de ética para garantir sua posterior publicação.

11. Sobrecarga de atribuições e número de projetos do Conep

A resolução 196 atribui ao Conep uma atividade excessiva em número pequeno de relatores (13 titulares e 13 suplentes) que com extrema boa fé cumpram a missão de analisar todos os projetos do grupo I, discutir em um grupo seus aspectos e pendências, realizando uma reunião mensal. Tem ainda a atribuição de acompanhar todos os outros projetos de grupo II e III; capacitar e autorizar o funcionamento de CEPs e ainda auditá-los. As atribuições dos relatores são excessivas, principalmente relacionadas ao elevado número de projeto do grupo I e ao pequeno número de reuniões, e à escassez de recursos financeiros e logísticos para seu funcionamento. É evidente a necessidade de maior número de profissionais especializados dedicados em tempo integral no processo, buscando aprimorá-lo e equacionar a atividade dos relatores.

Conclusão

A aplicação da Resolução 196 na regulamentação da pesquisa clínica no Brasil estabeleceu e difundiu os conceitos éticos de pesquisa, estabelecidos pelas diversas resoluções de Helsinque, antes restritos quase que exclusivamente às comissões de ética médica, e agora considerados na constituição de comitês multiprofissionais com a participação de toda a sociedade. Apresentamos e comentamos nossa visão sobre as questões mais freqüentemente discutidas nesses nove anos de sua aplicação.

Divulgação científica não é opção, é prioridade

*José Monserrat Filho**

"Onde está a ciência que perdemos na informação?"
T. S. Eliot

Uma Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I), em pleno século XXI, não mereceria este nome se não incluísse o tema da divulgação científica.

A divulgação científica, como forma de popularizar a ciência, de dar largo acesso ao conhecimento qualificado às mais amplas camadas da população – ainda está por ser colocada entre os programas e ações prioritários, voltados para o desenvolvimento do país e de todas as suas regiões. Houve, no entanto, avanços consideráveis neste sentido.

Hoje, pelo menos, se reconhece cada vez mais a importância do tema. Nem sempre foi assim, porém. A 1ª Conferência, realizada em 1985 sob o título de "Debate Nacional – Ciência e Tecnologia numa Sociedade Democrática", sequer mencionava a divulgação científica, em seus "Termos de Referência".

O documento referia-se apenas, no último tema, à "participação social", como parte final da questão da "Organização Institucional da Ciência e Tecnologia no Brasil". O tópico reconhecia que a atividade de C&T, ao usar recursos públicos e ser prioridade do governo, converteu-se "num assunto de interesse do conjunto da sociedade".

* José Monserrat Filho é editor do Jornal da Ciência, da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

Assinalava-se, também, que assimilar o conhecimento, definido como "patrimônio comum da humanidade", e participar "no seu progresso" são, nas sociedades democráticas, um "direito de cidadania". Definia-se, ainda, como "responsabilidade política dos cidadãos" o "participar no processo de decisões sobre os rumos do desenvolvimento tecnológico e sobre o seu impacto sobre o meio ambiente e a qualidade de vida". Direito de cidadania e responsabilidade política são dois princípios basilares que nunca perderão a validade.

O documento ressaltava, igualmente, o "impulso considerável" que a política de C&T "passou a receber nos últimos dez anos, quando veio a se estruturar um arcabouço institucional próprio, com recursos explicitamente alocados pelo Estado para as atividades de pesquisa". Notava-se, contudo, que "a esse impulso não correspondeu um maior envolvimento da sociedade no traçado dessa política".

Por fim, para "aprofundar a questão representada pela participação social no processo decisório da política científica e tecnológica", perguntava-se: "Como poderão os diversos grupos sociais ampliar sua participação no processo de definição da política de C&T?"

A questão, a rigor, continua desafiando o país até hoje.

Como se vê, realçava-se a participação social – o que era uma conquista – , mas não se entrava em detalhes sobre as formas de capacitar essa participação. Não se falava em divulgação científica.

A 2ª Conferência, chamada de "Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação" e reunida em Brasília, de 18 a 21 de setembro de 2001, avançou bem mais nessa matéria.

Ela promoveu inúmeros simpósios, e os textos ali apresentados foram publicados em edição especial da revista "Parcerias Estratégicas", do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), de junho de 2002.

Um dos simpósios abordou diretamente o assunto aqui tratado: "Uma população informada: divulgação científica". Dele participaram Marcelo Leite, então editor de Ciência da "Folha de S. Paulo"; Mariluce Moura, diretora de redação da revista "Pesquisa Fapesp"; Márcio Moreira Alves, então colunista de "O Globo"; Ulisses Capozzoli, então assessor de imprensa da

Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e presidente da Associação Brasileira de Jornalismo Científico (ABJC); e Ennio Candotti, professor do Depto. de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e membro do Conselho da SBPC (atualmente é o presidente da entidade).

Marcelo Leite deu especial relevância à ciência praticada no Brasil. A seu ver, "a imprensa científica deve ficar mais atenta às pesquisas realizadas no país, suas potencialidades de aplicação e solução dos problemas brasileiros, buscando gerar maior circulação das informações e tornando mais abrangente e completa a visão do público em relação ao setor de ciência e tecnologia".

Para ele, "os principais desafios a serem enfrentados pela divulgação científica podem ser representados por três patamares considerados de 'ignorância pública': a ignorância de base; a ignorância sobre o que está acontecendo; e a ignorância das implicações (a mais complexa de ser resolvida)".

Assim, segundo Marcelo, a divulgação científica enfrenta três manifestações de "ignorância pública": a falta de formação da população, a falta de informação sobre a realidade atual em C&T e a falta de conhecimento sobre seus efeitos e repercussões.

Eis uma visão ampla das funções da divulgação científica. Funções que, advertiu Marcelo, não cabem apenas à imprensa, mas, sobretudo, às autoridades que definem políticas públicas com complexidade científica. São questões políticas, ele frisou e citou como exemplo a polêmica em torno dos transgênicos, complexa cientificamente, mas não menos complexa politicamente. Isso se evidencia ainda hoje.

Marcelo aproveitou para sugerir a criação de um serviço nacional e centralizado de informações, com base talvez nas agências de fomento, sobre as pesquisas feitas no Brasil, para alimentar jornalistas e divulgadores com informações científicas precisas e contextualizadas.

Mariluce Moura, por sua vez, tratou de definir o termo "população informada" (do título do simpósio) como "população esclarecida e instruída", que "recebe informações regularmente, e pode absorver criticamente informações científicas e tecnológicas".

Este seria o ponto de chegada da divulgação científica. "O ponto de partida", a seu ver, "é a formação e o aperfeiçoamento de recursos humanos de alto nível, sejam jornalistas especializados em Ciência e Tecnologia, pesquisadores com competência em divulgação científica ou outros profissionais capazes de pensar as relações entre mídia e ciência no mundo contemporâneo". Isto demandaria "um consistente trabalho de sensibilização dos dirigentes dos meios de comunicação quanto ao grande potencial noticioso da área de C&T".

Mariluce vê a divulgação científica como "círculos concêntricos", a partir da "geração primária de informações científicas nas instituições de pesquisa", enquanto "os círculos mais longínquos, mais abrangentes e superficiais, coincidiriam com a divulgação de C&T pela televisão".

Com base nesta imagem, ela formulou as seguintes propostas:

1) realização de esforço consistente por parte de órgãos públicos, agências de fomento, universidades e institutos de pesquisa (fontes primárias de informação de C&T para jornalistas), para tornar acessíveis à mídia informações capazes de se transformar em notícias;

2) implantação de um grande portal nacional relativo à produção científica e tecnológica, concebido segundo uma ótica jornalística, mas com um conselho editorial de especialistas responsáveis por julgar a relevância científica dos assuntos;

3) expansão das revistas de divulgação científica, que tratam de maneira mais aprofundada os temas ligados às políticas de C&T, pesquisa científica, inovação tecnológica e pesquisa na área de humanidades;

4) esforço dirigido dos órgãos que são fontes primárias de informações de C&T para pautar, de forma sistemática, os jornais regionais e populares, enviando a eles, prioritariamente, informações capazes de provocar o interesse de amplas camadas da população;

5) um plano de documentários, financiado por parceiros dos setores público e privado;

6) sensibilização da Associação Nacional de Jornais (ANJ), da Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão (Abert) e da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), para todos os temas de C&T;

7) realização periódica de pesquisas sobre o grau de conhecimento e interesse da população sobre temas de C&T, como a que o CNPq/MCT patrocinou em 1987;

8) cursos especiais para jornalistas da área de C&T.

Mariluce ainda encareceu a necessidade "de se contrapor ao tratamento mítico hoje dispensado à C&T pela mídia, sobretudo pela televisão, um novo tratamento: racional, crítico, contextualizado e conseqüente". E de se propor à própria mídia "a abertura de espaços nos quais se procure informar a sociedade brasileira sobre os benefícios da C&T para o desenvolvimento social, econômico e cultural do país".

Márcio Moreira Alves, por seu turno, afirmou que o maior problema da divulgação científica no país é "a falta de comunicação entre cientistas e mídia". A dificuldade aumenta, segundo ele, "quando se considera a ignorância dos jornalistas e a arrogância e presunção dos cientistas em divulgar uma notícia de caráter científico-tecnológico".

Para Márcio, o Ipea e o IBGE são exemplos positivos. Fornecem informações claras e objetivas para que os jornalistas as reproduzam, e mantêm comunicação satisfatória com a mídia.

Ele se queixou da falta de reciclagem dos jornalistas. E lembrou: é comum a população não entender as informações de C&T divulgadas pela imprensa, por deficiências na base educacional.

Ulisses Capozzoli, a seguir, salientou que "o jornalismo científico deve dar uma visão histórica dos fatos tendo em vista a questão da inteligibilidade". A seu ver, "é tarefa do jornalista explicar o sentido dos fatos, apresentando uma contextualização histórica dos acontecimentos e uma narrativa do mundo".

Ulisses propôs:

1) formar o jornalista com novo perfil profissional, com formação mais ampla e sólida a partir de uma base histórica;

2) redefinir as relações de poder dentro das redações;

3) fazer da divulgação científica um meio sedutor para adquirir conhecimento e melhor entender o mundo;

4) criar, por meio de parcerias com o MCT, as Prefeituras e a SBPC, novos centros para teoria e prática científica como clubes de ciência, museus e laboratórios, sobretudo em cidades de pequeno e médio porte, fazendo com que a ciência tenha um sentido lúdico;

5) fazer da ciência algo simples, para o alcance de todos.

Ennio Candotti, por fim, começou perguntando: "Como informar C&T a uma população de mais de 160 milhões?"

"Este é o grande desafio da divulgação científica" no Brasil, disse ele, pois hoje os jornais, revistas e programas de TV que divulgam ciência alcançam pequena porcentagem de interessados. A seu ver, "mesmo para estes poucos, as imagens e informações que recebem são fragmentárias e raramente contribuem para que possam formar uma clara opinião sobre o que lêem ou vêem".

Ennio disse: "Os meios de comunicação de massa privilegiam a divulgação de notícias, de fatos, geralmente dos que já ocorreram, sem preocupação em explicar ou avaliar riscos e impactos. Esta é uma tarefa que, supostamente, cabe à escola, aos livros e à divulgação especializada. A possibilidade de clonar uma ovelha só será notícia, divulgada pelos jornais e TV, quando o clone ganhar vida e movimento. Antes, os meios de comunicação consideram que a questão interessa apenas aos especialistas. Sabemos, porém, que para poder discutir o significado da clonagem é preciso ter, além de bom senso e informações atualizadas, uma formação básica em biologia e ter assim a capacidade de entender os princípios envolvidos, descontar os exageros muitas vezes presentes nas notícias, avaliar os benefícios e estimar os riscos que a nova técnica introduz na vida cotidiana".

Para Ennio, são três os maiores desafios da divulgação científica entre nós:

"1) alcançar dezenas de milhões de pessoas;

2) contribuir para a formação continuada dos cidadãos, complementando e prolongando o ensino formal;

3) informar a respeito de temas que, apesar de seu valor científico e social, na maioria das vezes são pouco "atrativos", tanto para os jornais e TVs, como para o leitor comum."

Como superar esses obstáculos? – ele perguntou e respondeu:

1) observando o que acontece no mundo e no país com programas de educação informal, como faz há 50 anos o Estado de Kerala, na Índia, alcançando dezenas de milhões de pessoas com resultados muito significativos que se refletem nos níveis de escolaridade média, de mortalidade infantil, alimentação da região. "Entre nós, sucederam-se ao longo dos anos programas de divulgação e apoio ao ensino formal em ciências, mas nunca conseguiram ter a continuidade necessária para se tornarem movimentos de educação informal de massa", observou.

2) realizando uma política sistemática de informação popular em C&T, com recursos de educação continuada, capazes de complementar o aprendizado na escola e manter atualizados mestres e cidadãos que há muito deixaram de estudar. Só assim eles poderão participar dos debates sobre o valor, usos e abusos da ciência e da técnica no mundo de hoje e amanhã.

3) exigindo que a divulgação dos fatos da ciência não se limite a noticiá-los, mas forneça dados que permitam a compreensão dos fatos, a avaliação de seu significado moral e seu impacto na vida cotidiana. Para tanto, os canais usuais – jornais, rádio e TV – não são suficientes.

"Deveremos criar centros e institutos públicos, especializados em divulgação, com os seguintes objetivos:

• divulgar os fatos da ciência em todas as áreas do conhecimento, sejam eles 'atrativos' ou não;

• estimular e treinar pesquisadores a escrever para o grande público, da mesma forma que escrevem para o público especializado;

• formar profissionais que sejam ao mesmo tempo especializados tanto em comunicação como em áreas específicas das ciências;

• promover debates e avaliações públicas sobre questões de C&T, seus riscos, benefícios e impactos na vida social;

• fornecer aos canais de difusão e ao público, informações "traduzidas" para a linguagem comum, dados, textos e imagens de fatos produzidos nos laboratórios de pesquisa, tanto das pesquisas em curso como daquelas já concluídas;

• promover a criação de museus, centros de ciências, exposições e peças teatrais, livros, artigos, cursos e programas em televisões educativas."

Ennio também entende que a divulgação científica tem a ver com a necessidade de a população ser bem informada para poder discutir e decidir se esta ou aquela pesquisa de grande impacto social poderá ou não ser realizada com fundos públicos. Certos experimentos, como os de clonagem, deveriam ser debatidos antes e não depois de consumados. Estariam eles livres de qualquer controle social? A liberdade de pesquisa é ilimitada ou deve haver algum limite? Como enfrentar o uso abusivo das pesquisas em C&T? Para participar desta polêmica, a população precisa estar bem informada sobre os fatos e impactos da ciência atual. A divulgação científica tem, aí, um papel importantíssimo.

A 2ª Conferência Nacional de C,T&I procurou consolidar as principais idéias e propostas surgidas em seus simpósios no "Livro Branco da Ciência, Tecnologia e Inovação", editado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em junho de 2002. O livro conclui com a formulação de nove "diretrizes estratégicas". A sétima diretriz – "educar para a sociedade da informação" – inclui as seguintes metas:

• Induzir um ambiente favorável a um aprendizado permanente.

• Difundir a cultura científica e tecnológica na sociedade.

• Ampliar as condições de acesso e uso de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para os distintos segmentos da sociedade.

• Estimular a utilização da TIC na universalização do acesso à educação científica e tecnológica.

• Incentivar o envolvimento dos meios de comunicação na cobertura dos assuntos de C,T&I.

• Contribuir para modernizar e aperfeiçoar o ensino de ciências.

• Promover e apoiar a implantação de museus e exposições de C&T.

O texto expositivo da sétima diretriz apresenta noções fortemente relacionadas com o trabalho da divulgação científica:

1) "O conceito de cidadania no século XXI também diz respeito à capacidade do homem comum de ter entendimento das implicações sobre sua vida cotidiana do vertiginoso progresso tecnológico em curso".

Retoma-se a idéia surgida na 1ª Conferência Nacional de C&T, em 1985.

2) É uma exigência dos nossos tempos considerar a educação como atividade permanente na vida das pessoas.

3) "A percepção muitas vezes equivocada no Brasil de que as questões científicas e tecnológicas só interessam a um círculo restrito impede que a ciência, tecnologia e inovação venham a desempenhar plenamente seu papel para o desenvolvimento do país e a elevação da qualidade de vida da população".

4) É preciso não só modernizar e aperfeiçoar o ensino de ciência nas escolas. São também prioritários as seguintes medidas:

• elevar a qualidade e o interesse da cobertura dos meios de comunicação aos assuntos de C,T&I;

• desenvolver redes de educação a distância; ampliar e aperfeiçoar bibliotecas virtuais;

• treinar professores e produzir conteúdos para internet relacionados à divulgação científica;

• fortalecer e ampliar museus e exposições de C&T;

• Intensificar a promoção de feiras de ciência, fóruns, prêmios, olimpíadas de ciência de âmbito nacional e concursos abertos para a população, como elementos eficazes para a divulgação científica e para despertar o interesse da sociedade pela C&T.

Todos esses bons antecedentes fortalecem a convicção de que a divulgação científica é, de fato, indispensável para se atingir o principal objetivo desta 3ª Conferência Nacional de C,T&I neste ano da graça de 2005 – "demonstrar como a ciência, a tecnologia e a inovação produzidas

no Brasil devem ser usadas como estratégia para promover o desenvolvimento econômico, político, social e cultural do país".

Hoje já temos todos plena consciência de que a divulgação científica tornou-se parte integrante de qualquer plano genuíno de desenvolvimento, econômico, político, social e cultural, em qualquer lugar do mundo.

Divulgar C&T significa dar a mais ampla publicidade a fatos relevantes dos processos de pesquisa científica e tecnológica, sua história, dinâmica, problemas, implicações sociais e econômicas, fracassos, conquistas e perspectivas.

A divulgação científica pode e – hoje mais do que nunca – deve:

• demonstrar à população o caráter estratégico da C,T&I para o desenvolvimento nacional e permitir que ela discuta e se pronuncie a respeito;

• explicar ao grande público exemplos de sucesso, obstáculos e gargalos em C,T&I e habilitá-lo a participar das decisões nessa área estratégica;

• difundir ao máximo a definição de prioridades, novas políticas públicas e novos instrumentos, para que a opinião pública também possa influir nesse campo;

• propagar as propostas concretas – com os recursos humanos e financeiros requeridos, além das normas de sua execução efetiva –, que equipem a sociedade para apontar caminhos de desenvolvimento do país;

• revelar casos concretos de C,T&I que gerem desenvolvimento, capaz, por sua vez, de gerar mais C,T&I, criando condições para amplo apoio público junto às autoridades do setor e do Congresso Nacional;

• mostrar na prática o valor adicionado a produtos, processos e serviços como resultado do conhecimento científico e tecnológico, para que a população possa enriquecer ainda mais esse processo;

• noticiar e comentar a parceria entre os setores público (governo e sociedade), acadêmico e empresarial no uso de C,T&I como ferramenta para o desenvolvimento, de modo a deixar tudo bem transparente e confiável para a opinião pública;

• tornar conhecidos os grandes projetos nacionais mobilizadores, calcados em C,T&I, para que mobilizem, de fato, o apoio da população;

• contribuir para aumentar, na vida cotidiana do país, o número de casos, grandes e pequenos, de desenvolvimento com base em C,T&I.

• acostumar a sociedade à idéia de que o Brasil produz C,T&I de alto nível, e que essa capacidade, conquistada em quase meio século de investimento em pesquisa, é essencial para desenvolver o país e melhorar as condições de vida de toda a população.

Também é preciso divulgar, para que mais e mais pessoas conheçam:

• os indicadores usados comumente para aferir o desenvolvimento de um país;

• a capacidade do país de gerar riqueza, distribuí-la de modo a promover a inclusão social, e de atuar em áreas de interesse nacional que garantam o desenvolvimento às gerações presentes e futuras;

• o sistema nacional de gestão e ordenamento do conhecimento em benefício de um desenvolvimento sustentável;

• a presença do país no mundo, graças ao domínio do conhecimento e à capacidade de atuar em questões de interesse global;

A própria difusão das propostas e resultados desta conferência é tarefa de divulgação científica crucial para seu êxito. Sem divulgá-los de modo eficaz e abrangente, a sociedade não terá como perceber sua importância, e as autoridades do Executivo e do Legislativo não serão compelidas a levá-los em conta na hora de tomar decisões importantes.

A divulgação científica é, necessariamente, informação qualificada e responsável. Deve ser feita por pessoas devidamente qualificadas. Daí a importância dos jornalistas bem formados e dos professores e pesquisadores que conheçam os temas em profundidade e se habilitem a transmitir as informações a pessoas pouco ou quase nada preparadas.

Esses pesquisadores e professores deveriam merecer pontos das agências de fomento como o CNPq, a Capes e as fundações estaduais de

apoio à pesquisa, pelo trabalho que realizam em benefício de uma competente e indispensável divulgação científica.

A adoção de um sistema de reconhecimento profissional poderia operar uma revolução no setor em nosso país, tantos são os recursos humanos de alto nível que poderiam ser mobilizados para uma atuação direta e constante junto à população, nos mais diferentes meios de expressão.

Para concluir, exponho uma idéia que me persegue há anos. É o projeto de promover numa cidade pequena ou de porte médio, durante certo período, uma verdadeira avalanche de eventos de divulgação científica. O programa incluiria o máximo de eventos sobre temas de C&T, diferentes, sugestivos, criativos e interativos, usando todos os recursos disponíveis na cidade – escolas, museus, prédios públicos, praças, cinemas, shoppings, supermercados, estádios, clubes, sindicatos, paradas de ônibus e trem, aeroporto etc. O objetivo estratégico seria detonar um choque de divulgação científica, com todos os detalhes cuidadosamente preparados por uma equipe de professores, pesquisadores, jornalistas e conferencistas, locais e de fora, com base em instituições científica e acadêmicas, mobilizando toda a mídia do lugar. Teríamos por algum tempo a "Cidade da Ciência", cujos resultados seriam depois devidamente avaliados, para que a experiência pudesse ser aperfeiçoada e realizada em outras cidades, com as adequações necessárias, visando desencadear uma reação em cadeia em várias regiões do país, a partir, sobretudo, de iniciativas próprias. Um plano assim talvez pudesse acelerar os processos de alfabetização científica e de cultivo de novas gerações interessadas no conhecimento científico e tecnológico.

Avaliação tecnológica em saúde e inclusão social

Letícia Krauss Silva[*]

Introdução

Inclusão social, vista pela ótica do setor saúde, que é limitada, pode ser entendida como cobrir com serviços de saúde segmentos da população com baixo acesso a tais serviços. Essa ampliação da cobertura provavelmente traria benefícios de saúde a esses segmentos, aumentando por outro lado os custos do SUS.

Uma outra maneira de abordar o problema da inclusão é por meio do conceito de equidade na atenção à saúde, um conceito ético, com base no conceito de justiça distributiva, que vem sendo muito explorado em saúde pública (Leeder, 2003, Braveman, 2003, Travassos & Williams, 2004, Travassos, 1997). A eqüidade na atenção à saúde é freqüentemente equacionada como igualdade de acesso ou mesmo igualdade de utilização e focaliza em geral em equalizar oportunidades de manter/recuperar a saúde. Considerando que as populações mais pobres, menos privilegiadas socialmente, são freqüentemente mais doentes ou têm maior risco de adoecer que as mais favorecidas de mesma faixa etária (Blakely et al, 2004), tem-se apontado que a referida igualdade deve corresponder a necessidades iguais, embora isso não resolva a questão da igualdade em saúde, que depende de investimentos extra-setoriais (Asthana et al, 2004).

Dificilmente, todavia, dado os determinantes da atenção médica, uma certa equalização de acesso e mesmo de utilização de serviços, ainda que procure levar em conta diferenças de necessidades, o que não é simples

[*] Letícia Krauss Silva é pesquisadora titular da Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz.

(Gwatkin, 2005), poderia ser equacionada como igualdade de atenção, porque a baixa efetividade (resultados insatisfatórios, abaixo do esperado) da atenção à saúde no Brasil ainda é mais visível quando se trata de serviços dirigidos às populações mais pobres (World Bank, 2003).

Na verdade, a eqüidade na atenção à saúde, ou uma inclusão social para valer nos limites do setor, deve lograr, para além da igualdade de acesso e utilização (que depende do acesso e da percepção da necessidade), que os benefícios do sistema de saúde ou dos diferentes procedimentos e tecnologias de saúde sejam semelhantes para os diferentes segmentos da população, ou seja, que a vacina, o raio x, a tomografia e a cirurgia somem o mesmo benefício de saúde (tenham a mesma efetividade) para diferentes segmentos sociais (AHRQ, 2003). Essa situação ainda estaria longe do ideal do setor de saúde se lembramos a questão da baixa efetividade e eficiência do nosso sistema de saúde.

Do outro lado da moeda, o intenso e crescente processo de produção e incorporação de inovações tecnológicas das últimas décadas ampliou o espectro de alternativas na atenção à saúde e tem sido associado à queda na mortalidade e à melhoria da qualidade de vida de pacientes mas também ao vertiginoso aumento dos gastos com a assistência médica (Cutler e McClellan, 2001, Lichtenberg, 2001).

Na verdade, a sedução da tecnologia médica, baseada no benefício freqüentemente atribuído – graças, inclusive, a um poderoso marketing das corporações do setor – às inovações tecnológicas, tem estado associada, todavia, a problemas na sua utilização. Vários estudos não encontraram evidência científica de benefício para procedimentos largamente utilizados; outros mostraram grande variação no uso de tecnologias sem variação no resultado (Antman et al, 1992, Wennberg, 1985, 1988). A distorção todavia mais freqüente (Banta e Luce, 1993, Panerai e Mohr, 1989) tem sido a utilização de tecnologias fora das condições nas quais elas apresentam eficácia significativa ou em condições nas quais apresentam muito baixa eficácia (melhoria da saúde)/acurácia (discriminação diagnóstica). Todas essas falhas e desperdícios na incorporação de tecnologias geram baixa efetividade e ineficiência e propiciam a ineqüidade dos sistemas de saúde.

A contínua expansão do arsenal tecnológico do setor, após multiplicar o valor dos orçamentos em saúde (Baker et al, 2003), trazendo a

recrudescência da crise ao início do século XXI e relativamente magros, embora positivos, resultados de saúde, reitera o argumento de que os governos precisam tomar de verdade a decisão de se organizar para planejar e gerenciar a incorporação de tecnologias no setor de forma a utilizar mais eficientemente os fantásticos, ainda que insuficientes, recursos gastos em saúde, no sentido de produzir mais saúde, mais qualidade, mais valor (Schoenbaum et al, 2003) e também mais eqüidade em saúde. Em países como o Brasil, essa decisão ainda é mais premente dado, por um lado, as nossas limitações orçamentárias e o baixo acesso e baixa efetividade da atenção (exclusões e desigualdades da atenção à saúde) a largas faixas da população com relação a problemas de saúde importantes, e por outro lado, os interesses e barreiras existentes à mudança do *status quo*.

O número crescente de tecnologias e seu uso irracional, do ponto de vista da população, resultando em um rápido aumento dos custos e na conseqüente crise dos orçamentos do setor saúde dos anos 80, geraram a necessidade de apoiar tecnicamente a seleção de tecnologias a serem financiadas e impulsionaram a elaboração de avaliações tecnológicas em saúde (ATSs) pelos governos de países desenvolvidos e, mais tarde, também por grandes corporações do setor (Garber, 2001). Atualmente, as decisões sobre registro e cobertura de tecnologias/procedimentos por parte dos governos dos países desenvolvidos cada vez mais dependem de avaliações tecnológicas formais (Woods, 2002, Garber, 2001, Elsinga e Rutten, 1997, Cranowsky et al, 1997, NCCHTA, 2005).

Objetivo

O objetivo desse trabalho é explicitar o que é avaliação tecnológica em saúde (ATS) e de que maneira a avaliação tecnológica pode contribuir para a inclusão social no setor saúde e para a equidade da atenção à saúde.

Conceito de avaliação tecnológica

Segundo a conceituação mais aceita, a avaliação tecnológica em saúde (ATS) é a síntese do conhecimento produzido sobre as implicações/conseqüências da utilização das tecnologias médicas (Banta e Luce, 1993). A ATS constitui subsídio técnico fundamental para ajuizar a oportunidade

de incorporar uma tecnologia, ou seja, para tomar decisões relativas a mecanismos de regulação do ciclo de vida das tecnologias, em suas diferentes fases, mecanismos ligados principalmente ao registro, difusão inicial e ao financiamento do seu uso.

A ATS propicia o uso racional de tecnologias, do ponto de vista da população, porque permite a seleção de tecnologias a serem financiadas e a identificação das condições ou subgrupos em que elas deverão ser utilizadas. Essas delimitações constituem subsídio crítico também para a elaboração de diretrizes clínicas baseadas em evidências científicas, as quais deveriam guiar a elaboração de programas pelo governo e a prescrição de tecnologias pelos profissionais no sentido de tornar o sistema de saúde brasileiro mais eficiente e mais equânime, conforme já ocorre nos sistemas de saúde mais avançados.

As ATSs são estudos complexos que procuram sintetizar os conhecimentos produzidos, ou seja, as evidências científicas disponíveis, sobre as conseqüências para a sociedade da utilização das tecnologias de atenção à saúde (promoção e prevenção, inclusive). As ATSs supõem a análise de efeitos benéficos (eficácia e acurácia) e indesejados (colaterais e adversos) de uma tecnologia em condições ideais, a análise da efetividade (probabilidade de benefício em condições ordinárias, locais), e o exame da relação desses efeitos, e do valor atribuído a esses efeitos, com o gasto correspondente de recursos (análises custo-efetividade e custo-utilidade). Procuram determinar se os efeitos são mais ou menos relevantes em diferentes subgrupos de pacientes. Consideram ainda as dimensões equidade, cultura e ética.

Com relação à dimensão eqüidade, as ATSs procuram estimar a probabilidade de que a incorporação da tecnologia ocorra de forma equânime para os diferentes segmentos e regiões não apenas em termos do acesso e da utilização das tecnologias mas também quanto a benefícios reais (efetividade) para a saúde dos usuários. Essas dimensões são em parte interdependentes. Assim, o potencial de eqüidade de uma tecnologia depende da sua relação de custo-efetividade (comparada a de tecnologias alternativas para um mesmo problema de saúde).

As ATSs utilizam metodologias de (análise e) síntese de estudos relevantes que vão sendo articuladas. As mais importantes são a *análise de*

decisão, que delineia e seleciona alternativas tecnológicas relevantes para um dado problema de saúde, a *revisão sistemática/metanálise*, que analisa as evidências (estudos) sobre o tamanho dos efeitos de tecnologias relevantes, e a *análise custo-efetividade* (custo-utilidade), um tipo de avaliação micro-econômica que leva em conta custos e efeitos de alternativas tecnológicas. Essas metodologias de síntese quantitativa vêm sendo desenvolvidas nas duas últimas décadas na área de saúde em associação com o incremento das atividades de ATS.

Metodologias de síntese

Análise de decisão

A análise de decisão ajuda a identificar e estruturar em uma árvore de decisão as alternativas de atenção a um problema de saúde (diferentes cursos de ação que comportam geralmente mais de uma tecnologia, inclusive tecnologias diagnósticas e terapêuticas): em alguma(s) das alternativas a tecnologia em jogo aparece em outras não (Weinstein, 1980). As probabilidades de sucesso proporcionadas, segundo as evidências científicas (metanálises) para as diferentes tecnologias (alternativas) são depois registradas; os custos de cada alternativa também podem ser registrados na árvore. Assim, as alternativas e suas conseqüências se tornam mais facilmente visualizáveis e analisáveis.

Revisão sistemática/metanálise

A revisão sistemática sintetiza informações sobre efeitos de tecnologias – tamanho do efeito e para quem o efeito ocorreu –, produzidas pelos estudos disponíveis de boa qualidade, fornecendo uma base científica para a tomada de decisão racional no setor saúde. É uma revisão de estudos, por meio de uma abordagem sistemática, que objetiva reduzir viés, ou seja, evitar que seja distorcido o tamanho do efeito estudado. A metanálise é uma forma de revisão sistemática na qual ocorre uma análise estatística que combina e integra os resultados de estudos independentes sobre o efeito de uma tecnologia, com o objetivo de extrair uma medida sumária do efeito analisado (Petitti, 2000). A metanálise possibilita: resolver incertezas quando os estudos disponíveis são discordantes, melhorar a estimativa do tamanho do

efeito e incrementar o poder estatístico para os pacientes em geral e para subgrupos de pacientes (Mulrow, 1996, Oxman, 1996, Sacks et al, 1987).

Análise custo-efetividade

A análise custo-efetividade é freqüentemente usada para a elaboração de uma avaliação tecnológica e toma como subsídios fundamentais as análises anteriormente vistas (análise de decisão e metanálise), além de informações sobre custos sobre as alternativas/intervenções estudadas. A análise custo-efetividade supõe uma escolha entre tecnologias, assumindo a escassez de recursos. Pode ser definida como uma análise comparativa de alternativas tecnológicas tanto em termos de custos como de conseqüências (efeitos sobre a saúde), ou seja, a diferença de custos (custo incremental) é comparada com a diferença de efeitos, na forma de razão entre a diferença de custos e a diferença de efeitos (Drummond et al, 1997).

Os efeitos sobre a saúde das alternativas comparadas em uma análise custo-efetividade, obtidos em diferentes graus pelas opções comparadas, são medidos em unidades naturais, como número de mortes evitadas, número de anos de vida ganhos, número de dias com incapacidade, sendo os custos das alternativas medidos em unidades monetárias (Drummond et al, 1997). Vale notar que a alternativa do *status quo* (tecnologia tradicional ou conduta expectante) deve ser sempre levada em conta, não apenas quanto a suas conseqüências na saúde e também quanto a seus custos.

O planejador ou gestor pode, então, comparar diferentes razões de custo-efetividade (Phelps, 1997), estimadas pelas análises correspondentes, relativas a: a) tecnologias dirigidas a um mesmo problema de saúde, como doença coronariana, por exemplo, tecnologias preventivas versus curativas, ou a b) vários problemas de saúde, como prematuridade, hipertensão, diabetes, insuficiência renal crônica e câncer.

As alternativas comparadas podem ser ordenadas com base nas suas razões de custo-efetividade, tendo em conta as diferenças metodológicas que limitam a validade de tais comparações assim como o escopo das tecnologias ou programas incluídos na comparação (Torrance et al, 1996, Drummond et al, 1993). Aquelas com o mais baixo custo por resultado de saúde (ano de vida ganho), ou seja, aquelas que obtêm mais anos de vida ou que previnem mais casos de doença para um mesmo gasto, são as mais eficientes em melhorar a saúde (Russel et al, 1996).

A análise custo-efetividade mostra, portanto, as trocas envolvidas na escolha entre tecnologias para um mesmo problema de saúde (ou para vários). De um modo geral, quanto mais favorável for a relação de custo-efetividade e/ou custo-utilidade de uma tecnologia frente a outras tecnologias, maior seu potencial de afetar positivamente tanto a eficiência quanto a equidade do sistema de saúde.

A análise de custo-utilidade sintetiza e ajusta por qualidade de vida diferentes resultados de saúde (efeitos). A diferença de qualidade de vida pode ser medida por meio de instrumentos que avaliam estados de saúde associados a métodos que estimam a preferência do paciente pelo estado de saúde resultante de diferentes tecnologias. É um método particularmente útil quando esse ajuste dos resultados de saúde (efeitos) é necessário, na comparação de alternativas tecnológicas, antes de relacioná-los aos custos correspondentes (Drummond et al, 1997). Assim, diferentes estados de saúde, associados ao uso de diferentes alternativas tecnológicas, são valorados um em relação ao outro (Gold et al, 1996).

Uma medida de resultado de saúde muito importante nesse contexto é o QALY, ano de vida ajustado por qualidade de vida, que dá um peso a cada período de tempo sobrevivido, variando de 0 a 1, para expressar a qualidade de vida durante determinado período. O valor 1 corresponde à saúde perfeita e zero corresponde a estados considerados equivalentes à morte. O número de anos de vida ajustados por qualidade de vida (número de QALYs) corresponde à sobrevida relativa a uma alternativa expressa em número de anos sobrevividos com saúde (Garber et al, 1996). O custo por QALY costuma ser, por definição, mais alto que o custo por ano de vida.

Uma regra para maximizar benefício (ano de vida ou QALY) é a escolha da opção que resulta em ano de vida extra ou QALY extra ao menor custo. Por outro lado, um parâmetro (valor) por ano de vida ou QALY emerge como limite possível para o sistema à medida em que tecnologias com custos por QALY crescentes vão sendo a ele incorporadas (Tsuchiya e Williams, 2001, Laupacis et al, 1992). Assim, se torna possível para o conjunto de tomadores de decisão, em cada país (sistema ou plano de saúde), passar a decidir se o custo por ano de vida ou Qaly extra, possibilitado por uma tecnologia, pode ser assumido pelo sistema sem prejudicar a sua universalidade ou equidade, isto é, sem criar problemas de exclusão social. Esse parâmetro poderia ser revisto à medida que novos recursos fossem injetados no setor.

Vale enfatizar que a evidência científica sobre o efeito benéfico da tecnologia é essencial para uma avaliação econômica do tipo custo-efetividade ou custo-utilidade. Sem tal evidência, a avaliação econômica, na área de saúde, não faz sentido porque, do ponto de vista econômico, não faz sentido prover serviços inefetivos, seja de forma otimizada ("eficiente") ou não (Drummond et al, 1997). Em outras palavras, a eficácia e a efetividade (o benefício obtido na prática pelos serviços) são um pré-requisito da eficiência e também da equidade quando essas últimas dimensões são avaliadas tendo por objetivo ganhos de saúde. Assim, a realização de uma revisão sistemática/metanálise, constitui, freqüentemente, etapa fundamental, ainda que laboriosa, das análises custo-efetividade/custo-utilidade. Eventualmente, é possível encontrar metanálises já prontas, entretanto, é freqüente que não sejam de boa qualidade metodológica ou não estejam atualizadas ou tenham tido um objetivo diferente daquele em pauta, a despeito de serem relativas à(s) tecnologia(s) de interesse.

É muito importante também notar que a avaliação econômica elaborada com a perspectiva da sociedade considera todas as pessoas afetadas pela intervenção e todos os resultados de saúde (efeitos) e custos importantes que dela resultam, não importando quem se beneficia (ou não) com os resultados de saúde ou sobre quem recaem os custos, inclusive aqueles custos (monetarizáveis ou não) que recaem sobre o paciente ou sua família. De outro ponto de vista, tanto parte dos custos quanto parte dos resultados pode ser omitida, se não são do interesse do tomador de decisão. Ainda que uma avaliação econômica seja feita com o ponto de vista do governo (SUS), ou da indústria, ela deve apresentar também uma estimativa feita do ponto de vista da família ou da sociedade (Russel et al, 1996).

Assim, a elaboração de uma ATS requer expertises que implicam um trabalho de equipes multidisciplinares de pesquisadores e subespecialistas para cada caso, abrangendo as áreas biomédicas básicas, a epidemiologia (especialmente, a epidemiologia clínica), (sub)especialidades clínicas e cirúrgicas, a bioestatística, a economia (avaliação econômica) e a ética médica (Longnecker, 1995, Ryan et al, 1996, Caro, 2000, Mulrow e Lohr, 2001).

Por outro lado, o Brasil precisa dominar o processo de avaliação tecnológica porque a transferibilidade de resultados de estudos microeconômicos sobre tecnologias alternativas para um mesmo problema

de saúde, feitas no exterior, por diferentes estudos, é limitada, não só pelas diferenças de geração tecnológica, de metodologia e de parâmetros embutidos na medida de eficácia/efetividade, relacionados inclusive a diferenças biológicas das populações envolvidas, quanto pelas diferenças nos elementos, fontes e procedimentos utilizados para medir custos (Coyle e Drummond, 2001, Drummond e Pang, 2001, US Congress/OTA, 1994, cap 5). Especialmente, os componentes de efetividade e de utilidade, mas também o de custo, precisam ser uma estimativa local, que pode ser bastante diferente daquela observada em países desenvolvidos (Atinger & Panerai, 1988, Krauss Silva, 1992, 2003, Drummond et al, 1997).

Em resumo, a grande questão da incorporação de tecnologias, que a ATS procura dar conta, é, portanto, a da adequação, a da qualidade da evidência científica sobre os efeitos das tecnologias a serem utilizadas na tomada de decisão (Garber, 2001, Eisenberg, 2001). Isso porque tanto a delimitação de alternativas, quanto a análise, síntese e interpretação do conhecimento relativo aos diferentes efeitos e outras conseqüências das tecnologias são passíveis de vieses que distorcem as conseqüências (efeitos) verdadeiras das tecnologias e podem alterar a decisão a respeito de sua incorporação.

Mecanismos regulatórios no Brasil

O ciclo de vida das tecnologias, desde o desenvolvimento da inovação, passando pelo seu registro, difusão inicial, eventual financiamento (cobertura) até a sua obsolescência e abandono, tem sido cada vez mais regulado/influenciado pelos governos e planos de saúde (US Congress/OTA, 1994, O'Brien et al, 2000, Chaix-Couturier et al, 2000).

No Brasil, as falhas no desenho de mecanismos regulatórios, na delimitação de critérios e no desenvolvimento de normas e instrumentos para a entrada e difusão inicial de tecnologias de saúde no país têm propiciado a seleção freqüentemente inepta, do ponto de vista da população brasileira, da cesta de procedimentos de saúde compreendidos pela tabela SUS/rol ANS e também a precária delimitação das condições clínicas e de estrutura dos serviços em que tais procedimentos devem ser utilizados. As questões relativas à efetividade e ao potencial de equidade das tecnologias abrangidas por programas em nosso país também não são analisados adequadamente.

A regulação adequada do ciclo de vida das tecnologias, pela natureza dos processos envolvidos tem demandado, nos países desenvolvidos, uma ação concertada dos órgãos nacionais envolvidos e também uma colaboração com agências de ATS de outros países. No Brasil, o ciclo de vida das tecnologias médicas tem sido atualmente regulado pelo MS por meio:

• da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), responsável pelo registro de tecnologias, além do monitoramento de efeitos adversos para fins de restrição de utilização e retirada do mercado;

• da Secretaria de Assistência à Saúde do Ministério da Saúde (SAS/MS), que está à frente de dois mecanismos regulatórios: o credenciamento para a provisão de procedimentos especiais e a definição de procedimentos cobertos pelo SUS (Tabela SUS), associada ao estabelecimento de preços para reembolso ou outras formas de financiamento do conjunto de procedimentos cobertos;

• e da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), responsável pela delimitação dos procedimentos a serem cobertos pelas operadoras de planos de saúde (Rol de procedimentos).

As ações daqueles órgãos do MS focalizam, hoje, portanto, algumas etapas do ciclo de vida das tecnologias, como a do início do ciclo de vida no país, com a autorização para importação/registro, e a da difusão em larga escala, por meio da inclusão na tabela do SUS e no rol de procedimentos da ANS. A fase crítica da difusão inicial não é objeto de atenção especial do MS, assim como a fase de obsolescência. A articulação formal ou informal das ações desses órgãos/agências também não é visível. Pior que isso, a realização de atividades de ATS não têm sido patrocinadas pelo governo brasileiro e ele raramente as tem utilizado de forma adequada enquanto subsídio para tomadas de decisão sobre registro e incorporação (financiamento) de tecnologias.

Na realidade, em suas atividades de *registro*, importantes para tecnologias do tipo drogas, equipamentos e dispositivos ("devices"), a Anvisa não utiliza formalmente critérios e metodologias definidos para dar conta de avaliar as tecnologias, com base em evidências científicas adequadas, quanto à eficácia e efeitos colaterais, inclusive comparativos aos de alternativas tecnológicas, conforme mencionado, aparentemente confiando

em análises realizadas pelos países de origem da tecnologia. O critério de custo ou custo-efetividade não é sequer mencionado nos protocolos.

A obtenção de registro ou de licença para importação de uma tecnologia, isto é, a entrada na fase de difusão inicial, implica, todavia, na competição por mercado por parte da indústria de produtos e serviços, para dentro e, freqüentemente, para fora das indicações da tecnologia, se levarmos em conta os parâmetros de eficácia e segurança comparativas, em relação a tecnologias alternativas ou ao *status quo* (Panerai e Mohr, 1989). Nesse processo, são freqüentemente veiculadas informações sobre eficácia ou acurácia e relação custo-efetividade derivadas segundo metodologias não necessariamente adequadas e privilegiando geralmente o ponto de vista da indústria (Banta e Luce, 1993). As implicações desse processo são bastante conhecidas, indicando que a pressão de grupos de interesse, inclusive com a participação de portadores de condições, para a obtenção de cobertura (financiamento), podem sobrepujar a ciência na avaliação de novas terapias, resultando em danos não só para os pacientes como também para a eficiência do sistema de saúde (Mello & Brennan, 2001).

Por sua vez, a política de cobertura (financiamento) de procedimentos da SAS/MS, expressa na tabela de procedimentos financiados pelo SUS, parâmetro relevante para quase todo o sistema de saúde brasileiro, também não utiliza critérios técnicos formalmente estabelecidos.

DIFICULDADES POLÍTICAS PARA A DIFUSÃO DE ATIVIDADES DA ATS POR PARTE DO GOVERNO

As dificuldades dos governos, particularmente em países menos desenvolvidos, para compatibilizar a proteção social na área da saúde – por exemplo, a implementação de resultados de uma ATS elaborada sob o ponto de vista da sociedade – com a competição pelos recursos escassos de saúde por parte dos vários representantes de interesses econômicos e segmentos/partidos políticos distintos, vem sendo estudada.

Entre os modelos de economia política, o modelo de grupos de interesse tem sido usado freqüentemente na análise do processo regulatório (Hauck et al, 2003), importante para a implementação das ATSs, sobretudo no que se refere aos procedimentos para o registro e financiamento de tecnologias (Eisenberg & Zarin, 2002). Os grupos de interesse são especialmente importantes para a tomada de decisão em países onde o nível

de educação é baixo e o acesso à informação necessária é limitado para parcelas significativas da população. O processo político pode, nesses casos, produzir resultados que beneficiam os interesses desses grupos em detrimento do interesse do público em geral. A mídia seria importante em assegurar apoio ao governo nesse modelo. A corporação dos médicos e as sociedades médicas, em particular, seriam um grupo de interesse muito importante nos sistemas de saúde de muitos países desenvolvidos, e provavelmente também no nosso, podendo mobilizar oposição forte aos governos, de forma mais ou menos sutil. As companhias farmacêuticas seriam outro grupo de interesse crítico no processo de tomada de decisão na área de saúde em países em desenvolvimento (Hauck et al, 2003) e também em países desenvolvidos (Permanand & Mossialos, 2004).

É interessante lembrar, nesse contexto, que a indústria farmacêutica, assim como as companhias multinacionais de equipamento e alta tecnologia, é uma grande patrocinadora de avaliações tecnológicas da atenção médica no mundo, as quais são utilizadas em seus processos de *lobbying* e propaganda (Luce et al, 1996).

O compartilhamento crescente do espaço de decisão sobre o uso de tecnologias, outrora exclusivamente do clínico, deve-se a necessidades/interesses localizados nos governos como a interesses econômicos localizados em áreas privadas, dentro e fora das sociedades médicas, incluindo não só a indústria de equipamentos e insumos médicos em si, mas também a indústria de serviços médicos e os planos de saúde, conformando uma arena em que o aumento e a contenção de custos, assim como os benefícios reais para a saúde da população, estão em jogo (Eisenberg, 2001, Caro, 2000, Banta e Luce, 1993, US Congress/OTA, 1994, Rosoff, 2001). Por outro lado, as sociedades médicas vêm patrocinando/participando de processos de elaboração de diretrizes clínicas baseadas em evidências em muitos países. No caso de procedimentos preventivos e de promoção, um estudo enfatiza que as estratégias para propiciar a sua implementação devem considerar os interesses econômicos envolvidos, como os das indústrias do tabaco e de bebidas alcoólicas (Mc Ginnis, 2001).

Decisões do Judiciário vem também influenciando a utilização de tecnologias de alto custo. A questão da influência do Judiciário sobre a utilização de procedimentos médicos, por meio de decisões relativas à

cobertura no setor público, que assume relevância na história recente, não é simples de ser resolvida mas pode ser também encaminhada pela implementação de um processo de *elaboração e utilização* de avaliações tecnológicas (síntese de evidências científicas relativas às implicações sociais da utilização de tecnologias médicas), assumindo os pontos de vista da sociedade e do governo. O exemplo deve vir das autoridades de saúde. Do mesmo modo, o incremento da elaboração de guias de conduta clínica baseadas em evidências, por meio de metodologias adequadas e explicitadas, com o detalhamento clinicamente relevante e a participação das sociedades médicas, esforço que se inicia no país, pode servir ao propósito de subsidiar o Judiciário, na medida em que explicita e torna mais racional, do ponto de vista da sociedade, o investimento e a utilização de tecnologias na atenção à saúde (Woolf, 1994, Anderson et al, 1993, Rosoff, 2001, Eisenberg, 2001).

QUESTÕES E PROPOSTAS PARA UMA POLÍTICA DE ADMISSÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS NO PAÍS QUE INCREMENTE A EFICIÊNCIA E A INCLUSÃO SOCIAL

Dado o que foi previamente assinalado, as ATSs realizadas/patrocinadas pelo governo brasileiro deveriam ser feitas com base em evidências científicas, a partir de metodologias de síntese apropriadas, de forma colaborativa (inclusive com agências nacionais de outros países), complementar e compartilhada entre os órgãos e agências envolvidos na regulação do ciclo de vida das tecnologias. As ATSs deveriam assumir necessariamente o ponto de vista da sociedade (ou família), podendo assumir complementarmente os pontos de vista do governo e da indústria (de tecnologias e de serviços). Os critérios para a seleção de tecnologias prioritárias para a avaliação tecnológica deveriam incluir ainda o seu impacto potencial na saúde, a sua complexidade e o seu preço unitário ou global.

Tais ATSs deveriam servir de subsídio para a formulação de políticas gerais comuns, mecanismos regulatórios articulados e tomadas de decisão baseadas em evidências (compartilhadas) com relação ao processo de incorporação/difusão de tecnologias, de forma que os seus ciclos de vida tenham um feitio e um efeito na saúde que correspondam ao interesse da população brasileira e propiciem eficiência e eqüidade ao nosso sistema de saúde.

Assim, a perspectiva de registro pela Anvisa de uma tecnologia emergente ou futura considerada prioritária deveria desencadear atividades de ATS da tecnologia pela Anvisa em colaboração com a SAS/ANS (e eventualmente em colaboração com agências de ATS de outros países) no sentido de não só encaminhar adequadamente o processo de eventual registro como também de planejar/protocolar o processo de designação de serviços (em geral, centros de pesquisa selecionados) para iniciar a realização de tais procedimentos no sistema público (difusão inicial), objetivando estimar a efetividade e os custos da tecnologia no Brasil. Essa avaliação, por sua vez, poderia ser utilizada para ampliar a ATS preliminar, feita no momento do registro, no sentido de melhor subsidiar a tomada de decisão sobre financiamento (cobertura), tanto pela SAS quanto pela ANS.

Além disso, o referido processo de designação e avaliação pode ser um subsídio precioso para o planejamento/gerência da difusão em maior escala e incorporação (ou não) da tecnologia a partir de seus requerimentos operacionais, características da curva de aprendizado profissional e institucional (Ramsay et al, 2000), resultados alcançados (*vis-à-vis* os potenciais, ideais), para que seu benefício seja máximo (efetividade próxima à eficácia, danos minimizados) e seja obtido pela população necessitada no menor prazo possível.

Dimensões críticas das tecnologias como eficácia, segurança, efetividade, custo-eficácia, custo-efetividade, impacto (na saúde do conjunto da população) e potencial equânime deveriam ser avaliadas pela SAS, para efeito de cobertura, seguindo os critérios metodológicos cientificamente aceitos, referidos anteriormente, no sentido de constituir uma política de cobertura baseada em evidências, a exemplo de países e regiões como o Canadá, Austrália e Holanda (WHO, 1997, Rutten e Linden, 1994). Tais países, além de assumir em sua política de cobertura, critérios formais para a avaliação da evidência relativa a efeitos sobre a saúde, incorporam claramente o requisito de custo-efetividade, inclusive para o registro.

Outra questão prática para a implementação da ATS é a adequação do momento de sua finalização, e reelaboração, à medida que novas informações tornam-se disponíveis, com o momento da(s) tomada(s) de decisão (Drummond & Heatherly, 1997). Os estudos de avaliação tecnológica devem ser realizados bem ao início do ciclo de vida das

tecnologias, enquanto tecnologias emergentes ou mesmo futuras, certamente antes do pedido de registro e bem antes que as tecnologias médicas estejam em pleno uso, dadas as dificuldades em desfazer investimentos e retificar aprendizados e rotinas.

Nesse sentido, urge a capacitação de recursos humanos para esse tipo de atividade. Além de terem geralmente aplicações bastante específicas, as tecnologias médicas têm sofrido obsolescência rápida, exigindo atualizações freqüentes. Dado esse conjunto de exigências, não é incomum – e podemos sugerir que no caso do Brasil que isso também ocorra – que as ATSs sejam realizadas por equipes transnacionais e que ocorra colaboração entre as agências nacionais e regionais para a sua elaboração e atualização (Jonsson et al, 2002).

Todavia, atualmente, raros profissionais de saúde nos centros de formação em nosso país estão capacitados a colaborar de forma satisfatória em avaliações tecnológicas. Essa limitação compromete não só o processo de elaboração de ATSs mas também o de elaboração de diretrizes clínicas (e ainda a avaliação da qualidade). Por outro lado, nos níveis decisórios quase inexistem profissionais capacitados a avaliar a qualidade e utilizar de forma adequada as ATSs ou mesmo as revisões sistemáticas disponíveis ou a antecipar/identificar a necessidade e os recursos necessários à elaboração e utilização adequadas de ATSs.

Para reverter essa situação, supõe-se o investimento por parte do governo na elaboração e implementação de ATSs-piloto para problemas importantes para o país/regiões, na forma colaborativa, inclusive com pesquisadores/centros/agências selecionadas de outros países (Fox & Oxman, 2001).

Outra lacuna importante, no caso de tecnologias mais complexas, é o investimento em centros de excelência a serem designados para avaliar os efeitos e custos de tecnologias específicas em nosso país, no sentido de suplementar a elaboração de ATSs e orientar/liderar um eventual processo de incorporação tecnológica (incluindo a capacitação de profissionais de saúde); os protocolos correspondentes precisariam ser elaborados.

Conclusões

Em resumo, a política e os instrumentos, de nível ministerial, vinculados à Anvisa e à SAS/ANS têm sido insuficientes até agora em regular a entrada, difusão inicial e financiamento de tecnologias (Krauss Silva, 2003). Por outro lado, a política de municipalização, que pretende ampliar oferta e diminuir iniquidades, tendo como um dos seus instrumentos importantes a PPI, reproduz, projeta para o futuro, as falhas do passado na tomada de decisão a nível ministerial.

Propõe-se uma política articulada de difusão e incorporação de tecnologias, baseada em evidências de benefícios e custos relativos, que leve em conta as dimensões ética e de equidade e as preferências da sociedade, e que, visando maximizar ganhos potenciais de equidade e eficiência, contemple não só os mecanismos relativos ao registro, designação e revisão da tabela SUS/ANS mas também a elaboração, difusão e implementação de diretrizes clínicas.

Nesse sentido, a elaboração de ATSs para tecnologias relevantes pelo impacto potencial na saúde, pela complexidade ou pelo custo unitário ou global deve ser patrocinada de forma conjunta e complementar pela Anvisa, SAS e ANS, seguindo políticas comuns, no sentido de facilitar a efetivação de mecanismos regulatórios articulados.

A elaboração de diretrizes clínicas baseadas em evidências deverá ser incrementada e patrocinada pelo Ministério da Saúde, tendo a participação da SAS e da ANS, e também das sociedades médicas, devendo utilizar metodologias apropriadas e protocoladas e apresentar o detalhamento recomendável, no sentido de orientar não só a conduta clínica mas também de subsidiar os processos de planejamento e gestão dos serviços.

Informar a população e audiências específicas, como profissionais de saúde, pacientes e meios de comunicação sobre a política governamental quanto à incorporação de tecnologias é fundamental do ponto de vista político e de operacionalização da tomada de decisão. A informação precisa ser ampla e adequadamente veiculada e de forma *'preventiva', i. é,* antecipando-se à propaganda das indústrias sobre tecnologias em fase emergente/inicial de difusão ou, pelo menos, fazendo contraponto a esta, quando for o caso.

Além de ser baseada em evidências científicas e assumir claramente o ponto de vista da sociedade, seu conteúdo deve compreender as dimensões de eficácia, segurança, efetividade e custo-efetividade, bem como a de equidade, e as limitações do conhecimento disponível, no sentido de que a sociedade brasileira possa colaborar na defesa de um processo de incorporação das tecnologias de atenção à saúde que corresponda aos seus interesses.

Esses esforços poderão servir ainda de subsídio ao Poder Judiciário, na medida em que deverão tornar mais transparente e racional, do ponto de vista da sociedade, a política, os instrumentos e os critérios utilizados pelo Executivo na defesa dos interesses do cidadão comum.

REFERÊNCIAS

AGENCY FOR HEALTH CARE RESEARCH AND QUALITY (Estados Unidos). *The national healthcare disparities report - 2003*. Disponível em: <http://www.qualitytools.ahrq.gov/disparitiesreport/documents/NHDR.pdf>.

ANDERSON, G. F.; HALL, M. A; STEINBERG E. P. Medical technology assessment and practice guidelines: their day i n court. *American Journal of Public Health*, v. 83, n. 11, p. 1635-1639, 1993.

ANTMAN, E. M. et al. Comparison of results of meta-analyses of randomized control trials and recommendations of clinical experts: treatments for myocardial infarction. *The Journal of the American Medical Associatio*n, v. 268, n. 2, p. 240-248, 1992.

ASH, A. S. et al. Using claims data to examine mortality trends following hospitalization for heart attack in medicare. *Health Services Research*, v. 38, n. 5, p. 1253-1262, 2003.

ASTHANA, S. et al. The pursuit of equity in NHS resource allocation: should morbidity replace utilisation as the basis for setting health care capitations?. *Social Science and Medicine*, v. 58, n. 3, p. 539-541, 2004.

BAKER, L. et al. The relationships between technology availability and health care spending. [S. l.: s. n.], 2003. Disponível em: <http://www.healthaffairs.org/WebExclusive/Baker_Web_Excl_11503.htm>.

BANTA, H. D.; LUCE, B. R. *Health care technology and its assessment*: an international perspective. New York: Oxford University, 1993. 352 p.

BLAKELY, T.; HALES, S.; WOODWARD, A. *Poverty*: assessing the distribution of health risks by socioeconomic position at national and local levels. [S. l.: WHO, 2004]. (WHO environmental burden of disease series, n. 10).

BRAVEMAN, P. A. Monitoring equity in health and healthcare: a conceptual framework. *J. Health Popul..Nutr.*, v. 21, n. 3, p. 181-192, 2003.

CARO, J. J. Introduction: practice guidelines – helpful aids or paradigm shift?. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, v.16, n. 4, p. 957-958, 2000.

CHAIX-COUTURIER, C. et al. Effects of financial incentives on medical practice: results from a systematic review of the literature and methodological issues. *International Journal for Quality in Health Care*, v. 12, n. 2, p. 133-142, 2000.

COYLE, D.; DRUMMOND, M. F. Analyzing differences in the costs of treatment across centers within economic evaluations. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, v. 17, n. 2, p. 155-163, 2001.

CRANOVSKY, R. et al. EUR-ASSESS project subgroup on coverage. *International Journal of Technology Assessment in Health* Care, n. 13, p. 287-332, 1997.

CULYER, A. J.; WAGSTAFF, A. Equity and equality in health and health care. *Journal of Health Economics*, n. 12, p. 431-457, 1993.

CUTLER, D. M.; Mcclellan, M. Is technological change in medicine worth it?. *Health Affairs*, v. 20, n. 5, p. 11-29, 2001.

DRUMMOND, M. F.; PANG, F. Transferability of economic evaluation results. In: _____; MCGUIRE, A. (Ed.). *Economic evaluation in health care:* merging theory with practice. New York: Oxford University, 2001.

_____; TORRANCE, G. W.; MANSON, J. M. Cost-effectiveness league tables: more harm than good?. *Social Science and Medicine*, v. 37, n. 1, p. 33-40, 1993.

_____ et al. *Methods for the economic evaluation of health care programmes*. 2. ed. Oxford : Oxford Medical Publications, 1997. 305 p.

EISENBERG, J. M. What does evidence mean?: can the law and medicine be reconciled?. *Health Affairs*, v. 20, n. 5, p. 369-381, 2001.

ELSINGA, E.; RUTTEN, F. F. H. Economic evaluation in support of national health policy: the case of the Netherlands. *Social Science & Medicine*, v. 45, n. 4, p. 605-620, 1997.

ESTADOS UNIDOS. Congress. Office of Technology Assessment. *Identifying health technologies that work:* searching for evidence. Washington DC.: Government Printing Office, 1994. 308 p.

FOX, D. M.; OXMAN, A. D. *Informing judgment*: case studies of health policy and research in six countries. [S. l.]: Milbank Memorial Fund, 2001. Disponível em: <www.milbank.org/reports/ 2001cochrane>.

GARBER, A. M. Evidence-based coverage policy. *Health Affairs*, v. 20, n. 5, p. 62-82, 2001.

_____ et al. Theoretical foundations of cost-effectiveness analysis, p. 25-53. In: GOLD, M. R. et al. (Ed.). *Cost-effectiveness in health and medicine*. New York: Oxford University, 1996. p. 25-53.

GOLD, M. R. et al. Identifying and valuing outcomes. In: _____ et al. (Ed.). *Cost-effectiveness in health and medicine*. New York: Oxford University, 1996. p. 82-134.

GWATKIN, D. R. How much would poor people gain from faster progress towards the millennium development goals for health? *Lancet*, n. 365, p. 813-817, 2005.

HAUCK, K.; SMITH, P. C.; GODDARD, M. *The economics of priority setting for health care*: a literature review. Washington, DC.: World Bank, 2003. (HNP discussion paper).

JONSSON, E. et al. Summary report of the ECHTA/ECAHI project. *International Journal of Technology Assessment in Health* Care, v. 18, n. 2, p. 218-237, 2002.

KRAUSS, Silva L. Avaliação tecnológica e análise custo-efetividade em saúde: a incorporação de tecnologias e a produção de diretrizes clínicas para o SUS. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 8, n. 2, p. 501-520, 2003.

_____. *Technology assessment of different levels of neonatal care*. 1992. Tese (Doutorado) – Health Services Management Center, Centre for Health Services Research and Policy, Inglaterra, 1992. 352 p. v. 1.

LAUPACIS, A. et al. How attractive does a technology have to be to warrant adoption and utilization?: tentative guidelines for using clinical and economic evaluations. *Canadian Medical Association Journal*, n. 146, p. 473-481, 1992.

LEEDER, S. R. Achieving equity in the australian healthcare system. *Med. J. Aust.*, v. 179, n. 9, p. 475-478, 2003.

LICHTENBERG, F. Are the benefits of newer drugs worth their costs?: evidence from the 1996 MEPS. *Health Affairs*, v. 20, n. 5, p. 241-251, 2001.

LONGNECKER, M. P. Meta-analysis. In: ESTADOS UNIDOS. Congress. Office of Technology Assessment. *Tools for evaluating health technologies:* five background papers, BP-H-142. Washington, DC: Government Printing Office, 1995. p. 93-124.

MULROW, C. D. Rationale for systematic reviews. In: CHALMERS, I.; ALTMAN, D. G. *Systematic reviews*. 3. ed. London: BMJ Publishing Group, 1996. p. 1-8.

_____; LOHR, K. N. Proof and policy from medical research evidence. *Health Affairs*, v. 20, n. 5, p. 249-266, 2001.

NATIONAL COORDINATING CENTRE FOR HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT (Estados Unidos). Call for proposals. *HTA Special Bulletin*, n. 2, Mar. 2005. Disponível em: <http://www.ncchta.org>.

O'BRIEN JR., J. A.; JACOBS, L . M.; PIERCE, D. Clinical practice guidelines and the cost of care. *International Journal Technology Assessment in Health Care*, v. 16, p. 1077-1091, 2000.

OXMAN, A. D. Checklists for review articles. In: CHALMERS, I.; ALTMAN, D. G. (Ed.). *Systematic review*. London: BMJ Publishing Group, 1996. p. 75-85.

PANERAI, R. B; MOHR, J. P. *Health technology assessment methodologies for developing countries*. Washington, DC.: Pan American Health Organization, 1989.

PETITTI, D. B. *Metanalysis*, d*ecision analysis, and cost-effectiveness analysis:* methods for quantitative synthesis in medicine. New York: Oxford University, 2000. 306 p.

PHELPS, C. E. *Health economics*. New York: Addison-Wesley Educational Publishers, 1997. 687 p.

RAMSAY, C. R. et al. Assessment of the learning curve in health technologies: a systematic review. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, v. 16, n. 4, p. 1095-1108, 2000.

RANDOLPH, W. M. et al. Using medicare data to estimate the prevalence of breast cancer screening in older women: comparison of different methods to identify screening mammograms. *Health Services Research*, v. 37, n. 6, p. 1643-1647, 2002.

ROSOFF, A. J. Evidence-based medicine and the law: the courts confront clinical practice guidelines. *J. Health Politics Policy and Law*, v. 26, n. 2, p. 327-368, 2001.

RUSSELL, L. B. et al. Cost-effectiveness analysis as a guide to resource allocation in health: roles and limitations. In: GOLD, M. R. et al. (Ed). *Cost-effectiveness in health and medicine*. New York: Oxford Univesity, 1996. p. 3-24.

RUTTEN, F.; LINDEN, J. W. van der. Integration of economic appraisal and health care policy in a health insurance system: the Dutch case. *Society for Scientific Medicine*, v. 38, n. 12, p. 1609-1614, 1994.

RYAN, J. T. et al. ACC/AHA Guidelines for the management of patients with acute myocardial infarction. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 28, n. 5, p. 1328-1428, 1996.

SACKS, H. S. et al. Meta-analyses of randomized controlled trials. *The New England Journal of Medicine*, n. 19, p. 450-455, 1987.

SCHOENBAUM, S. C.; AUDET, A. M .J; DAVIS, K. Obtaining greater value from health care: the roles of the US government: only with strong federal leadership can Americans be assured of receiving the best care in the world. *Health Affairs*, v. 22, n. 6, p. 183-190, 2003.

TORRANCE, G. W.; SIEGEL, J. E.; LUCE, B. R. Framing and designing the cost-effectiveness analysis. In: GOLD, M. R. et al. (Ed.). *Cost-effectiveness in health and medicine*. New York: Oxford University, 1996. p. 54-81.

TRAVASSOS, C. Eqüidade e o sistema único de saúde: uma contribuição para debate. *Cad. Saúde Pública*, v. 13, n. 2, p. 325-330, 1997.

_____; WILLIAMS, D. R. The concept and measurement of race and their relationship to public health: a review focused on Brazil and the United States. *Cad. Saúde Pública*, v. 20, n. 3, p. 660-678, 2004.

TSUCHIYA, A.; WILLIAM, A. Welfare economics and economic evaluation. In: DRUMMOND, M. F.; MCGUIRE, A. (Ed.). *Economic evaluation in health care*: merging theory with practice. New York: Oxford University, 2001.

WEINSTEIN, M. C. et al. *Clinical decision analysis*. Philadelphia: W. B. Saunders, 1980.

WENNBERG J. E. On patient need, equity, supplier-induced demand, and the need to assess the outcome of common medical practices. *Medical Care*, v. 23, n. 5, p. 512-520, 1988.

_____ et al. An assessment of prostatectomy for benign urinary tract obstruction: geographic variations and the evaluation of medical care outcomes. *The Journal of the American Medical Association*, n. 259, p. 3027-3030.

WHO, Meeting on the Evaluation of Cost-Effectiveness in Health Care. Copenhagem: WHO Regional Office for Europe, 1997. 23 p.

WOODS, K. Health technology assessment for the NHS in England and Wales: introduction. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, v. 18, n. 2, p. 161-165, 2002.

WOOLF, S. H. An organized analytic framework for practice guideline development: using the analytic logic as a guide for reviewing evidence, developing recommendations, and explaining the rationale. In: DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. Agency for Health Care Policy and Research (Estados Unidos). *Clinical practice guideline development*: *m*ethodology perspectives. Washington, DC: Government Printing Office, 1994. p. 105-114. (AHCPR pub., n. 95-0009).

WORLD BANK. *Making services work for poor people*: world development report. Disponível em:<http://econ.worldbank.org/wdr/wdr2004/>. Acesso em: 21 set. 2003.

Educação superior e inclusão social no Brasil

Luiz Davidovich[*]

1. Introdução

A última grande reforma da educação superior no Brasil ocorreu em 1968, quando foram implantados o regime de créditos e a estrutura departamental, visando aumentar a flexibilidade dos cursos. Nas ruas, os estudantes exigiam mais vagas, opunham-se à proposta oficial de uma universidade voltada para o mercado e defendiam a idéia de uma educação transformadora, que incentivasse o espírito crítico. Após um período de 37 anos, cabe perguntar: como se desenvolveu nosso ensino superior? Houve ação transformadora? Foi possível ir além das necessidades imediatas do mercado e responder aos anseios maiores da sociedade brasileira? Conseguiu acomodar a aspiração de vários setores da população por uma educação superior de qualidade?

No momento em que vários segmentos da sociedade brasileira se envolvem em um intenso debate sobre a reforma da educação superior, devemos analisar o desenvolvimento da educação superior no Brasil nas últimas décadas, dentro da perspectiva associada àquelas perguntas, e, além disso, responder a duas questões básicas e preliminares a qualquer projeto de transformação: Que tipo de formação desejamos dar aos graduados de nosso ensino superior nas primeiras décadas do século XXI? Que perfil devem ter nossas instituições de educação superior para que ajudem a alavancar o desenvolvimento do país? A discussão que ora se trava freqüentemente ignora tais questões para centrar-se nas estruturas administrativas e de poder, quando de fato essas estruturas devem moldar-se para que a missão da educação superior seja cumprida eficazmente.

[*] Luiz Davidovich é professor titular do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro e diretor da Academia Brasileira de Ciências.

Já existe, no entanto, uma longa história de discussão de modelos acadêmicos em nosso país, que teve repercussões importantes na fundação da Universidade de São Paulo, da Universidade do Distrito Federal e, mais recentemente, na fundação da Universidade de Brasília.

Perguntas como as que formulamos nos parágrafos iniciais já permeavam os debates realizados na década de 1950 sob inspiração do educador Anísio Teixeira (1900-1971) e foram tema de um simpósio organizado pela SBPC em 1960. Propunha-se modificar os padrões de conhecimento do ensino superior brasileiro, aliando a formação humanística e a livre criação cultural à ciência e à tecnologia modernas. Segundo o antropólogo Darcy Ribeiro (1922-1997), um dos líderes daquele movimento, tratava-se de criar uma "universidade necessária" para o desenvolvimento do país, integrando ensino e pesquisa, e fugindo ao "modelo tradicional de ensinar e cultivar a erudição clássica".

A Universidade de Brasília foi inaugurada a 21 de abril de 1962 e nela os estudantes recebiam formação ampla e crítica. Alunos de engenharia, por exemplo, eram incentivados a seguir cursos de cinema com Nelson Pereira dos Santos ou estudar música com Cláudio Santoro. Além desses dois, outros grandes mestres conduziam os programas: Oscar Niemeyer, de arquitetura e urbanismo; Rocha Miranda, de artes; Roberto Salmeron e Jayme Tiomno, de física; Elon Lages Lima, de matemática; Carolina Bori, de psicologia; Victor Nunes Leal, de direito, administração e economia; Otto Gottlieb, de química; Cyro dos Anjos, de letras, entre outros cientistas e intelectuais ilustres. Anísio Teixeira, inicialmente vice-reitor de Darcy Ribeiro, tornou-se depois reitor. Uma experiência inovadora infelizmente abortada pela ditadura militar.

Darcy Ribeiro dizia que o modelo da UnB nada tinha de inovador, pois constituía a estrutura experimentada e comprovada em sua eficácia nos países desenvolvidos. Segundo ele, a renovação do ensino superior na Alemanha, na Inglaterra, nos Estados Unidos, na Rússia, fez-se ao integrar ciência moderna e tecnologia nos cursos universitários e se processou por um caminho ainda recomendável ao Brasil.

Como naquela época, ainda hoje se afirma que a missão essencial da educação superior é formar recursos humanos de qualidade e promover, por

meio da pesquisa, o avanço do conhecimento e a formação crítica e criativa dos estudantes. Considera-se que a principal forma de intervenção social das instituições de educação superior é por meio da formação de recursos humanos qualificados, sendo a autonomia didático-científica essencial para o sucesso dessa missão. A estrutura dessas instituições nos países desenvolvidos ou com forte ímpeto desenvolvimentista resulta dessa convicção, atribuindo aos docentes a responsabilidade pelo sucesso desse programa e regulando, por meio de interfaces apropriadas que resguardam a autonomia didático-científica, a interação dessas instituições com o Estado e a sociedade.

Esses são os pressupostos básicos que regem este trabalho. Nele, são apontados uma série de obstáculos que têm inibido, ao longo dos últimos anos, o fortalecimento e a expansão da educação superior no Brasil, limitando a um patamar reduzido, mesmo se comparado com o de outros países da América Latina, o percentual de jovens que desfrutam de educação superior.

Após uma análise crítica do panorama atual da educação superior em nosso país, e de considerações sobre o cenário internacional, são apresentadas algumas propostas, muitas das quais baseadas no documento "Subsídios para a Reforma da Educação Superior no Brasil", elaborado pelo Grupo de Trabalho da Academia Brasileira de Ciências, e disponível no site <www.abc.org.br>.

Ações de inclusão social são consideradas sob dois pontos-de-vista:

I) formas de expandir com qualidade o número de matrículas nas instituições de educação superior;

II) formas de propiciar uma participação da sociedade na gestão das instituições de educação superior.

Na Seção II, traçamos um breve panorama da educação superior no Brasil, apontando obstáculos ao seu fortalecimento e expansão. Na Seção III, discutimos o panorama internacional, dando destaque a novas formas de organização acadêmica e às discussões sobre autonomia e gestão. Na Seção IV, apresentamos propostas no sentido de aumentar o contingente da população que venha a se beneficiar da educação superior. Na Seção V, apresentamos propostas de órgãos que permitem uma interface entre as

instituições de educação superior e a sociedade, e um exame qualificado da proposta orçamentária das instituições federais. Finalmente, a Seção VI contém nossas conclusões.

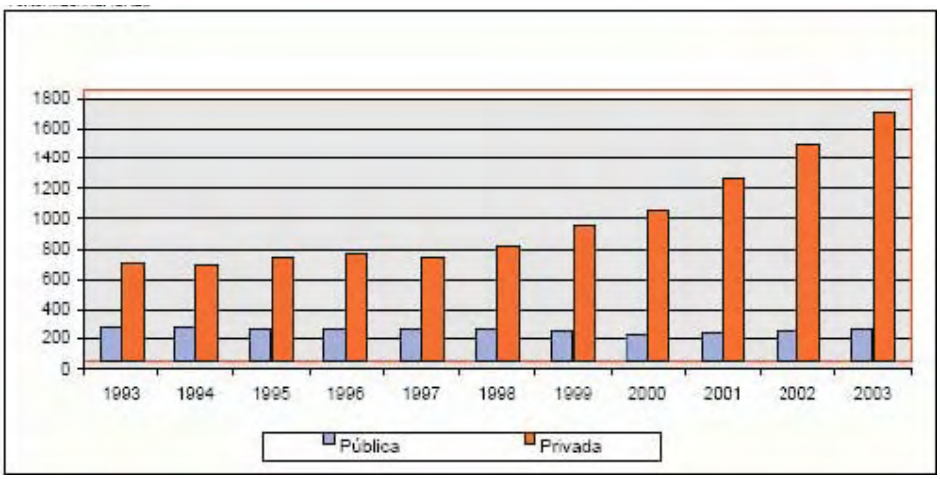
2. O panorama atual da educação superior no Brasil: obstáculos ao seu fortalecimento e expansão qualificada

2.1. Graduação: crescimento com investimento público reduzido e sem controle de qualidade

Desde a criação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), em 1951, a pós-graduação e a pesquisa expandem-se quantitativa e qualitativamente no Brasil. Um desenvolvimento importante ocorreu especialmente a partir da década de 1970. Fortemente concentradas em instituições públicas e avaliadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), têm permitido a criação de tecnologias pioneiras, atestadas pelo sucesso de empresas como a Petrobras, a Embrapa e a Embraer.

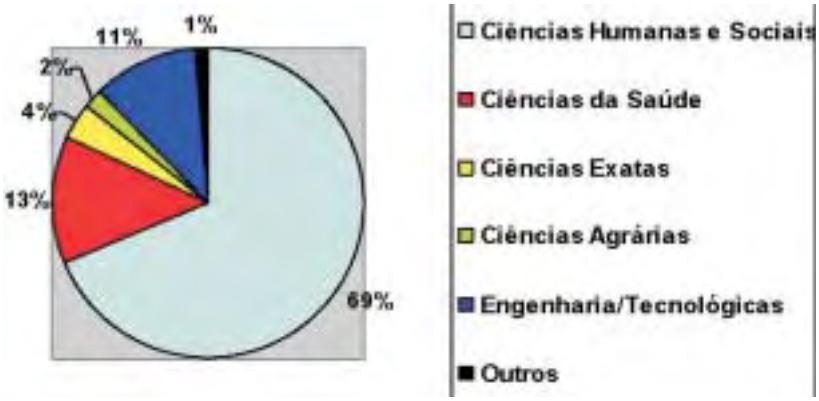
Já os cursos de graduação se desenvolveram de modo diferente. O clamor por mais vagas foi atendido por forte expansão do ensino privado, sem preocupação com qualidade (figura 1). Hoje, mais de 70% dos alunos de ensino superior no Brasil estudam em instituições privadas. Nos Estados Unidos, o percentual correspondente é de 22%, sendo que, naquele país, é muito reduzido o número de instituições privadas com objetivo de lucro. De fato, apenas 1,4% dos estudantes de nível superior nos Estados Unidos estão matriculados em instituições que objetivam lucro.

A distribuição de matrículas por área de conhecimento nos cursos de graduação está ilustrada na figura 2. A forte concentração em ciências humanas e sociais contrasta com o que ocorre em países desenvolvidos ou com forte tendência desenvolvimentista, nos quais as áreas tecnológicas ocupam espaço bem maior. Não foi certamente por obra de um planejamento governamental que ocorreu a distribuição exibida na figura. As instituições privadas preferem os cursos da área de ciências humanas e sociais pelo fato de serem mais baratos.



Fonte: MEC/Inep.

Figura 1. Número de instituições públicas e privadas no Brasil: evolução no período de 1993 a 2003.



Fonte: MEC/Inep.

Figura 2. Distribuição de matrículas por área de conhecimento, em cursos de graduação no Brasil, em 2003.

Apesar da expansão, apenas 10% dos brasileiros entre 18 e 24 anos estão matriculados em instituições de ensino superior, enquanto na Argentina e Estados Unidos os percentuais são de 35% e 60%, respectivamente.

A Tabela 1 exibe o gasto público com educação, como percentagem do PIB, para vários países, no biênio 2000/2001. Os percentuais brasileiros são inferiores aos de vários países da América Latina.

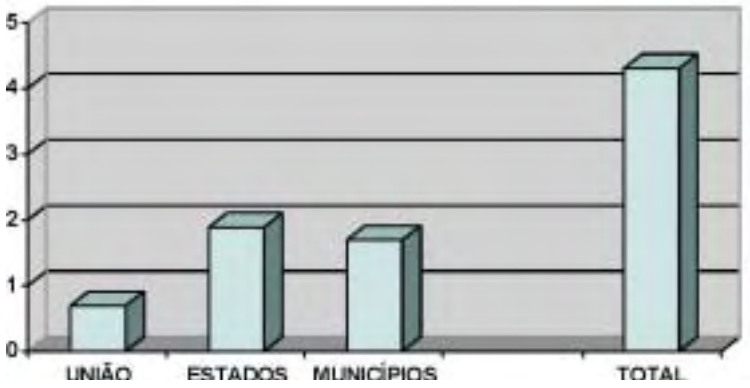
A União entra com menos que 25% do gasto total, como mostra a Fig. 3 (note-se a discrepância entre a Tabela 1 e a Figura 3 – devida talvez a serem os períodos de apuração diferentes).

Dos gastos totais públicos com a educação no Brasil, cerca de 21% do total são destinados à educação superior (excluindo-se as despesas com previdência). Nos países da OECD, o investimento em educação é, em média, cerca de 5,3% do PIB, sendo que cerca de 25% desse total são investidos em educação superior.

Tabela 1. Gasto público com educação (% do PIB), ano fiscal 2001

ARGENTINA	4,6
BOLÍVIA	6,0
BRASIL	4,0
CANADÁ	5,5
CHILE	4,4
COLÔMBIA	4,4
CUBA	9,0
ESTADOS UNIDOS	5,6
FRANÇA	5,8
MÉXICO	4,5
PARAGUAI	4,7
PERU	3,5
ISRAEL	7,3
MALÁSIA	7,9

Fonte: Unesco, Global Education Digest 2004.



Fonte: MEC/Inep 2003.

Figura 3. Gastos com educação no Brasil, como percentagem do PIB em 1999.

É falso, portanto, o argumento de que o Brasil já investe recursos suficientes na educação superior, e que esse montante é demasiadamente importante, comparado com o dispêndio total em educação. De fato, a contenção de investimentos nessa área, aliada à ineficiência da organização dos cursos e à ausência de uma diversidade de modelos acadêmicos e institucionais, que serão comentadas mais adiante, foram os principais fatores que determinaram a atual presença reduzida do sistema público no cenário da educação superior em nosso país.

2.2. Ensino fundamental e médio: o gargalo da inclusão social

Temos ainda um longo caminho a percorrer, que pressupõe um reforço substancial do ensino fundamental e médio. Dos brasileiros entre 15 e 17 anos, só 1/3 está no ensino médio, e as deficiências do ensino fundamental ajudam a marginalizar milhões de crianças.

O forte desenvolvimento da pós-graduação ocorrido a partir dos anos 70 contrastou com a deterioração dos outros níveis de ensino. Em particular, sofreu a escola pública de ensino fundamental e médio, cuja qualidade foi vítima de um ciclo vicioso, com a desvalorização dos professores e o afastamento da classe média, que representava uma fonte de pressão para a sua melhoria.

Dada a situação familiar precária das crianças e adolescentes mais pobres, principalmente nos grandes centros urbanos, é importante que a escola pública tenha horário integral, de modo que os alunos possam desfrutar, além das aulas, de atividades formadoras, como esportes, oficinas de arte, literatura e ciência, laboratórios de informática.

A Tabela 2 mostra como é ainda extremamente reduzido o gasto público por aluno no Brasil, no ensino fundamental, quando comparado com outros países. É interessante observar que, enquanto nessa tabela o Brasil está em último lugar nos gastos por aluno no ensino fundamental, o mesmo não ocorre com o ensino superior, em que está à frente da Coréia do Sul e do Japão. A comparação dos gastos entre diversos países deve levar em consideração que em vários deles a estrutura de ensino superior é extremamente diversificada, incluindo cursos de curta duração em instituições que não realizam pesquisa, e que requerem por isso um gasto menor por aluno. Esse fato sugere, no entanto, que a educação superior no Brasil poderia ser muito mais eficiente, se aumentasse a diversificação das instituições públicas de ensino superior.

Tabela 2. Gastos públicos com a educação. Fonte: *Education at a glance,* 2002, OECD, citado por Ivan Castro de Almeida, R. Bras. Est. Pedag., Brasília, v. 82, n. 200/201/202, p. 137-198, jan./dez. 2001.

Gasto público 1998/1999		Gasto/Aluno	
Ajustado para R$ pela PPP	(%) PIB	Fundamental	Superior
Austrália	5,0	4,178	10,084
Japão	3,5	4.506	8.839
México	4,4	943	4,119
Coréia do Sul	4,1	2.441	4.606
Portugal	5,7	2,991	4,130
Estados Unidos	5,2	5,661	16,529
Média OCDE	**5,2**	**3,637**	**9,823**
Argentina	4,5	1.401	4.821
Brasil	4,3	691	9.756
Chile	4,2	1,463	5,493
Paraguai	4,8	754	4.700

2.3. Os sonhos da década de 1950 e a realidade atual: especialização e ineficiência

A exposição de motivos para justificar o projeto de lei que criava a Universidade de Brasília, assinada pelo então Ministro da Educação e Cultura, Clóvis Salgado, mencionava que se propunha "uma estrutura nova do corpo universitário, para dar-lhe unidade orgânica e eficiência maior. O aluno que vem do ensino médio não ingressará diretamente nos cursos superiores profissionais".

Desde então, ocorreu uma verticalização crescente em nossas instituições de educação superior, de tal forma que logo no vestibular os jovens fazem opção de carreira profissional. Essa especialização prematura contrasta com a tendência mundial de uma formação ampla e sólida, que permita ao estudante transpor as fronteiras das disciplinas e adaptar-se mais facilmente às rápidas transformações do mundo atual.

O processo atual de seleção de estudantes para o ensino superior força uma especialização prematura, permite o ingresso na universidade – em carreiras nas quais a competição é menos acirrada – de candidatos com formação muito inferior a grande parte dos excluídos que disputaram carreiras mais procuradas e restringe ao exame vestibular a seleção de candidatos ao ciclo profissional.

A compartimentação dos primeiros anos na universidade, por outro lado, leva a uma profissionalização prematura, dificultando uma formação ampla e sólida e produzindo profissionais obsoletos. Além disso, impede uma seleção para cursos profissionais com base no desempenho nos primeiros anos de universidade, favorece a acomodação dos estudantes e provoca evasão profissional. O quadro é agravado pelo fato de as profissões de nível superior serem demasiadamente regulamentadas no país, o que imobiliza seu recorte e inibe a formação dos novos profissionais que o mundo contemporâneo requer. Trata-se de um quadro de ineficiência, cuja modificação acarretaria melhor aproveitamento dos estudantes e novas oportunidades de inclusão social.

Para isso, é preciso repensar os programas, estimular uma sólida formação interdisciplinar, promover o ingresso em grandes áreas da universidade, adiando-se a especialização, reduzir a carga horária de disciplinas obrigatórias (freqüentemente encontramos estudantes cursando sete disciplinas em um semestre) e aumentar o leque de eletivas, e oferecer oficinas de trabalho sobre temas atuais. Assim, não só se estará incentivando a formação interdisciplinar, como também se dará mais oportunidade de tratamento especial a alunos excepcionais ou com dificuldade de aprendizagem.

A redução substancial da carga horária obrigatória permitiria não apenas incentivar a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Possibilitaria também que o estudante tivesse uma formação mais abrangente, por meio de disciplinas eletivas e oficinas de trabalho. Estas reuniriam grupos de até 20 estudantes, durante uma ou duas horas por semana, versando sobre temas controvertidos da atualidade ou temas mais específicos na fronteira do conhecimento.

A crescente demanda pelo ensino superior deve ser atendida, mas é preciso diversificar as opções em instituições públicas de qualidade, com cursos de dois, três anos, que possibilitem aos alunos sair para o mercado de trabalho, aprofundar a profissionalização em ciclo posterior ou simplesmente educar-se para se situar melhor no mundo contemporâneo.

No Brasil, a implantação de instituições públicas com esse perfil ajudaria a estender uma educação de qualidade para um número maior de estudantes, promovendo sua formação científica e humanística e ocupando

um espaço que tem sido freqüentemente explorado por instituições privadas de baixa qualidade e restritas quanto às áreas de conhecimento.

A reestruturação, modernização e flexibilização dos cursos e programas não é um plano que possa ser implantado universalmente ou por decreto. Por sua profundidade, exige a convicção de seus principais atores para ter sucesso. A implantação de mecanismos sérios de avaliação (uma Capes para a graduação) permitiria zelar pela eficiência dos cursos, incentivar propostas inovadoras e impedir a proliferação de empresas sem compromisso com a qualidade do ensino.

3. O caminho internacional

3.1. Novos modelos acadêmicos: EUA, Europa e China

Parece haver já uma visão consensual, tanto na Europa quanto nos EUA, sobre dois pontos:

a) Os cursos de nível superior devem ter uma estrutura seqüencial composta de ciclos relativamente curtos.

b) A especialização, quando não precedida de uma formação científica bastante sólida e ampla, só é apropriada para profissionais com função estritamente operacional.

Nos EUA, o sistema de educação superior é muito amplo e diversificado. Ali temos desde os *community colleges*, que oferecem cursos com duração de dois anos, de caráter predominantemente profissionalizante, até as universidades de pesquisa (*research universities*) que formam do bacharel de quatro anos ao Ph.D ou MD. Em todas as universidades de pesquisa, o bacharelado contém um Ciclo Básico (CB) de pelo menos um ano durante o qual o estudante não tem de declarar qualquer intenção sobre sua opção de carreira. O CB é dedicado aos fundamentos das ciências e das artes. Nas melhores universidades daquele país, há atualmente uma tendência para o alongamento do CB, cuja duração será de um ano e meio a dois anos, dependendo da universidade.

Na Universidade de Harvard, Estados Unidos, está em andamento uma reforma curricular que adia a especialização para a metade do segundo ano do curso universitário e incentiva a participação dos estudantes em seminários, oficinas e grupos de trabalho já no primeiro semestre, de modo a torná-los mais críticos e criativos. Segundo o presidente de Harvard, Lawrence Summers, "uma cultura da educação em que é uma vergonha não saber o nome de cinco peças de Shakespeare, mas é aceitável desconhecer a diferença entre genoma e cromossomo, não é uma cultura funcional". Indagado se essa revisão não significava um reconhecimento de que o currículo de Harvard estava cheio de defeitos, Summers respondeu: "Toda invenção humana deveria ser revista a cada 25 anos, especialmente à luz das transformações trazidas pela ciência e pela globalização". O destaque que tais mudanças mereceram no jornal *The New York Times* explica-se facilmente: as reformas curriculares de Harvard são freqüentemente seguidas por outras instituições de ensino superior nos Estados Unidos.

Cursos de nível superior com duração mais curta e de formação geral são comuns nos Estados Unidos (onde existem os chamados *community colleges*) e na Europa. Freqüentemente eles se integram às universidades. Assim, por exemplo, a Universidade de Berkeley, na Califórnia, seleciona novos estudantes não apenas para o primeiro ano de seus cursos, mas também para o terceiro ano, com objetivo de profissionalização, caso os estudantes tenham se graduado em *community colleges* da Califórnia.

A participação de estudantes em oficinas de trabalho tem sido estimulada em universidades de outros países. Várias universidades norte-americanas oferecem, para os alunos cursarem já no primeiro semestre, um amplo leque de temas de oficinas, com o objetivo explícito de ampliar a formação do estudante, desenvolver sua capacidade de expressão, sua criatividade e seu espírito crítico. Nos catálogos das principais universidades norte-americanas, podem ser encontrados temas de oficinas de trabalho, oferecidas já no primeiro semestre, como globalização; a biologia na era pós-genoma: decifrando o código da vida; mito, memória e história: entendendo os índios americanos; leitura e apreciação de poesia, etc.

Na Europa, o esforço de tornar compatíveis os currículos e programas dos vários países europeus tem provocado discussões sobre a reestruturação dos programas em um ciclo de encontros e debates conhecido como "processo

de Bolonha". Procura-se estabelecer um modelo paradigmático, o 3-2-3, que corresponderia a três anos de graduação (no mínimo), dois anos de especialização, e três de doutorado.

Na China, o número de especializações em cursos de graduação caiu de 504 para 249 em 1998, para evitar especialização prematura e incentivar a interdisciplinaridade. Em 2002 a Universidade de Xangai implementou uma reforma que flexibilizou o currículo, permitindo ao estudante escolher cursos e percursos que conciliassem sua habilidade, interesse e talento com as necessidades sociais. No plano nacional, novas experiências estão sendo tentadas nos exames de seleção, enfatizando compreensão e habilidade para aplicar conhecimentos, em vez de memorização.

3.2. Formas de organização: universidade, sociedade e autonomia

A instituição universitária permeia todo o segundo milênio. A primeira universidade, a de Bolonha, Itália, foi fundada no século XI. Seguem-se a Universidade de Paris, fundada entre 1150 e 1170, e a de Oxford, Inglaterra, no final do século XII. O objetivo original da universidade era conservar e transmitir os ensinamentos da Igreja, preparando sacerdotes e profissionais que deveriam servir em áreas nas quais a Igreja tinha especial responsabilidade, como direito e medicina. A organização dessas instituições se manteve essencialmente inalterada durante muitos séculos.

No século XIX inicia-se uma grande transformação, com a crescente secularização das universidades e as conseqüentes mudanças em sua missão, nas formas de financiamento e na estrutura de sua administração. Nessa época, surge a questão da autonomia, para estimular e proteger a produção de conhecimento independente da autorização e do controle eclesiásticos.

Desde então, a autonomia didático-científica tem sido considerada essencial para o bom funcionamento das universidades, não obstante as pressões crescentes, em tempos modernos, por um engajamento maior com interesses de grupos sociais. Ao mesmo tempo, as universidades passam a ter um papel central na estratégia de desenvolvimento de um grande número de países, como se depreende da declaração feita por John Doerr, um dos principais capitalistas de risco do Vale do Silício, nos Estados Unidos, quando indagado sobre a razão do sucesso desse parque científico e tecnológico: "Estamos construindo uma nova economia. Podemos fazer isso porque há

muito tempo o povo americano decidiu investir na educação pública, financiar pesquisa no nível federal e encorajar a inovação com o sistema de patentes. Hoje colhemos os benefícios de um século de investimento público na educação e na pesquisa.".

As formas de financiamento e gestão variam bastante, sendo objeto de intenso debate em vários países atualmente. No centro das discussões está o conceito de autonomia de gestão. Um seminário realizado em Salzburgo, Áustria, em fevereiro de 2002, intitulado "Os significados da autonomia: o governo das universidades reconsiderado", reuniu lideranças acadêmicas dos Estados Unidos e da Europa central e oriental. Constatou-se nesse seminário que tensões, compromissos e ajustes relacionados às expectativas da sociedade são parte inevitável da vida de universidades que pratiquem uma autonomia razoável. Os debates levaram à conclusão de que essa "autonomia razoável" deve ser tratada como um "princípio negociável", a depender do estágio de desenvolvimento e das condições históricas de cada país.

Diferentes modelos são adotados em diversos países. Nos Estados Unidos, as universidades, públicas e privadas, têm um conselho gestor, o Board of Trustees, que está acima do presidente da instituição. Dele participam membros da sociedade em geral, escolhidos, nas universidades privadas, por ex-alunos ou pelo próprio conselho gestor, e nas públicas em grande parte pelo governador do Estado nas quais se situam (as universidades públicas norte-americanas são estaduais). O conselho gestor da Universidade da Califórnia, por exemplo, que compreende 10 universidades, tem 26 membros, 18 dos quais são indicados pelo governador para um mandato de 12 anos. A escolha do reitor cabe a esses conselhos, após um processo de consulta, regulado por lei, que envolve professores e representantes dos estudantes.

Na Europa, os conselhos gestores vigoram em diversos países e estão em processo de implantação em outros. O método de escolha do reitor varia segundo o país: na Inglaterra e Áustria, este é escolhido pelo conselho gestor; na França, é eleito por três conselhos (de Administração, Científico e de Ensino e Vida Acadêmica) e nomeado pelo ministro da educação. A composição desses três conselhos é regulada por lei, que fixa margens de participação dos diversos segmentos. A participação dos docentes situa-se

entre 40% e 45%; a dos estudantes e funcionários entre 30% e 40%; a externa (que inclui docentes de outras instituições e representantes do poder local e de categorias profissionais) entre 20% e 30%. Na Itália, o reitor é eleito pelo conjunto de professores permanentes, mais uma representação da ordem de 30% de funcionários e estudantes. Na Universidade Autônoma do México é escolhido por um conselho de 15 docentes; na Universidade Livre de Bruxelas, pelos professores do quadro permanente. A nomeação dos reitores, feita pelo poder executivo, nem sempre é um processo puramente formal: listas tríplices ou duplas são adotadas em alguns países europeus e, mesmo quando um único nome é indicado, este pode ser recusado. Em todos os casos, os docentes têm um peso importante, pois se considera que eles devem ser responsabilizados pelo sucesso da instituição.

O processo de avaliação, embora bastante diversificado, é regido por um princípio comum: deve ser de alto nível e estar protegido de pressões políticas. Na Inglaterra e França, por exemplo, a avaliação é feita por organismos independentes, que contam com a participação de acadêmicos ilustres de outros países. Nos Estados Unidos, é realizada por empresas de certificação que, embora independentes, são licenciadas e controladas pelo Estado. A avaliação, vale lembrar, tem forte influência sobre os recursos destinados às instituições.

4. Propostas de inclusão social para a educação superior no Brasil

Como vimos, o grande gargalo que limita o acesso ao ensino superior é a deficiência extrema de nosso ensino fundamental e médio. Para saná-la, é necessário um grande esforço do Estado brasileiro para formar, valorizar e reciclar professores para esses níveis de ensino. Mais ainda, é necessário dar condições para que os alunos permaneçam na escola o dia inteiro, envolvidos em atividades formadoras, como esportes, oficinas de arte, literatura e ciência, laboratórios de informática.

Por outro lado, as instituições públicas de ensino superior constituem um patrimônio cultural de grande importância para nosso país. Servem de referência como um padrão de qualidade para a educação superior e nelas se concentra a quase totalidade da pesquisa realizada no Brasil. Têm contribuído não só para a formação de profissionais qualificados, mas para a solução de problemas tecnológicos brasileiros. Projetos de inclusão que implicassem

em uma redução da qualidade dessas instituições seriam extremamente prejudiciais para o país.

Além disso, não devemos enfrentar manifestações de discriminação racial existentes na sociedade brasileira com os mesmos critérios de inspiração racial, preconceituosos e sem base científica. Devido ao afortunado alto grau de miscigenação da população brasileira, a caracterização racial é destituída de objetividade e, portanto, sujeita a todo tipo de distorções.

Ações afirmativas de inclusão são sem dúvida necessárias, não apenas na universidade, mas em todo o sistema educacional brasileiro. Entretanto, a questão central a ser enfrentada, em um projeto de inclusão, é a da desigualdade social e de oportunidades, em geral, que afeta indivíduos provindos dos mais variados grupos étnicos e culturais.

É importante discutir o que pode ser feito, pelas instituições de ensino superior, para tentar remediar a exclusão social, ainda que o principal motivo da mesma resida em outros níveis de ensino. É necessário aumentar o contingente no ensino superior de estudantes de classes sociais menos favorecidas, o que deve ser feito sem prejudicar a qualidade da educação fornecida. Essa deve ser uma preocupação básica: maximizar a diversidade sem prejudicar a qualidade, de modo a preservar e aprimorar o patrimônio cultural construído ao longo de várias décadas.

A expansão com qualidade do número de matrículas nas instituições de educação superior, de modo a aumentar a inclusão social e contribuir eficazmente para o desenvolvimento do país pressupõe as seguintes ações:

1. A melhora dos ensinos médio e fundamental, por meio da formação de professores qualificados para esses níveis de ensino, da implantação de uma política de valorização desses profissionais, da melhoria das instalações e do equipamento didático das escolas públicas, e da implantação do horário integral.

2. A expansão do sistema público de educação superior, de forma diversificada, com cursos noturnos e cursos de dois, três anos, que possibilitem aos alunos sair para o mercado de trabalho, aprofundar a profissionalização em ciclo posterior ou simplesmente educar-se para se situar melhor no mundo contemporâneo.

3. O auxílio das instituições de ensino superior (IES) à organização de atividades de reforço do ensino médio para comunidades carentes, com o fornecimento de material didático e a participação como professores dos melhores estudantes dessas IES, financiados por bolsas especiais e supervisionados por docentes das mesmas.

4. A ampliação do papel das instituições públicas de ensino superior na formação de professores bem qualificados para os níveis fundamental e médio.

5. A utilização de critérios de admissão que levem em conta o potencial de aprendizado e o rendimento escolar previsto para os estudantes, o que envolve uma reformulação do processo de seleção, de modo a enfatizar mais esses elementos e menos a informação previamente acumulada, e também um sistema de bônus, que beneficie estudantes oriundos de escolas públicas, sem prejuízo da qualidade do ensino.

6. A eliminação do desperdício de vagas e talentos provocado por exames de seleção já orientados para carreiras específicas, e por uma especialização prematura no início dos cursos universitários.

7. A assistência ao estudante carente, por meio de bolsas e auxílio para transporte, alimentação, e compra de material didático.

8. A implantação de um mecanismo de avaliação rigoroso e conseqüente, nos moldes do que é feito pela Capes para a pós-graduação, com implicações sobre o credenciamento e financiamento das instituições de educação superior.

5. Propostas de participação da sociedade na gestão das instituições de educação superior

5.1. Conselho de Desenvolvimento

O Grupo de Trabalho da ABC propõe a organização, pelas instituições públicas, de um Conselho de Desenvolvimento, presidido pelo Reitor, e composto por representantes altamente qualificados de professores titulares, professores eméritos, ex-alunos, academias e sociedades científicas, agências

e fundações de fomento à pesquisa, da sociedade civil e dos governos estaduais e municipais.

A experiência nacional e internacional mostra que a participação da sociedade civil em órgãos que estão envolvidos com os problemas quotidianos das universidades, como o Conselho Universitário, é pouco efetiva, resultando na ausência freqüente desses representantes. Por isso mesmo, o Grupo de Trabalho da Academia Brasileira de Ciências propõe que essa participação se dê no Conselho de Desenvolvimento, cujas atribuições são definidas a seguir. Esse Conselho poderia ser estendido às privadas que se beneficiem de financiamento público, pois seria impossível prever representantes do poder público, bem como das academias e sociedades científicas, para todas as universidades do país. Eventualmente, poderia ser considerada a obrigatoriedade desse Conselho somente para as instituições federais, de modo a viabilizar a participação externa qualificada.

Em vários países do mundo, adota-se o sistema de ter um Conselho que aprova o orçamento e o plano de desenvolvimento da universidade. É nesse Conselho que se dá a participação da comunidade, importante a nosso ver, para garantir uma participação da sociedade e impedir que as universidades sejam limitadas em suas ações por interesses corporativos. Como vimos, nos Estados Unidos todas as universidades, públicas ou privadas, têm um "Board of Trustees" que desempenha esse papel. Na Europa, vários países têm adotado esse sistema.

Caberia ao Conselho de Desenvolvimento da universidade:

I. criar e manter um Fundo de Desenvolvimento da universidade por meio de mecanismos de captação de recursos;

II. aprovar orçamento anual de forma a garantir o alto padrão de ensino, pesquisa e extensão;

III. supervisionar a gestão financeira;

IV. supervisionar os programas de auxílio ao estudante;

V. supervisionar o repasse de percentuais de projetos e de taxas de serviço das fundações para a universidade;

VI. aprovar planos de captação financeira e de gestão patrimonial a cada ano;

VII. aprovar o Plano Plurianual de Desenvolvimento Institucional da universidade, que será revisto anualmente, com base nos resultados alcançados;

VIII. apresentar anualmente à sociedade os resultados e as realizações da universidade, nos seus vários segmentos de atividade.

Os membros do Conselho de Desenvolvimento, exceto os ex-ofício, seriam indicados pelo órgão colegiado máximo da instituição e nomeados pelo Reitor.

5.2. Comissão de Acompanhamento do Desenvolvimento Institucional

O Grupo de Trabalho da ABC propõe a criação de um órgão decisório especial, a Comissão de Acompanhamento do Desenvolvimento Institucional (Cadi), para o exame, concessão e acompanhamento permanente da autonomia de gestão financeira e definição dos critérios de alocação de recursos às universidades federais.

Os membros da Cadi seriam nomeados pelo Presidente da República. Comporiam a Cadi:

I. O Secretário Executivo do MEC, que a presidiria;

II. Os Presidentes da Capes, do CNPq e da Finep;

III. Quatro representantes da comunidade científica e tecnológica, cobrindo as áreas de Ciências Exatas e da Terra, Ciências da Vida, Ciências Humanas e Sociais e Tecnologia.

IV. Duas personalidades de notório saber escolhidas pelo Presidente da República.

Para a escolha dos representantes da comunidade, cada um dos três conselhos das agências referidas no item II submeteria à Presidência da República uma lista composta de um nome para cada uma das quatro áreas cobertas. Das três listas formadas, o Presidente da República designaria um

titular e um suplente para integrar cada área. O mandato dos membros referidos no item III seria de três anos, permitida uma única recondução.

A Cadi deveria organizar o sistema de avaliação dos planos de desenvolvimento institucional das universidades para a atribuição de conceitos, por meio de avaliações externas e de visitas da Comissão de Avaliação. Além disso, deveria compor Comissão de Avaliação para visita a cada universidade, integrada por professores e pesquisadores do mais alto nível, do país ou do exterior, sem vínculo institucional com a instituição visitada.

Seriam mantidas as sistemáticas de:

I. avaliação universal de cursos (Enade) do Inep, com a divulgação pública dos resultados, sem prejuízo de seu aperfeiçoamento e de modalidades adicionais de avaliação;

II. avaliação dos cursos de graduação pela Conaes;

III. avaliação dos cursos de pós-graduação pela Capes;

IV. avaliação das atividades de extensão e assistenciais pela Sesu.

A Cadi, com base na sua avaliação e nas avaliações referidas anteriormente, fará proposta de divisão do orçamento federal entre as universidades públicas, levando em conta os resultados relativos ao ensino, pesquisa e extensão e à eficiência da gestão financeira.

É importante que exista uma instância que avalie a matriz de financiamento das instituições federais, incluindo as demandas de expansão e qualificação institucional. Essa instância impediria um congelamento daquela matriz de financiamento. Além disso, é importante que a distribuição de recursos seja feita por uma Comissão de alto nível, com a participação de agências envolvidas no financiamento e na avaliação das instituições federais.

Em abril de 2004, o Congresso Nacional aprovou a lei do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), instituindo um processo de avaliação e criando a Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior (Conaes), que coordena e supervisiona o Sinaes. A avaliação proposta é análoga à da Capes, prevendo visitas de comissões de

pares, atribuição de notas e punição para a instituição que apresentar um perfil persistente de baixa qualidade, incluindo, no caso de instituições públicas, a demissão do dirigente. Esse sistema poderá ser uma importante fonte de progresso na educação superior, como o foi a Capes para a pós-graduação. Mas preocupa o fato de oito dos treze membros do Conaes serem indicados pelo Ministro da Educação, o que pode tornar a comissão suscetível a pressões políticas.

6. Laboratórios associados para o desenvolvimento regional e transdisciplinaridade

A implantação de laboratórios associados, em um programa conjunto do MEC e do MCT, financiados por um período de quatro anos, poderia ser um importante instrumento de desenvolvimento regional e de incentivo ao rompimento das barreiras departamentais, que freqüentemente engessam os cursos e programas das instituições de educação superior.

Esse programa poderia ter duas vertentes. Laboratórios associados sediados em regiões menos desenvolvidas do país, mas envolvendo obrigatoriamente a participação de instituições de excelência de centros mais favorecidos, estimulariam a colaboração entre grupos de pesquisa e o desenvolvimento científico e tecnológico naquelas regiões.

Por outro lado, mesmo em centros mais desenvolvidos, laboratórios associados de natureza transdisciplinar poderiam incentivar novos paradigmas curriculares, ajudando a formar profissionais com perfis menos especializados.

7. Conclusões

O processo de reforma da educação superior iniciado pelo Governo Federal abre uma oportunidade para a discussão de questões fundamentais para o desenvolvimento de nosso país.

O reduzido número de jovens matriculados em instituições de educação superior, a baixa qualidade das mesmas, o estado precário do ensino fundamental e médio, são fatores que impedem uma política mais conseqüente de inclusão social.

A reversão desse quadro exige medidas profundas tanto nos ciclos fundamental e médio, como no ensino superior. Nos dois primeiros, no sentido de qualificar e valorizar os professores e dar condições melhores de formação aos alunos. No nível superior, é necessário expandir e diversificar as instituições públicas, incluindo cursos de curta duração, flexibilizar os programas, incentivar cursos noturnos, de formação de professores e preparatórios para comunidades carentes, apoiar materialmente o estudante carente e estabelecer um sistema de avaliação que garanta a qualidade das instituições e de seus quadros.

A ampliação do contingente de jovens que recebem formação após completar o ensino secundário somente será possível com a diferenciação do sistema de ensino superior, que deve incluir universidades, centros e faculdades, mas não se limitar a estas.

Não se fará essa transformação sem recursos, ou isolada do desenvolvimento científico, tecnológico e industrial do país. Em particular, uma conexão com a política industrial é essencial, pois é ainda reduzida a demanda por quadros profissionais qualificados no Brasil: ao mesmo tempo que programas modernos de educação superior podem ajudar a indústria, incentivos à realização de pesquisa e desenvolvimento em indústrias podem ter repercussões importantes nos currículos e programas das instituições de educação superior Por isso mesmo, um envolvimento de vários setores do governo e da sociedade é fundamental: Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério da Fazenda, governos estaduais e municipais.

O anteprojeto de reforma da educação superior apresentado pelo MEC em dezembro de 2004 prevê um processo de habilitação para a autonomia que depende da avaliação. Além disso, explicita e quantifica o comprometimento do poder público com o financiamento das instituições federais de educação superior e prevê ciclos de formação geral, que poderiam incentivar a interdisciplinaridade e a formação crítica dos estudantes. Esses são certamente pontos positivos do anteprojeto. Propõe, no entanto, eleição direta dos dirigentes e requer das instituições ações que interferem na desejável autonomia didático-científica, como atendimento a demandas específicas de grupos sociais e implementação de políticas de Estado. Mais ainda, estabelece um sistema de cotas raciais, e não prevê um órgão

independente para a distribuição de recursos às instituições federais, com base em processos de avaliação. A segunda versão do anteprojeto, apresentada em abril de 2005, elimina as exigências espúrias sobre as atividades das instituições de educação superior, mas insiste nas cotas "étnico-raciais", nas eleições diretas dos dirigentes das instituições públicas federais, e prevê um órgão para a distribuição de recursos às instituições federais com uma composição paritária de reitores e indicados pelo MEC, que não satisfaz ao importante requisito de independência.

Se o quadro atual da educação superior no Brasil reclama medidas urgentes para melhorar a qualidade de ensino, incentivar a interdisciplinaridade e a produção de novos conhecimentos, e ampliar a formação de recursos humanos em áreas essenciais para o desenvolvimento do país, é preciso cuidar para que as instituições públicas não sejam prejudicadas, pois têm funcionado como padrão de qualidade na história da educação superior e da pesquisa no país. Sua administração responsável é essencial para que esse papel seja mantido e ampliado.

Referências

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. *Subsídios para a reforma da educação superior*. Rio de Janeiro, [199?]. (Documento preparado pelo Grupo de Trabalho da ABC). Disponível em: < www.abc.org.br>.

MORHY, L. (Org.). *Universidade no mundo*. Brasília: Editora da UnB, 2004.

RIBEIRO, D. *A universidade necessária*. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

SALMERON, R. A. *A universidade interrompida - Brasília 1964-1965*. Brasília: Editora da UnB, 1999.

TIERNEY, W. G. *Competing conceptions of academic governance*. Baltimore: Johns Hopkins University , 2004.

UNESCO. *Global education digest*. [S. l.], 2004. Disponível em: <www.uis.unesco.org>.

Crescimento, população e desigualdade: a formulação de políticas de combate à desigualdade e pobreza no Brasil

Marcelo Medeiros[*]

Pobreza: insuficiência e distribuição de recursos

Um dos aspectos mais marcantes da sociedade brasileira é a combinação de elevados níveis de pobreza a altíssima desigualdade social. Embora existam grandes controvérsias sobre como se deve mensurar a pobreza no Brasil, estudos apontam que entre um terço e metade da população brasileira viveriam em torno de uma linha de pobreza, a depender de como esta é definida. Trata-se de um nível muito alto, uma vez que, na média, a renda da população brasileira é superior àquela recebida por quase três quartos da população mundial e, na maioria dos países com renda *per capita* semelhante à brasileira, os níveis de pobreza são notadamente inferiores (Barros, Henriques & Mendonça, 2000:28).

A pobreza é resultado do nível e da forma da distribuição dos recursos totais de uma sociedade entre sua população. Assim, a pobreza pode ser combatida através de modificações no volume de população, aumento da quantidade agregada de recursos e mudanças em sua distribuição. As políticas de combate à pobreza por meio de modificações no volume de população em geral vinculam-se a algum tipo de controle da fecundidade, as que visam o aumento da quantidade agregada de recursos estão relacionadas a estratégias de crescimento e as baseadas em mudanças na distribuição dos recursos estão ligadas a políticas de cunho igualitarista. A viabilidade de cada uma dessas estratégias de combate à pobreza será discutida a seguir.

[*] Marcelo Medeiros é coordenador do Ipea no International Poverty Centre, unidade do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

Controle da população e pobreza

Análises da literatura internacional sobre desenvolvimento mostram que o controle da população como meio de combater a pobreza se manteve no debate acadêmico por meio das teorias neomalthusianas, mas perdeu força nos últimos anos. Primeiro, porque é questionável que os impactos do controle populacional sobre o desenvolvimento de longo prazo sejam iguais para todas as sociedades, independentemente de densidade demográfica, estrutura etária e composição da economia. Segundo, porque, muitas vezes, a idéia de "excesso de população" reflete mais um incômodo em relação à "qualidade" de um povo do que propriamente uma avaliação de sua quantidade (Boserup,1990; Martinussen, 1997; Furedi, 1997). Mesmo assim, o estudo de Reis & Cheibub (1995) mostra que 26% das elites empresariais por eles pesquisadas ainda acreditam que o controle populacional deve ser a principal iniciativa para a redução da desigualdade no Brasil.

É questionável se o ônus de forçar a taxa de fecundidade brasileira para baixo seria compensado por diminuições nos níveis de pobreza. As taxas de fecundidade, que foram altas até a década de 1960, sofreram uma forte redução nas décadas seguintes e hoje já se encontram em patamares relativamente baixos, cerca de 2,2 filhos por mulher, que as colocam entre as menores da América Latina. Níveis 20% mais baixos já são insuficientes para compensar a mortalidade e são considerados excessivamente baixos pelos governos de alguns países europeus (Haub, 2002).

Estudos anteriores, como o de Barros e Camargo (1994), mostram que a associação entre a razão de dependência e a capacidade de geração de renda das famílias é capaz de explicar muito pouco dos níveis de pobreza observados no Brasil, ou seja, que a maior parte da pobreza não se deve ao fato de as famílias pobres serem relativamente maiores que as famílias não pobres. Entre 60% e 70% da pobreza seriam explicados tão somente por fatores relacionados à renda dos chefes, ou, em outras palavras, pelas desigualdades na qualidade dos empregos e da força de trabalho.

A Tabela 1 mostra o que ocorreria com os níveis de pobreza na hipótese de um controle rigoroso de fecundidade ser realizado a partir de diferentes momentos do tempo. Ela simula variações na população e na proporção de pobres caso o controle de fecundidade assegurasse que o número

máximo de filhos nos domicílios fosse restrito a 4, 3, 2, 1 e nenhum filho abaixo de diferentes idades. As simulações são reproduzidas supondo a ocorrência da imposição da restrição na quantidade de filhos de até 5 a 15 anos de idade. Efeitos de mortalidade e composição familiar estão implícitos na simulação, uma vez que o controle é feito sobre o número de filhos residentes e não sobre os filhos biológicos. O valor da linha de pobreza utilizada é de R$ 80,97 *per capita,* em setembro de 1999, que define uma quantidade de pobres de cerca de 51 milhões de pessoas, isto é, 33% da população total.

Tabela 1. Quantidade e proporção de pobres após restrição do número de filhos – Brasil – 1999

em milhões de pessoas

Idade da Restrição	Número máximo de filhos no domicílio sob restrição									
	Nenhum	1 filho		2 filhos		3 filhos		4 filhos		
	Pobres	%	Pobres	%	Pobres	%	Pobres	%	Pobres	%
15 anos	30,1	27%	40,2	34%	47,4	36%	50,2	35%	50,9	34%
10 anos	38,1	30%	45,7	35%	49,8	35%	51,0	34%	51,1	34%
5 anos	44,9	32%	49,6	34%	51,0	34%	51,2	34%	51,2	33%

Fonte: IBGE – PNAD 1999, microdados para uma linha de pobreza de R$ 80,97, valores de setembro de 1999

Nota: número de pobres em milhões de pessoas. Estimativas para uma linha de pobreza de R$ 80,97, valores de setembro de 1999

Os níveis de pobreza no Brasil não podem ser associados apenas a um número elevado de filhos nas famílias. A Tabela 1 mostra que, caso nenhuma família brasileira tivesse mais que quatro filhos com até cinco anos de idade, a proporção de pobres se manteria a mesma, 33%. Se o controle fosse mais radical e não houvesse no Brasil um filho sequer de até cinco anos de idade, o número de pobres (e da população como um todo) diminuiria, mas sua proporção cairia apenas 1 ponto percentual.

Essas simulações, porém, refletem um controle bastante recente e limitado a uma pequena fração da população (9% do total). O que ocorreria caso a restrição fosse mais antiga, de tal modo que as famílias teriam controlado o número de filhos que hoje teriam até 15 anos de idade? O resultado é impressionante: se nenhuma família brasileira tivesse mais que dois filhos

com até 15 anos de idade, a quantidade de pobres diminuiria para 47,4 milhões de pessoas, mas a proporção de pobres aumentaria na população total para 36%, isto é, três pontos percentuais acima do observado. Isso ocorre porque a restrição do número de filhos diminui o volume da população total, afetando as proporções estimadas. Mesmo sob a hipótese de um controle rigorosíssimo, de impacto muito maior do que o observado em qualquer país do mundo, sob o qual nenhuma família do país tivesse filhos com até 15 anos de idade, a pobreza incidiria ainda sobre 27% da população, algo muito próximo do patamar observado atualmente.

Todas as evidências mostram que o controle da fecundidade teria, no Brasil, efeitos inexpressivos em termos de redução dos níveis de pobreza. Ainda que essas taxas alcançassem imediatamente os níveis da China insular, que se encontram entre os mais baixos do mundo, a proporção de pobres se manteria elevada no Brasil ainda por muito tempo, pois mesmo a pobreza que pode ser atribuída a grandes tamanhos de família não poderia ser revertida nos próximos anos apenas por modificações no regime demográfico, salvo as hipóteses absurdas de se aumentar a mortalidade ou promover a emigração em massa dos pobres.

Crescimento puro da economia e pobreza

Na impossibilidade do controle populacional, políticas de crescimento seriam uma alternativa para o combate à pobreza. Cogitadas há séculos (Ricardo, 1978:56, 107-20; Smith, 1988:66-74), essas políticas encontram respaldo na literatura recente sobre desenvolvimento, como mostram Preston (1996) e Bustelo (1998), e se baseiam na idéia de que uma economia, à medida que cresce, torna maior a disponibilidade de recursos da população e, mais cedo ou mais tarde esses recursos acabam por beneficiar os mais pobres.

O crescimento que aumenta o nível do produto da economia, sem, no entanto modificar sua distribuição, pode ser chamado de crescimento puro ou crescimento proporcionalmente distribuído, para diferenciá-lo do crescimento que, ao beneficiar de modo mais intenso alguns estratos da população, modifica o nível de desigualdade. Ao longo da história brasileira recente o crescimento diversas vezes foi acompanhado de

concentração da renda, mas também é possível uma situação de crescimento com distribuição. Esse último tipo de crescimento é também uma forma de redução da desigualdade e, por esse motivo, será tratado na seção seguinte.

Supondo-se que o resultado do crescimento é razoavelmente distribuído pela população, é de se esperar que o crescimento alivie a pobreza à medida que o volume de recursos disponíveis para a população aumenta. Todavia, seriam necessárias taxas de crescimento puro muito altas para que a pobreza fosse erradicada no Brasil, ainda que este crescimento fosse proporcionalmente distribuído na população. A Tabela 4 mostra como o crescimento sozinho, mesmo quando bem distribuído, é insuficiente para reduzir expressivamente a pobreza nas próximas décadas. Nela é projetado, ao longo de 20 anos, o efeito que o crescimento puro da economia teria sobre a proporção de pobres no país, estimada a partir de uma linha de pobreza de R$ 80,97, mas vale notar que as conclusões a seguir seriam semelhantes com linhas de valores um pouco acima ou abaixo desse patamar, devido ao formato da distribuição da renda no país.

Se o Brasil reproduzisse o comportamento das taxas de crescimento observado nas duas últimas décadas (1982 a 2002) e distribuísse o aumento proporcional do produto de maneira igual pela população, depois de 20 anos a proporção de pobres na população seria ainda de 20% do total. Mesmo que o país fosse capaz de manter, por duas décadas, taxas estáveis de crescimento de 4% ao ano, isto é, crescer a mais do que o dobro da velocidade das últimas décadas e duplicando o PIB atual, a pobreza incidiria ainda sobre 12% da população. Apenas no caso do crescimento a taxas estáveis de 6% ao ano, o que corresponderia a repetir duas vezes consecutivas o "milagre econômico" da década de 1970, sem, porém piorar a distribuição da renda, é que o crescimento seria capaz de levar a incidência da pobreza para abaixo do patamar dos 10% da população. O termo "milagre", neste caso, dá uma dimensão adequada de quão difícil seria crescer novamente nesse ritmo.

Tabela 4. Projeção do efeito de crescimento igualmente distribuído sobre proporção de pobres na população no Brasil

	Crescimento anual			
Anos	**Padrão 1982-2002**	**2%**	**4%**	**6%**
0	**33%**	**33%**	**33%**	**33%**
5	**26%**	**30%**	**26%**	**23%**
10	**26%**	**26%**	**21%**	**16%**
15	**22%**	**23%**	**16%**	**11%**
20	**20%**	**21%**	**12%**	**7%**
Crescimento em 20 anos	**51%**	**49%**	**119%**	**221%**

Fonte: Rendimentos – IBGE PNAD 1997 a 1999, microdados; Crescimento do PIB – IPEA Ipeadata

Nota: Projeção a partir da proporção de pobres observada em 1997-1999 para uma linha de pobreza de R$ 80,97, valores de set/99. "Padrão 1982-2002" corresponde à reprodução das taxas de crescimento do PIB Brasileiro no período. "Crescimento em 20 anos" corresponde ao crescimento total do PIB real acumulado em um período de 20 anos.

Diante da dificuldade de se reduzir expressivamente a pobreza por alterações no volume de população ou o total de recursos disponíveis, a principal alternativa restante é modificar a distribuição dos recursos existentes entre a população. Como o Brasil não é um país com escassez generalizada de recursos, a redução das desigualdades sociais seria o principal caminho para melhorar as condições de vida da população mais pobre do país nas próximas décadas.

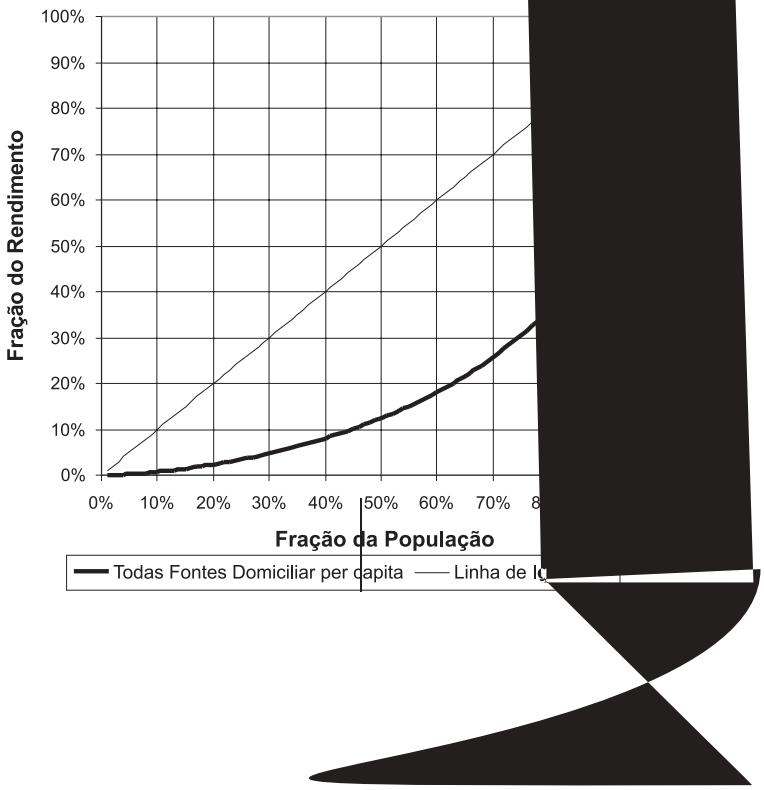
A via igualitarista para o combate à pobreza já havia sido destacada no início da década de 1980 por Furtado: "(...) o Brasil não é a rigor um país pobre, vale dizer, impossibilitado de solucionar esse tipo de problema pelos seus próprios meios (...) para eliminar o problema da miséria no Brasil, bastaria reduzir a participação da renda nacional dos dez por cento mais ricos da população a um nível similar ao que se observa em certos países que têm uma renda *per capita* comparável à nossa (...)" (1981:61). Mais do que identificar que o país dispõe dos recursos necessários para erradicar completamente a pobreza por meio da redução das desigualdades, Furtado propõe uma regra distributiva que consiste em realizar transferências dos grupos mais ricos aos mais pobres.

Mais recentemente, Barros & Mendonça ressaltam a importância da redução na desigualdade para o combate à pobreza no Brasil. Simulando modificações no nível e na forma da distribuição de renda do Brasil em 1993, mostram que "(...) por ser um dos países do mundo com mais alto grau de desigualdade, o Brasil está entre aqueles onde o crescimento econômico é menos necessário para reduções na pobreza. Dado o elevado grau de desigualdade é possível reduzir expressivamente a pobreza sem crescimento econômico simplesmente fazendo com que o grau de desigualdade no Brasil seja próximo do observado para um país latino-americano típico." (1997:14). Uma redução do grau de desigualdade no Brasil a níveis similares aos observados, por exemplo, na Costa Rica, que é um país bastante desigual, corresponderia a uma década de crescimento contínuo na renda per capita a uma taxa de 5% ao ano.

IGUALDADE E POBREZA

Se a desigualdade é uma questão fundamental na sociedade brasileira, cabe analisá-la com um pouco mais de minúcia. Um dos modos mais simples de se fazer isso é estudar como se distribuem os rendimentos na população do país. A distribuição de rendimentos não esgota as dimensões em que as desigualdades sociais se manifestam, mas é uma boa forma de abordá-las.

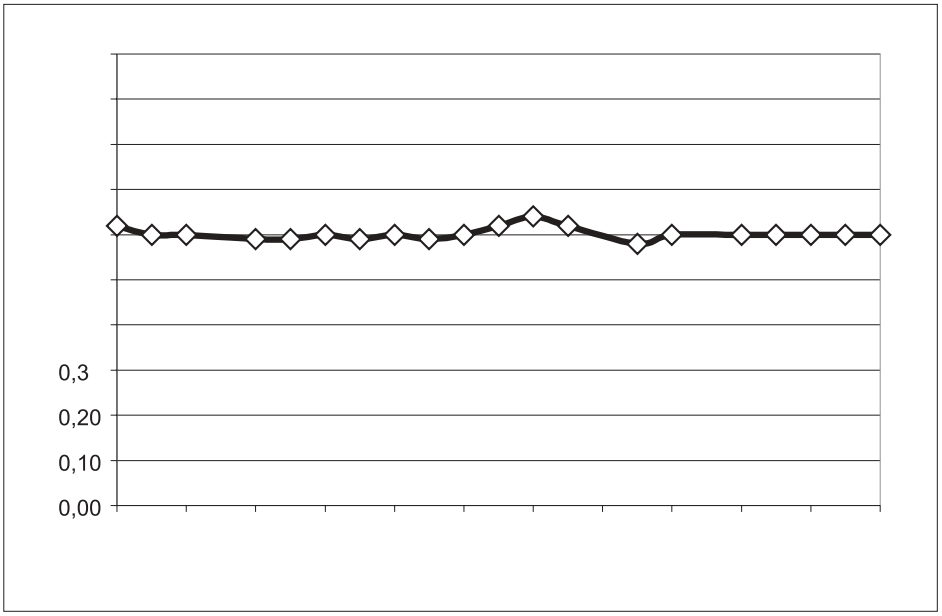
No Gráfico 1, a Curva de Lorenz da distribuição dos rendimentos familiares *per capita* no Brasil, marcada por um traço espesso, relaciona, no eixo vertical, o percentual do total dos rendimentos familiares per capita recebidos e, no eixo horizontal, os diferentes centésimos da população brasileira ordenada segundo o valor de sua renda familiar per capita. A linha reta de traço fino é conhecida como Linha de Perfeita Igualdade e representa, obviamente, como seria a distribuição caso não existissem desigualdades. Quanto maior a área ("arco") da figura formada pela curva de Lorenz observada e a Linha de Perfeita Igualdade, pior a distribuição da renda.



 metade a que renda

coeficiente de Gini, ao longo do tempo. Existem várias medidas que servem de indicador da desigualdade interpessoal relativa na distribuição de renda, mas o coeficiente de Gini é, provavelmente, a mais comumente empregada. De interpretação relativamente intuitiva, o coeficiente de Gini varia entre zero, que indica ausência de desigualdade e um, representando a desigualdade máxima.

Gráfico 2. Evolução temporal dos indicadores de desigualdade de renda: coeficiente de Gini das rendas domiciliares *per capita* – Brasil 1977-1999

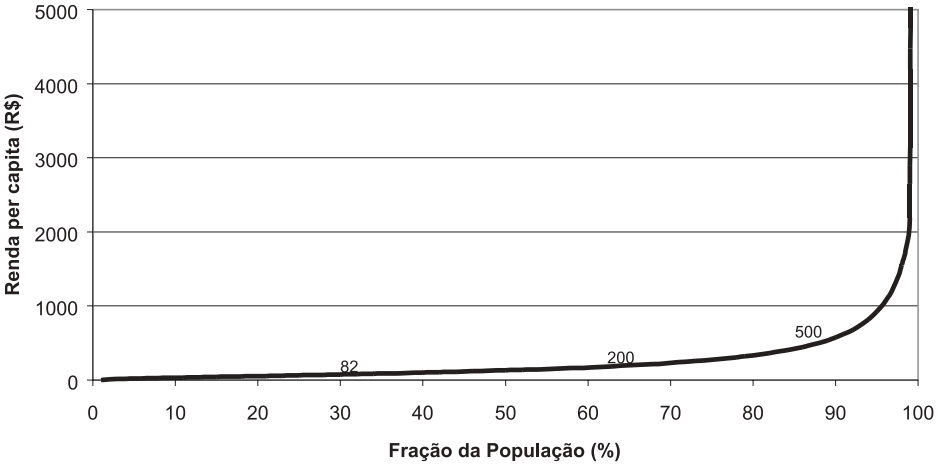


Se essa estabilidade da desigualdade fosse rompida para beneficiar os mais pobres, quais seriam os estratos da sociedade que poderiam ter seus interesses afetados? A resposta a uma pergunta como esta depende do nível e da forma da distribuição da renda na sociedade. A curva de Lorenz apresentada anteriormente é um instrumento útil para representar a forma da distribuição das rendas, mas não traz informações sobre os níveis absolutos dessas rendas, não permitindo, portanto, a identificação imediata dos estratos na distribuição. Uma representação gráfica que, por fornecer informações sobre os valores distribuídos, pode ser usada para esse fim é a Parada de Pen, apresentada no Gráfico 3.

A Parada de Pen foi originalmente uma metáfora desenvolvida para representar a distribuição da renda no Reino Unido. A imagem sugerida por Pen é de uma parada ou desfile no qual as pessoas marcham com altura proporcional a suas rendas. Conforme a distribuição de renda da população analisada, nos primeiros minutos de parada desfilam anões minúsculos, próximo ao término da parada começam a desfilar as primeiras pessoas de altura normal e, no último minuto, marcham gigantes de altura muito superior à normal. A parada de Pen apresentada no Gráfico 3 marca, no eixo horizontal, as frações da população ordenadas segundo o valor de sua renda per capita e, no eixo vertical, o valor dessa renda em reais de setembro de 1999. Os maiores rendimentos são bastante elevados, o que dificulta a composição da figura. Por esta razão, o limite do eixo vertical exibido ("altura dos gigantes") foi estabelecido em R$ 5 mil. Isso, por um lado, oculta justamente as rendas dos mais ricos, mas, por outro, permite uma visualização mais apropriada da distribuição como um todo.

É possível observar no Gráfico 3 que o terço mais pobre da população brasileira recebe rendas abaixo de R$ 82 *per capita*, em valores de setembro de 1999. Dois terços da população tem renda per capita inferior a cerca de R$ 200, o que mostra que, em valores absolutos, não existem diferenças pronunciadas nos rendimentos da maior parte da população brasileira. Apenas 12% da população possui renda per capita superior a R$ 500 e menos de 5% têm renda superior a R$ 1.000.

Gráfico 3. Renda familiar *per capita* dos centis da população – Brasil – 1997-1999

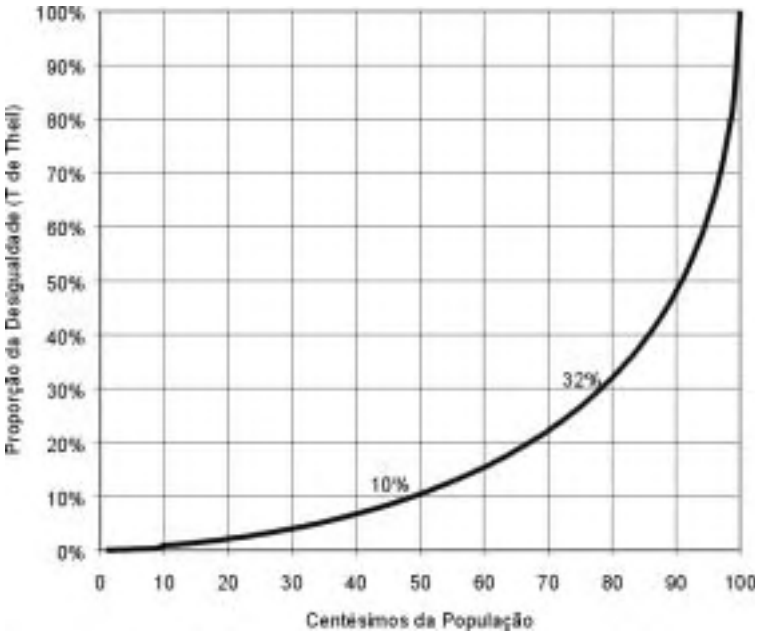


Fonte: IBGE – PNAD 1997 a 1999, microdados.
Nota: eixo dos rendimentos interrompido em a R$ 5000, em valores de setembro de 1999.

O formato da Parada de Pen brasileira, achatada na maior parte da distribuição e fortemente inclinada entre os mais ricos, indica que os elevados níveis de desigualdade no país são, quase que totalmente, determinados pela existência de estratos mais ricos em uma população predominantemente de baixa renda. Nos termos da metáfora de Pen, a sociedade brasileira é caracterizada por um pequeno grupo de gigantes de altura descomunal marchando ao fim de uma longa parada de nanicos. A afirmação de que a sociedade brasileira é extremamente desigual deve, portanto, ser mais bem qualificada. O que realmente ocorre é que a população brasileira é segmentada entre uma grande massa relativamente homogênea em torno da pobreza e uma pequena, porém muito rica, elite.

Uma redução expressiva na desigualdade no Brasil afetaria, muito provavelmente, a população mais rica. O Gráfico 4 ilustra isto ao apresentar a participação de estratos da população na desigualdade de renda, mensurada pelo índice de redundância de Theil (T), uma medida que, embora tenha interpretação bem menos intuitiva que o coeficiente de Gini, possui propriedades matemáticas que o tornam estritamente decomponível segundo subpopulações e, portanto, adequado para a construção da curva apresentada no gráfico. Nele é possível observar quanto da desigualdade de rendimentos (eixo vertical) pode ser atribuído a cada fração da população (eixo horizontal).

Gráfico 4. Participação dos estratos de população na desigualdade de rendimentos – Brasil – 1997-9



Fonte: IBGE-PNAD 1997-9, microdados

Os diferenciais de rendimentos na parte mais pobre da população respondem por uma fração mínima da desigualdade entre os estratos (centésimos da população). Apenas 10% da desigualdade está localizada entre os 50% mais pobres. Se fosse contabilizada apenas a desigualdade entre a massa dos 80% mais pobres do país, os indicadores brasileiros seriam relativamente baixos se comparados a qualquer outro país do mundo.

A maior contribuição para os níveis elevados de desigualdade de rendimentos no país é dada pelos estratos de renda mais alta. Pelo menos metade da desigualdade observada no Brasil está concentrada nos 10% mais ricos da população. O perfil da concentração de rendas é tão acentuado que praticamente um quarto de toda a desigualdade entre estratos é determinado por apenas 3% da população mais rica, como mostra o Gráfico 4. Note-se que a desigualdade medida refere-se apenas às diferenças entre centésimos da população, não considerando, portanto, a desigualdade dos indivíduos dentro de cada centésimo. Se esta desigualdade fosse também considerada, os resultados seriam ainda mais radicais.

A forma da curva de participação dos estratos na desigualdade total apresentada no Gráfico 4 permite concluir que uma redução expressiva dos níveis de desigualdade pode ser obtida realizando transferências apenas das elites mais ricas para a massa de baixa renda da população. Muito menos desigualdade implica, também, muito menos pobreza. Porém, dimensionar adequadamente o potencial de um mecanismo redistributivo que realize transferências dos ricos aos pobres depende de um bom conhecimento das características dos dois grupos. Já existem excelentes estudos sobre os pobres no Brasil. Os resultados apresentados indicam que é muito importante saber mais sobre os ricos.

CONCLUSÕES

As evidências discutidas neste artigo mostram que o Brasil é marcado por fortes desigualdades. A sociedade brasileira é segmentada em uma grande massa homogênea de população de baixa renda e uma pequena elite rica. Não só os níveis de desigualdade, mas também os de pobreza são elevados no Brasil. Reduções na pobreza podem ser alcançadas por meio de estratégias de diminuição no volume da população pobre, de crescimento da quantidade de recursos disponíveis ou de melhor distribuição dos recursos na população. Essas estratégias geralmente conduzem a propostas de políticas de controle da fecundidade, crescimento da economia ou promoção da igualdade. No caso brasileiro, a erradicação da pobreza por meio do controle da fecundidade ou do crescimento puro da economia é praticamente inviável nas próximas décadas.

Há controvérsias quanto aos impactos benéficos do controle de fecundidade no longo prazo e é altamente questionável se o ônus de redução das taxas de fecundidade brasileiras seria compensado por diminuições nos níveis de pobreza. Essas taxas já se encontram em patamares baixos e, mesmo na hipótese exagerada de que seja possível diminuí-las ainda mais no curto prazo, levará décadas até que uma política desse tipo demonstre efeitos substantivos sobre a pobreza.

A alternativa do crescimento é talvez a mais tentadora entre as estratégias possíveis para a erradicação da pobreza. Entre outros motivos, essa estratégia é atraente porque pode representar uma situação de mudança em que ninguém perde e ao menos alguns ganham. No entanto, se o crescimento não for

acompanhado de redistribuição, serão necessárias décadas de taxas altas de crescimento para reduzir expressivamente a pobreza. Sozinha, a estratégia do crescimento seria insuficiente para fundamentar uma política séria de erradicação da pobreza em um prazo razoável de tempo.

As estratégias de redução da desigualdade são a principal, senão a única, alternativa viável de melhoria nas condições de vida da população mais pobre nas próximas décadas. O Brasil encontra-se entre os países com os maiores níveis de desigualdade de renda do mundo e esses níveis têm se mostrado muito estáveis ao longo do tempo. Algo em torno de metade dessa elevada desigualdade deve-se às diferenças existentes entre o pequeno grupo formado pelo décimo mais rico da população e as pessoas restantes. Dentro desse grupo as desigualdades também são altas, de modo que cerca de um quarto da desigualdade brasileira total é determinado pelos 3% mais ricos da população.

Referências

BARROS, Ricardo P.; HENRIQUES, Ricardo; MENDONÇA, Rosane. A estabilidade inaceitável: desigualdade e pobreza no Brasil. In: HENRIQUES, R. (Org.). *Desigualdade e Pobreza no Brasil.* Rio de Janeiro: IPEA, 2000.

_____; CAMARGO, José Márcio. As causas da pobreza no Brasil. In: VELLOSO, João Paulo R.; Albuquerque, Roberto C. (Org.). *Modernidade e pobreza* – Fórum Nacional: a construção da modernidade econômico-social. São Paulo: Nobel, 1994.

BOSERUP, Ester. Agricultural growth and population change, 1997. In: BOSERUP, Ester. *Economic and demographic relationships in development.* London: John Hopkins University Press, 1990.

BUSTELO, Pablo. *Teorías contemporáneas del desarollo económico.* Madrid: Editorial Síntesis, 1998.

FUREDI, Frank. *Population and development.* New York: St. MartIn Press, 1997.

FURTADO, Celso. *O Brasil pós-"milagre".* 3 ed. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 1981.

HAUB, Carl. *Cuadro de la población mundial.* Washington: Population Reference Bureau, 2002.

Lorenz, M. O. Methods of measuring the concentration of wealth. In: Subramanian, S. (Ed.). *Measurement of inequality and poverty*. Delhi: Oxford University Press. 2001. Original em Journal of the American Statistical Association, new series, v. 70, p. 209-219, 1905.

MARTINUSSEN, John. *Society, state and market:* a guide to competing theories of development. Lodon: Zed Books, 1997.

MEDEIROS, Marcelo. Educação, mercado de trabalho e renda: políticas sociais. *Cadernos Flem,* v. 2, p. 33-45, 2002.

_____. *Os ricos e a formulação de políticas de combate à desigualdade e à pobreza no Brasil*. Brasília: Ipea, 2003. (Texto para Discussão Ipea, 984).

PARETO, Vilfredo. *Trattato di sociologia generale*. Milano: Edizioni di Comunitá, 1964.

PRESTON, Peter W. *Development theory:* an introduction. Oxford: Blackwell Publishers, 1996.

REIS, Elisa P.; CHEIBUB, Zairo B. Valores políticos das elites e consolidação democrática. *Dados – Revista de Ciências Sociais,* v. 38, n. 1, p. 31-56, 1995.

RICARDO, David. *Princípios de economia política e tributação*. [3a. ed., 1821]. Lisboa: Calouste Goulbenkian, 1978.

SMITH, Adam. *A riqueza das nações:* investigação sobre sua natureza e suas causas. São Paulo: Nova Cultural, 1998. v. 1.

Desenvolvimento tecnológico e possibilidades de inclusão social pelo trabalho no Brasil

Marcio Pochmann[*]

O debate em torno do desenvolvimento tecnológico e as possibilidades de inclusão via o emprego do trabalho alcança mais de dois séculos de duração. Ainda que prevaleça, na maior parte das vezes, a visão de que a inovação tecnológica tem sido desfavorável ao avanço do nível ocupacional, não se pode deixar de reconhecer que essa questão está associada – acima de tudo – à possibilidade real da realização da inovação e de sua incorporação no interior do setor produtivo, bem como da divisão eqüitativa dos ganhos de produtividade obtidos.

No Brasil, nota-se, historicamente, que a capacidade de inovação e de sua difusão tem sido contida no tempo. A medida em que vai sendo apresentada brevemente a evolução das ondas de inovação tecnológica no mundo, tem-se presente o quanto o Brasil ficou de fora das oportunidades de avançar a inclusão social pelo trabalho decente. Na primeira onda de inovação, o Brasil ainda lidava com a condição de colônia de Portugal, completamente à margem da internalização dos avanços tecnológicos com ampla inclusão pelo trabalho.

Mesmo na segunda onda de inovação tecnológica, o Brasil já independente de Portugal ainda estava se desprendendo do regime do Império e da condição de escravidão. Somente depois de meio século que o Brasil veio a internalizar a produção de automóveis, quando o homem preparava-se para ir à lua.

[*] Marcio Pochmann é professor do Instituto de Economia e pesquisador do Centro de Estudos Sindicais e de Economia do Trabalho da Universidade Estadual de Campinas.

Desde o final do século XX, quando se espalha uma terceira onda tecnológica pelo mundo, o Brasil passou a deter condições inimagináveis para romper com o passado arcaico e ingressar numa nova fase tecnologicamente avançada. Embora essa possibilidade ainda exista para que a inclusão social pelo trabalho seja completada no Brasil, há muito ainda que ser feito.

Por conta disso, trata-se de reconhecer os erros cometidos mais presentemente, com o objetivo de reorientar o caminho da inclusão social. Sem essa compreensão, o país poderá continuar descolando cada vez mais a visão de país portador do futuro da realidade nacional precisamente assentada no atraso de uma enorme e complexa exclusão social[1].

1. Ondas de inovação tecnológica e divisão internacional do trabalho[2]

A constante mudança no processo produtivo constitui uma das principais características do desenvolvimento capitalista associado à presença de verdadeiras ondas de inovação tecnológica. Em síntese, o avanço da fronteira tecnológica transforma-se recorrentemente na forma de potencializar o processo de acumulação de capital e de eliminação da concorrência intercapitalista.

Mas há determinados momentos históricos que resultam de uma grande concentração de modificações tecnológicas (*clusters*), com capacidade de alterar radicalmente, não apenas o processo produtivo, mas também a conformação de toda uma sociedade. Além de modificar a base técnica responsável pela dinâmica do ciclo de acumulação de capital, constata-se também que a rápida difusão de uma nova onda de inovação termina por contaminar os mais distintos processos de produção e de trabalho, a partir da explosão dos lucros, dos ganhos de produtividade e da queda dos preços, especialmente nos segmentos modernos e mais dinâmicos.

---

[1] Para maiores detalhes, ver: BARBOSA, A. et al*ii*. (2005) *Atlas da exclusão social no Brasil – Agenda não liberal da inclusão social* – vol 5. São Paulo: Cortez.

[2] Essa parte foi realizada com base em: POCHMANN, M. (2001) *A década dos mitos*. São Paulo: Contexto.

Em relação aos três últimos séculos, podem ser identificados, pelo menos, três grandes ondas de profundas inovações, mais conhecidas por revolução tecnológica. A primeira transcorreu entre 1760 e 1830, enquanto a segunda se deu entre 1870 e 1910. E, desde o último quartel do século XX, assiste-se à manifestação da Terceira Revolução Tecnológica. Todas elas se transformaram em marcas constitutivas da profunda modificação nas bases técnica e material do capitalismo contemporâneo, capaz de assegurar novos ciclos de acumulação de capital.

Por conseqüência, a geografia da repartição do trabalho pelo mundo passou a ser constantemente alterada, com importantes reflexos nas possibilidades de inclusão social. Não obstante a sua subordinação à expansão das atividades produtivas, a capacidade de absorver uma maior ou menor quantidade de trabalhadores, não depende exclusivamente do grau de expansão de cada país, mas também do padrão de desenvolvimento econômico nacional.

Da mesma forma, a qualidade dos postos de trabalho existentes associou-se tanto ao desenvolvimento tecnológico e organização do trabalho como às condicionalidades impostas pela regulação no mercado nacional de trabalho. A partir disso, o conceito de Divisão Internacional do Trabalho assume relevância como expressão do grau de assimetria geográfica no uso e rendimento da mão-de-obra em distintas ondas de inovação tecnológica.

Em síntese, a Divisão Internacional do Trabalho tende a expressar diferentes fases da evolução histórica do capitalismo, inicialmente como relação dicotômica entre bens manufaturados e produtos primários, para, posteriormente, uma relação entre produtos industriais de maior e de menor valor agregado e alto e baixo coeficientes tecnológicos e, mais recentemente ainda, uma relação entre serviços de produção e valorização da riqueza e a produção de bens e serviços manufaturados.

Primeira onda de inovação

O processo de industrialização original teve como núcleo dinâmico o desenvolvimento de atividades econômicas que não estiveram voltadas fundamentalmente para a produção de alimentos, mas que permitiram à Inglaterra o exercício da hegemonia no cenário internacional até o início do século XX. Em grande medida, isso foi possibilitado pela primeira

onda de inovação tecnológica que aconteceu concentrada fundamentalmente naquele país.

Desde a segunda metade do século XVIII, com o surgimento de novos materiais, como o carvão mineral substituindo o carvão à lenha, de novos produtos, como o ferro derretido com coque, a energia a vapor e, ainda, a mecanização das indústrias têxteis e de vestuários houve saltos quantitativo e qualitativo na capacidade de produção, especialmente no país sede das inovações, a Inglaterra. Com a expansão da produção têxtil ocorreu, em contrapartida, a difusão do emprego industrial, que passou de 100 mil trabalhadores, em 1770, para 350 mil empregados, em 1800, assim como o aumento da produção de 4 milhões de libras de algodão, em 1770, para 300 milhões, em 1833.

Para uma elevação média anual de 7,1% na produção têxtil inglesa, ocorrida nas três últimas décadas do século XVIII, o nível de emprego industrial aumentou a uma taxa média anual menor (4,3%). Em parte, pode ser explicada pelo avanço da mecanização, que destruiu postos de trabalhos associados ao padrão de produção pretérito (indústria artesanal). Em 1830, por exemplo, eram 85 mil teares com energia a vapor em uso na Inglaterra, enquanto em 1813, o país contava com apenas 2,4 mil teares.

O combate à introdução e generalização do uso do tear mecânico nas indústrias têxteis da Inglaterra foi encadeado por Ned Ludd, com base na avaliação negativa que parte dos dirigentes trabalhistas da época tinham sobre a tecnologia e a evolução dos empregos. Em 1813, o movimento foi derrotado em York, por meio de forte repressão policial, execuções e prisões.

Paralelamente à elevação da produção têxtil, aconteceu também a redução dos preços dos tecidos. Mas isso não possibilitou a generalização da produção de tecidos pelo mundo, somente o seu consumo, uma vez que a Inglaterra sozinha respondia por 60% da produção de algodão consumida internacionalmente, seguida da França (17%) e dos Estados Unidos (7%). Juntos, esses três países concentravam 84% da produção mundial de tecidos.

Mas o domínio da tecnologia industrial pela Inglaterra, que a tornava a oficina do mundo, vinculou-se, sobretudo, ao predomínio da energia a vapor de alta pressão, a partir da difusão do motor a vapor. Nesse sentido,

os transportes terrestres e aquáticos ganharam uma dimensão até então desconhecida, com a generalização do trem (ferrovia) e do barco a vapor.

Por intermédio de James Watt, que em 1769 patenteou uma máquina de condensação térmica, foi possível a produção de energia a partir do acionamento de bombas d'água. Inicialmente, o seu uso passou a ser praticamente universal, englobando da indústria têxtil ao transporte de pessoas e produtos, como no caso da ferrovia e de barcos a vapor.

Diante do concentrado e elevado avanço tecnológico, especialmente pela mecanização e pelo transporte a vapor, a produção ganhou importante impulso. Ao mesmo tempo, a divisão do trabalho sofreu pronunciada transformação, com efeitos significativos tanto na estrutura ocupacional quanto no conteúdo dos novos e velhos postos de trabalho[3].

A substituição dos métodos de trabalhos artesanais pela mecanização na grande empresa, que resultou na elevação da produtividade do trabalho, foi fruto, em parte, da racionalidade patronal da redução dos custos e da maximização de lucros. A subordinação do trabalhador ao ritmo da máquina, não apenas o tornou um apêndice do equipamento, como também degradou o conhecimento necessário ao processo produtivo, ampliando ainda mais a intensificação do trabalho.

Dessa forma, a simplificação das tarefas tornou-se, cada vez mais, possível, por meio do processo de mecanização e de implementação de uma nova divisão do trabalho, responsável pela ocupação de mão-de-obra menos qualificada. Com a Primeira Revolução Tecnológica – responsável pela ampla modernização produtiva –, o trabalho teve inserção mais subordinada ao ritmo de expansão das atividades econômicas.

Ademais, durante a primeira Divisão Internacional do Trabalho observou-se a crescente dicotomia entre a produção manufaturada derivada da industrialização original e retardatária e dos produtos primários da maior parte das economias agrário-exportadoras. Enquanto o setor agrícola era o grande empregador, o setor urbano, especialmente em função da indústria, passou a ser destacado o emprego de parcela crescente da mão-de-obra.

[3] Mais detalhes sobre as transformações tecnológicas ver: Landes, 1994; Devine Jr, 1983.

Segunda onda de inovação

Uma radical substancial modificação na divisão do trabalho ocorreu entre 1870 e 1910, com a difusão da Segunda Revolução Tecnológica. Também na forma de uma verdadeira onda de inovação, com a descoberta de novos materiais, como o aço e petróleo, da energia elétrica, do motor a combustão, do telégrafo, do telefone, entre outros, o capitalismo conseguiu garantir um novo ciclo de acumulação sem precedente.

O uso do aço veio a revolucionar todo o material de engenharia existente até então. Mas isso somente se tornou possível com o uso do processo bessemer (Henry Bessemer) para produção de aço, constituindo a base para a difusão de um novo material na construção. Nos Estados Unidos, por exemplo, a produção máxima de 2 mil toneladas de aço ao custo de 170 dólares a tonelada (contra 83 dólares a tonelada de ferro) foi alcançada no ano de 1867. Vinte e um anos depois, em 1898, a produção norte-americana de aço foi de 10 milhões de toneladas, com o preço de 15 dólares por tonelada.

Em relação à energia elétrica, o processo de descobrimento também transcorreu estimulado por várias contribuições de cientistas e pesquisadores de nações desenvolvidas, bem ao contrário do que havia se dado durante a Primeira Revolução Tecnológica, que se concentrou fundamentalmente na Inglaterra. Em 1840, surgiu o telégrafo elétrico, embora o uso comercial da energia elétrica tenha ocorrido mais no final do século XIX, quando foram criadas grandes empresas industriais geradoras de energia elétrica nos Estados Unidos e Alemanha, a partir de cientistas e pesquisadores como Thomas Edison, Alexandre Bell, George Westinghouse, Samuel Morse, Werner Siemens, entre outros.

Tomando-se o caso dos Estados Unidos como referência, apenas para ilustrar o rápido e generalizado avanço no uso da energia elétrica, observa-se que em 1899 havia em operação quase 17 mil motores elétricos industriais, equivalendo a 500 mil cavalos de força. Dez anos depois, os Estados Unidos passaram a ter quase 4 milhões de motores elétricos industriais, com aproximadamente 5 milhões de cavalos de força.

Da mesma forma, a expansão no uso da energia elétrica e do telefone (descoberto em 1876) transcorreu rapidamente, colaborando para a generalização da iluminação e da telefonia inicialmente nos locais de trabalho

e, posteriormente, nas cidades e nas moradias. Em 1910, por exemplo, as principais cidades européias e norte-americanas contavam com eletricidade, assim como em 1929, os motores elétricos haviam substituídos praticamente os motores a vapor d'água.

Uma outra inovação de fundamental importância nas transformações gerais tanto na sociedade quanto na economia capitalista foi a difusão no uso do motor a combustão interna. Durante o último quartel do século XIX, o esforço de cientistas e pesquisadores alemães, franceses e ingleses terminou por redundar no descobrimento e aperfeiçoamento do motor a combustão, inicialmente a gás para depois evoluir para o petróleo como combustível, o que permitiu inaugurar uma nova fase nos transportes terrestre (automóvel, caminhão, trator e motocicleta), aquático (navios, barcos e lanchas) e aéreo (avião e helicóptero).

A partir de 1890, com a participação de Rudolph Diesel, surgiu uma outra possibilidade mais eficiente de utilização de energia alternativa ao gás, por meio da produção de motores compactos e com alta potência, no caso de motores a diesel. Assim, a exploração de petróleo ganhou importância inegável entre as nações. Por possuírem reservas de petróleo, países sem grande relevância econômica, obtiveram maior presença no cenário mundial, como no caso do Oriente Médio, que, em 1908, teve a exploração de petróleo iniciada no Iraque e Kuait.

Com isso, as empresas que a pouco tinham começado a funcionar no ramo de construção de veículos (transporte de pessoas e cargas, passeios, entre outros) se transformaram nos grandes oligopólios de montadoras com dimensão mundial, conforme experiência de engenheiros que empresariaram atividades industriais como Gottlieb Daimler, Karl Benz, Henry Ford, entre outros. A característica norte-americana de produção em massa de automóveis ganhou o mundo, bem como impôs modificações no trabalho nas grandes empresas, por meio da organização científica do trabalho desenvolvida, entre outros, por Taylor e Fayol.

Os Estados Unidos que, em 1900, tinham produzido 4,3 mil carruagens sem cavalo, ao preço médio de um mil dólares a unidade, produziram, onze anos depois, quase 35 mil automóveis pela Ford Motor Company, ao preço médio de 780 dólares cada carro. Em 1921, a produção

de automóveis Ford chegou a 1,2 milhão de veículos, ao preço médio de 380 dólares cada.

A despeito dos movimentos de concentração e centralização das empresas e de reorganização do trabalho, com a instalação generalizada das linhas de produção fordistas, o volume de empregados entre 1910 e 1920 passou de 37 mil para 206 mil trabalhadores na indústria automobilística nos Estados Unidos. Ao mesmo tempo, a simplificação de tarefas e o esvaziamento do conteúdo do trabalho imprimiram alterações substanciais na organização do trabalho, na diferenciação das ocupações e na desqualificação da mão-de-obra, abrindo a possibilidade para o emprego de trabalhadores menos qualificados.

Frente à crescente concentração de trabalhadores nas grandes empresas, vingou a experiência de grandes sindicatos, que operavam favoravelmente à geração de um mercado de trabalho mais homogêneo. Assim, trabalhadores com distintos níveis de formação profissional passaram a receber remuneração menos diferenciada.

Sucessivamente ao longo do século XX, ocorreu a extensão da industrialização dos países mais desenvolvidos para regiões agrárias do mundo. Assim, vários países em distintos continentes, como Argentina, Brasil, Chile e México, África do Sul, Coréia do Sul, Índia, China, entre outros, puderam internalizar o padrão de produção industrial, com significativos impactos no nível de absorção de mão-de-obra e na capacidade de ampliação do grau de inclusão social.

Em função disso, a nova Divisão Internacional do Trabalho se distinguiu pela ampliação da dicotomia entre trabalho industrial e agrícola, para a diferenciação entre o trabalho industrial de alto coeficiente técnico e valor agregado e o trabalho industrial de baixo coeficiente tecnológico e reduzido valor agregado. Nesse sentido, observou-se que mesmo nos países que conseguiram avançar na produção industrial não houve, necessariamente, o registro homogêneo e generalizado de inclusão social massivo, conforme observado nas economias desenvolvidas.

Terceira onda de inovação

Desde o último quartel do século XX, percebe-se cada vez mais uma nova etapa de aprofundamento nas descobertas técnicas e científicas, com

impacto significativo no desempenho do capitalismo mundial. A notável generalização das inovações nos campos da informática, telemática, dos novos materiais e da biotecnologia impulsiona a transformação do padrão de organização da produção e do trabalho nas mais diversas atividades econômicas.

A cerâmica, a fibra ótica, entre outros novos materiais, contribuem para a renovação das bases técnica e material do capitalismo, assim como a microeletrônica, a informática, a automação e as telecomunicações criam oportunidades de rompimento com as situações tradicionais de produção, de trabalho e do modo de vida pretéritos. Diante das novas possibilidades constituídas e de suas perspectivas, grande parte dos autores têm tratado do conceito de Terceira Revolução Tecnológica, na forma de distintos entendimentos, como: revolução da informática, sociedade informática e/ou da informação, a sociedade do tempo livre e/ou a sociedade do conhecimento, a sociedade pós-industrial, a economia em rede, nova economia.

A extensão da participação crescente do complexo microeletrônico num ambiente de aprofundamento da competição internacional desregulada e de adoção de estratégias empresariais padronizadas contribui para a caracterização de um novo paradigma técnico-produtivo. Ao mesmo tempo, o avanço da computação reformula as bases das informações e comunicações.

Em grande medida, registra-se a presença de uma verdadeira convergência nos meios de comunicação, capaz de alterar profundamente os modos de produção, de trabalho e de vida. Com o aparecimento e desenvolvimento do computador e a sua mais recente associação junto aos meios de comunicação já existentes, como a televisão e o telefone, confirma a passagem para um estágio superior na produção de informações e comunicações.

O aparelho telefônico tem passado por um aprimoramento tecnológico sofisticado. Basta lembrar que o telefone, embora tenha sido descoberto em 1876, foi usado somente na segunda metade do século XX, como comunicação intercontinental, a partir da instalação de cabos telefônicos submarinos. Em 1956, o primeiro cabo telefônico possibilitava tão-somente 89 ligações simultâneas.

A partir da revolução tecnológica e dos novos materiais, o telefone ganhou um maior impulso. Em 1988, por exemplo, com a instalação do primeiro cabo telefônico de fibra ótica intercontinental, a capacidade de transmissão passou a ser de 40 mil ligações simultâneas. Mais atualmente, com o avanço da telefonia móvel e por satélite, a comunicação por telefone ganhou mais importância.

O mesmo também pode ser observado em relação à televisão. A primeira transmissão televisiva data de 1926. Mas a primeira transmissão por satélite de comunicação privada somente ocorreu em 1962. Já a transmissão por satélite comercial internacional, com a transmissão de imagens ao vivo para todo o mundo, bem como a propagação de canais a cabo de televisão se deu em 1988.

Não obstante o avanço tecnológico, o mundo permanece profundamente desigual quanto ao acesso e ao uso das tecnologias tradicionais de comunicação. Enquanto a cada duas pessoas uma tem televisor e telefone nas economias avançadas, nos países pobres, a relação é de a cada dez pessoas, apenas uma possui televisor e/ou telefone. O Brasil também registra baixo grau de difusão no padrão de consumo das tecnologias de informação.

Por fim, em relação ao computador, que ao final do século XX constitui uma tecnologia mais recente de comunicação, nota-se que desde a década de 1960, as modificações no computador têm sido amplas. Em 1967, um computador moderno da IBM, com o custo de quase 168 mil dólares, podia armazenar 13 páginas de texto. Vinte anos depois, o computador pessoal *pentium* podia realizar mais de 200 milhões de cálculos. Além da ampliação da capacidade de processamento do computador, a sua miniaturização o tornou um bem de consumo durável cada vez mais massificado, especialmente por seu uso em rede (internet).

Diante do curso desse novo e grandioso salto na base técnica, a divisão do trabalho passou a ser profundamente alterada. A constituição de cadeias produtivas mundiais tem dividido o mundo em dois níveis distintos.

No primeiro, assumem maior importância as atividades produtivas vinculadas à concepção do produto, definição do *design*, marketing, comercialização, administração, pesquisa, tecnologia e aplicação das finanças

empresariais. Por serem atividades de comando e elaboração, são partes do processo produtivo vinculadas aos serviços de apoio à produção, com tecnologias mais avançadas, demandando crescentemente mão-de-obra mais qualificada, que recebe maior salário e com condições mais favoráveis de trabalho.

Não causa espanto, no entanto, saber que a parte majoritária dos investimentos em ciência e tecnologia tem sido de responsabilidade dos países desenvolvidos. Por conta disso, a sua composição do comércio mundial de produtos sofreu importantes alterações, com a participação dos bens e serviços de alto e médio conteúdos tecnológicos passaram de 33% para 54% no total das exportações, enquanto os produtos com baixo conteúdo tecnológico e oriundos do setor primário foram reduzidos de 55% para 31% do comércio mundial. Os indicadores de repartição das ocupações qualificadas e não-qualificadas apontam para fortes modificações na composição do emprego total nas economias desenvolvidas.

Já em relação às nações não-desenvolvidas percebem-se alterações substanciais na composição do emprego, apesar de terem mantido a tendência de maior participação relativa na ocupação total. A continuidade do movimento de internacionalização da produção na indústria, mais recentemente por meio do deslocamento de partes menos complexas das atividades manufatureiras, tem favorecido a constituição da capacidade de produção de bens que podem ser considerados quase *commodities,* com base na alta escala de produção, baixo preço unitário, simplificação tecnológica e rotinização das tarefas realizadas pelos trabalhadores.

A mão-de-obra envolvida nesse processo produtivo assume menor custo do trabalho e mais flexíveis e precárias condições de trabalho possíveis ao empregador, não exigindo, em contrapartida, qualificação profissional superior. As principais atividades laborais encontram-se concentradas nas esferas de execução, distribuição e montagem de produtos, muitas vezes, com organização do trabalho crescentemente taylorizado.

Nesses termos, a nova Divisão Internacional do Trabalho parece referir-se mais à polarização entre a produção de manufatura, em parte dos países emergentes, e a produção de bens industriais de informação e comunicação sofisticados e de serviços de apoio à produção gerada nos

países desenvolvidos. Nas economias emergentes, a especialização em torno das atividades da indústria de transformação resulta, cada vez mais, proveniente da migração da produção de menor valor agregado e baixo coeficiente tecnológico do centro capitalista, que requer a utilização de mão-de-obra mais barata possível, além do uso extensivo de matéria-prima e de energia, em grande parte sustentada em atividades insalubres e poluidoras do ambiente, não mais aceitas nos países ricos.

Nos países desenvolvidos, a redução da capacidade de produção intensiva em mão-de-obra foi complementada, em parte, pela ampliação das plantas intensivas em capital e conhecimento, com valor adicionado por trabalhador muito mais elevado. Por conta disso, mais de 70% do total da ocupação desses países concentram-se no setor de serviços, que é menos globalizado (e, portanto, mais protegido) que os setores industriais e agropecuários. Mesmo com a redução no total dos postos de trabalho no setor primário das economias da periferia, ela ainda é responsável por 55% da ocupação total.

Enquanto os países ricos possuem 30% das ocupações mais expostas à concorrência internacional (indústria e agropecuária), os países pobres têm 70% das ocupações concentradas nos setores primários e secundários, que são mais objeto de competição mundial. Por conta disso, são justamente os trabalhadores dos países periféricos e semiperiféricos os que sofrem mais diretamente os efeitos deletérios da globalização, decorrentes da liberalização comercial e da desregulamentação do mercado de trabalho, sem constrangimentos por parte das políticas macroeconômicas e sociais nacionais.

2. O Brasil e a inovação tecnológica[4]

O capitalismo brasileiro foi um dos mais dinâmicos do mundo entre 1890 e 1980, com taxa média anual de variação do Produto Interno Bruto estimada em 4,14%. A Venezuela registrou taxa de variação anual do PIB de 4,99%, somente superior a do Brasil.

[4] Essa parte foi realizada com base em POCHMANN, M. (2001) *O emprego na globalização*. São Paulo: Boitempo.

Entre os anos de 1950 e 1980, quando houve o maior impulso à industrialização nacional, o país viveu um período de ouro, com taxa média anual de expansão da produção de quase 7%. Mas a partir de 1980, contudo, a economia brasileira passou a sofrer uma profunda inflexão. Tomou conta do país o baixo dinamismo, com expansão média anual do produto de apenas 2,1%, um pouco acima da evolução demográfica, porém abaixo do comportamento da economia mundial.

Pode-se perceber também que, em perspectiva histórica, o crescente impulso ao desenvolvimento das forças produtivas, ocorrido entre 1930 e 1980, por meio da combinação do projeto de industrialização com a forte expansão estatal e a ampla internacionalização do mercado interno, se mostrou extremamente favorável à maior participação relativa do Brasil na economia mundial. O mesmo não pode ser verificado nos dias de hoje, quando o país conta, desde 1990, com um novo modelo econômico voltado para a maior integração internacional.

Nos primeiros 80 anos do século XX, o Brasil registrou uma tendência de crescente participação relativa na economia mundial. Em 1900, por exemplo, a renda nacional era equivalente a 0,7% da renda do mundo. Oitenta anos depois (1980), a participação da renda brasileira na renda mundial havia sido multiplicada por cinco vezes, fazendo com que fosse responsável por 3,5% da economia mundial.

Reproduzida a *performance* da economia nacional nas duas últimas décadas do século XX, o Brasil estaria representando, em 1999, 5,1% da economia mundial. Ocorre, todavia, que desde 1980, o país ingressou na mais grave crise do padrão de desenvolvimento desde 1840, responsável pela situação de regressão de sua participação na economia mundial. No ano final dos anos 90, por exemplo, a renda nacional foi equivalente a apenas 2,8% da renda mundial, retroagindo à década de 1980.

Em relação à renda *per capita* dos países que constituem o centro do capitalismo mundial, a renda *per capita* brasileira apresentou uma tendência de forte elevação entre 1930 e 1980, coincidindo com a fase de industrialização nacional. No ano de 1980, por exemplo, a renda média dos brasileiros foi equivalente a 36,1% da renda *per capita* do centro capitalista, enquanto em 1930 era de 24%.

Caso não houvesse uma ruptura nesse movimento, a renda *per capita* nacional seria equivalente a 42% da renda por habitante dos países ricos em 2000. Mas com a situação de estagnação da renda *per capita* pós-1980, a renda média dos brasileiros foi apenas 27% da renda média dos habitantes dos países ricos no ano de 1999, regredindo a situação próxima de 1940.

Na comparação da década de 1930 com a de 1970, o Brasil avançou rapidamente na ampliação do volume de trabalhadores ocupados na indústria de transformação. Em 1930, quando os postos de trabalho na indústria de transformação equivaliam a 7,6% do total das ocupações do país, o Brasil possuía apenas 0,8% do total do emprego industrial do mundo.

Cinqüenta anos depois (1980), o peso do emprego da indústria de transformação era de quase 20%, representando 4,1% do volume mundial de postos de trabalho. Mas desde 1980 o indicador do emprego industrial vem regredindo. Em 1999, o Brasil possuía 3,1% da quantidade de empregos industriais do mundo, o que equivaleu a menos de 12% do total da ocupação nacional. Uma situação próxima a de 1940, logo no início do processo de industrialização nacional.

Não deve causar espanto, portanto, o fato do país ter uma baixa geração de postos de trabalho qualificados. Entre 1990 e 1998, os postos de trabalho qualificados foram reduzidos em 12,3% no Brasil, enquanto as ocupações não qualificadas cresceram 14,2%, segundo informações do Ministério do Trabalho.

Com base no estudo da Organização Internacional do Trabalho, que comparou os postos de trabalho de profissionais e técnicos vinculados ao setor de pesquisa e tecnologia com a ocupação total, o Brasil registrou uma leve elevação. Entre 1980 e 1996, por exemplo, a taxa de variação média anual destes postos de trabalho foi de 0,66%, bem abaixo de países como Singapura (6,8%), Hong Kong (7,2%), Coréia (8,3%) e Venezuela (1,4%).

Frente à difusão de uma nova Divisão Internacional do Trabalho nas duas últimas décadas, o Brasil experimenta uma situação de retrocesso. A economia nacional perdeu sua tradicional dinâmica de alto crescimento econômico sustentado na ampla geração de vagas, restando atualmente a medíocre variação da renda nacional, com a insuficiente criação de postos de trabalho para todos que desejam trabalhar e, na maioria das vezes, de

baixa qualificação. Os empregos qualificados foram reduzidos, em parte, pela ampliação das importações, pela ausência de novos investimentos e reformulação do setor público, além das baixas taxas de expansão do produto.

Nesse cenário de aprofundamento da globalização, dificilmente pode-se pensar em pior situação para os empregos dos brasileiros. Diante da nova Divisão Internacional do Trabalho que se difunde em simultâneo à grande onda de inovação tecnológica, o Brasil precisa rever urgentemente sua estratégia de integração passiva e subordinada na economia mundial, sob pena de continuar regredindo ainda mais nas posições anteriormente conquistadas pelo trabalho.

Com base na metodologia do Censo Norte-Americano (NAICS), identificou-se o que poderia constituir o setor industrial de tecnologia de informação e comunicação no Brasil a partir de quatro subsetores: 1) indústrias que produzem computadores e equipamentos (hardware); 2) indústrias de comunicação e de equipamentos; 3) serviços de computação (*software*); e 4) serviços de comunicação. A despeito das estatísticas brasileiras não disponibilizarem as informações de uma forma que possibilite dimensionar precisamente o setor ITIC, procurou-se contornar, mediante a combinação de diferentes fontes oficiais de dados nacionais, como indicação do que seria a "nova economia" no país.

Assim, estima-se que o setor de ITIC no Brasil representou 2,7% do Produto Interno Bruto (PIB) no final da década de 1980 e, dez anos depois havia sido reduzido para 2,1% do PIB. Essa perda de importância dos segmentos produtivos identificados com a chamada "nova economia" teve repercussões no volume de emprego assalariado e condições de trabalho.

Como se pode observar, o conjunto de atividades considerado como "nova economia" no Brasil sofreu um processo de enxugamento, ao mesmo tempo em que registrou transformações significativas na composição ocupacional. Os segmentos produtivos vinculados à produção industrial (informática e comunicação) foram sensivelmente reduzidos nas suas participações relativas no total do emprego formal no setor de ITIC, enquanto as atividades de serviços (informática e comunicação) cresceram rapidamente suas participações relativas.

Em 1989, por exemplo, os segmentos industriais eram responsáveis por mais de 56% do total da ocupação que diz respeito à "nova economia" no Brasil. Dez anos depois, os mesmos segmentos representavam menos de 34% do total da ocupação no setor de ITIC. Em contrapartida, os segmentos de serviços aumentaram suas participações relativas de menos de 44% para mais de 66%.

Muito mais importante do que registrar as modificações na composição ocupacional no setor de ITIC no Brasil durante os anos 90, cabe analisar a evolução do emprego formal. Isso porque o setor de ITIC registrou uma queda de quase 22% no total do emprego entre 1989 e 1999, significando perda líquida de 174 mil empregos na chamada "nova economia".

Nos segmentos industriais, foram perdidos 239,1 mil postos de trabalho, sendo de 85% a responsabilidade das indústrias de comunicação e equipamentos e de 15% das indústrias de informática e equipamentos. Nos segmentos de serviços de comunicação e de informática houve, no mesmo período de tempo, a abertura líquida de 65,1 mil novas vagas, com 53% de responsabilidade dos serviços de comunicação e de 47% dos serviços de informática.

Especificamente para os segmentos industriais pertencentes ao setor de ITIC pode ser observado que as mudanças mais expressivas ocorreram nos segmentos de administração e da produção, pois foram os que registraram maiores perdas relativas no total do emprego. Enquanto o segmento da produção perdeu participação relativa no total de postos de trabalho, as atividades de montagem ganharam maior expressão, indicando rompimento na tendência de produção interna por parte das empresas, ante a possibilidade de montagem, por meio da aquisição de componentes vindos do exterior.

Guardada a devida proporção, pode-se observar o fortalecimento no Brasil da passagem dos segmentos industriais do setor de ITIC de complexa produção para simples montagem, tal como já se assistiu no caso das indústrias mexicanas nos anos 80. A crescente presença das indústrias de maquiagem (maquiladoras) no Brasil durante os anos 90 diferencia-se pelo fato de que no México elas visam as exportações, enquanto que no Brasil atendem mais o consumo interno.

A indústria maquiladora (maquiagem), que é tradicionalmente responsável pela montagem do produto manufaturado (*ensamble*), caracteriza-se mais por sua baixa capacidade de gerar maior valor agregado e empregos, ademais de praticar condições de trabalho insatisfatórias, já que a compressão dos salários torna-se fator de competitividade internacional e objeto de constante decisão empresarial quanto à deslocalização de suas plantas produtivas. Ao mesmo tempo, o setor de ITIC passa a assumir cada vez mais um papel decisivo no balanço comercial, diante de sua crescente dependência dos produtos importados, sem o necessário comprometimento com as exportações.

Em 1999, por exemplo, o segmento industrial de comunicação e equipamentos registrou déficit comercial externo de quase três bilhões de dólares, enquanto em 1989, o déficit era de apenas 100 milhões de dólares. No mesmo período de tempo, o segmento industrial de informática e equipamentos, o déficit comercial externo passou de 177 milhões de dólares para um pouco acima de 2 bilhões de dólares.

Em síntese, o segmento industrial associado à nova economia (ITIC) transformou-se numa das principais fontes de desestabilização da balança comercial brasileira nos anos 90, face à dependência tecnológica crescente (déficit agregado do setor industrial subiu de menos de 300 milhões de dólares em 1989 para 5 bilhões de dólares em 1999). Ao mesmo tempo, o país perdeu participação relativa nas exportações mundiais do setor industrial identificado com a chamada "nova economia", pois representava 0,8% em 1989 e, em 1999, significou 0,5%.

Nem mesmo a expansão do ingresso de recursos estrangeiros no Brasil, a partir da implementação de novas empresas industriais de comunicação e equipamentos e de informática e equipamentos, mostrou ser suficiente para impulsionar substancialmente o investimento. Em 1989, por exemplo, os investimentos em pesquisas e desenvolvimento nas indústrias de informática e equipamentos no Brasil representavam 6,4% do total das vendas do setor, enquanto as indústrias de comunicações e equipamentos investiam em pesquisa e desenvolvimento 13,4%.

Dez anos depois, as indústrias de informática e equipamentos investiam em pesquisa e desenvolvimento 6,0% e as indústrias de comunicação 6,1% do total das vendas do setor. De certa forma, constata-se que a evolução

dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento nos segmentos de ponta não acompanhou o comportamento do coeficiente de importação no Brasil, movendo-se mais próximo do desempenho negativo no emprego.

Em contrapartida, o desemprego cresceu demasiadamente, além dos postos de trabalho abertos serem mais caracterizados pela precariedade nas condições e relações de trabalho. Os salários médios reais permanecem na década de 1990 representando apenas 2/3 do que eram na década de 1980.

Durante os anos 90, o Brasil gerou quase 10 milhões de novas ocupações, apesar de quase 16 milhões de pessoas terem ingressado no mercado de trabalho. Do total de postos de trabalho criados, 78 encontram-se concentrados em apenas 10 ocupações.

A principal ocupação criada nos anos 90 foi a de emprego doméstico, responsável por 23% de todas as vagas abertas. Logo depois vem a ocupação de vendedor, que respondeu por 15% do total de postos de trabalho abertos, seguido da construção civil (10%), dos serviços de asseio e conservação (8%) e dos serviços de segurança (6%).

Nesses segmentos ocupacionais em alta no Brasil durante a década de 1990, pode-se constatar a presença de baixos salários e, em grande parte das vezes, sem contrato formal de trabalho. Nos setores ocupacionais com salários não tão baixos, como de funcionário público e de profissionais da educação e da saúde, o peso na geração de vagas não foi tão expressivo.

A despeito da crescente importância da educação e do treinamento para o trabalho, as ocupações em alta no Brasil não são aquelas que se caracterizam por elevados requisitos contratuais. Talvez, por conta disso, a tese generalizada de que o avanço educacional seria suficiente para superar as atuais mazelas no funcionamento do mercado de trabalho brasileiro perde credibilidade, especialmente quando o processo de aprendizagem encontra-se subordinado exclusivamente a uma funcionalidade. Deve-se adiantar, contudo, que não se trata de contestar o papel libertador que a educação pode ter para a sociedade, quando associada à aprendizagem das visões de mundo (aprender para fazer, para conhecer, para conviver e para ser).

Procura-se esclarecer, entretanto, que o enfrentamento dos atuais problemas do mercado de trabalho depende de fatores mais amplos, como o

crescimento econômico sustentado, investimentos, gasto público, entre outros. Em outras palavras, a resolução das mazelas do mercado está fora do próprio funcionamento do mercado de trabalho, mas sim do comportamento geral da economia.

Não deve causar espanto, portanto, a observação de que no Brasil têm sido justamente os trabalhadores com maior escolaridade os mais atingidos pelo desemprego. Nos anos 90, por exemplo, o desemprego para pessoas com mais de oito anos de instrução subiu 620%, enquanto para pessoas com menos de um ano de instrução, o aumento foi de 189%.

Ao mesmo tempo, não parece haver comprovação empírica suficiente para fazer crer que a elevação educacional coincida necessariamente com a redução das desigualdades de rendimento. Pelo contrário, observa-se que diante da piora no funcionamento do mercado de trabalho nos anos 90, proporcionado tanto pela ausência de crescimento econômico sustentado quanto pelas reformas neoliberais, a elevação do nível educacional vem ocorrendo com a manutenção ou até ampliação das diferenças de rendimentos.

Tudo isso estaria ocorrendo diante de postos de trabalho abertos em bem menor quantidade do que a elevação da oferta de mão-de-obra, permitido que as empresas aumentassem os requisitos contratuais, ao passo que substituem os trabalhadores com menor escolaridade pelos de maior tempo de estudo. Dessa forma, não são verificados sinais de mudanças substanciais no conteúdo do posto de trabalho que exijam, em geral, um profissional mais qualificado, sendo muito mais um fenômeno de oferta do que de demanda de trabalho.

Quando se analisa a estratificação socioeconômica no Brasil, nota-se que há, pelo menos, três modalidades de relacionamento entre educação e nível de rendimento. Para as ocupações de direção na empresa, o nível de rendimento tende a ser superior aos anos de escolaridade, enquanto nos postos de administração, há uma certa identidade entre anos de instrução e níveis de rendimento. Já nas ocupações associadas à produção, a relação é inversa. Isto é, o nível de rendimento encontra-se abaixo dos anos de escolaridade.

Como no Brasil as ocupações de direção respondem apenas por 6% do total dos postos de trabalho e as de administração somente a 8,1%,

constata-se que o grosso das vagas é vinculado à produção (85,9%), em que a determinação da educação sobre o nível de rendimento é bem restrita. Em síntese, a importância da educação para o rendimento tende a estar mais relacionada aos cargos de maior qualidade no conteúdo do trabalho, como de direção e de administração, do que as ocupações de baixa qualidade, como as associadas à produção.

Além disso, convém destacar também que em países com maior escolaridade, não há sinais de menor desigualdade no rendimento. É o caso, por exemplo, do Chile que, apesar de possuir 10,4 anos em média de instrução, registra desigualdade superior a do Brasil, quando considerada a relação entre o rendimento médio do empregador e o do operário (6,9 vezes no Chile). No Brasil, que possui 6,1 anos em média de instrução, a desigualdade entre o rendimento médio do empregador e o do operário é de 4,6 vezes.

3. A guisa de conclusão

Desde a década de 1990, o setor de indústrias de tecnologia de informação e comunicação aumentou a sua participação relativa na produção e no emprego. Nos Estados Unidos, por exemplo, a presença do setor de ITIC cresceu de 5,8% para 8,3%, enquanto o volume de empregados passou de 3,6 milhões para 5,2 milhões, com adicional de 1,6 milhão de novos trabalhadores.

O Brasil, ao contrário, vem registrando sinais de regressão no desenvolvimento da chamada "nova economia". Com base nos últimos 10 anos, não apenas o setor de ITIC reduziu a sua presença relativa estimada no Produto Interno Bruto (de 2,7% para 2,1%), como também houve a perda absoluta de empregos, estimada em 174 mil trabalhadores a menos, cujo estoque passou de 793,6 mil em 1989 para 619,6 mil empregados em 1999.

Nota-se que o país aponta para uma transformação radical no seu sistema produtivo. Está deixando de ser produtor de bens e serviços de maior valor agregado e de alto conteúdo tecnológico para assumir uma posição industrial mais próxima a de montagem (maquiagem produtiva) e de comprador de novas tecnologias.

A nova estrutura ocupacional que resulta do ajuste empresarial implementado nos anos 90 no setor de indústrias de tecnologia de informação e comunicação não parece deixar dúvidas quanto ao crescimento da importância dos segmentos de montagem em relação ao de produção. Ao mesmo tempo, cresce a dependência do país na aquisição de produtos importados de maior valor tecnológico, o que impõe déficit no balanço comercial externo de cerca de 5 bilhões de dólares. Tudo isso sem comentar o esvaziamento do potencial tecnológico que deriva da dependência comercial na chamada "nova economia".

Em síntese, cai por terra a expectativa brasileira construída ao longo dos anos 90 de que a abertura comercial e financeira favoreceria o forte ingresso de capital estrangeiro, suficiente para acelerar a difusão de novas tecnologias no país. Percebem-se hoje a frustração quanto ao acesso às novas tecnologias, gerando certa paralisia nas iniciativas estratégicas nacionais e desincentivo à promoção de alternativas tecnológicas voltadas à realidade do país.

Deve servir de aprendizagem, o equívoco acerca da hipótese do técnico-globalismo aceita pelas autoridades governamentais, que considera a tecnologia como *commodity*, passível de ser transferida a partir do mercado. Mas a tecnologia não pode ser identificada como uma mercadoria, pois é de difícil transferência, encontrando-se condicionada às decisões políticas e institucionais, não apenas às decisões dos agentes econômicos.

Até agora, pelo menos, são insuficientes as informações que confirmam a elevação das investigações no exterior, ainda que as grandes corporações transnacionais possam descentralizar algumas de suas atividades de pesquisas e desenvolvimento. A tecnologia permanece uma atividade não-globalizada, como estratégia associada ao espaço nacional, de origem da grande corporação transacional responsáveis pelos investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

O desenvolvimento nacional de sistemas de inovação continua fundamental para a plena incorporação da chamada "nova economia". Sem o encadeamento de arranjos institucionais entre empresas, universidades e governos, apoiado em política ativa de desenvolvimento tecnológico e crescentes recursos em pesquisa e tecnologia, o Brasil não deve abandonar o sentido da contramão da "nova economia".

E isso porque são hoje no mundo, os países que mais investem em inovação tecnológica os portadores da geração dos empregos de qualidade e das maiores oportunidades de elevação da qualidade ocupacional. Da mesma forma, são as nações com maiores indicadores de avanço tecnológico que possuem maior produtividade e, por conseqüência, melhores possibilidades de alongar o ingresso do jovem no mercado de trabalho, para que eleve a escolaridade e preparação profissional.

A interface entre a Reforma da Educação Superior e o setor produtivo*

*Marcos Formiga***

1. Como justificar à sociedade brasileira a necessidade da Reforma da Educação Superior?

A primeira questão a ser feita seria o porquê de uma lei orgânica da educação superior. Essa pergunta se justifica porque temos presenciado, desde 1988, a aprovação de leis fundamentais à Educação, inclusive a Constituição Brasileira (1988), que sacramentou o princípio da autonomia da universidade. Em seguida, tivemos a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996), desdobramento da própria Constituição Brasileira e, mais recentemente, o Plano Nacional da Educação (2001), que também é outra exigência constitucional. Desse modo, a primeira dúvida é como o Ministério da Educação (MEC) pode justificar-se à sociedade brasileira e trazê-la para essa discussão, quando esses três instrumentos legais, recém-elaborados no Brasil, não conseguiram resolver o caótico marco legal do sistema universitário brasileiro. Mesmo assim, tem-se a absoluta certeza de que a reforma universitária é urgente e imperativa, mas há que se fazer uma análise sobre o porquê de a atual regulamentação existente não ser suficiente para que a universidade funcione como um ente dinâmico. As regulamentações desses instrumentos legais não seriam suficientes? Entendemos que a universidade não precisa de uma reforma, mas que ela deve viver permanentemente em reforma. O conhecimento, a mudança e os parâmetros tecnológicos exigem das matrizes de conhecimento, e a

---

* Principais pontos levantados em Reunião CNI/MEC por ocasião do lançamento do documento preliminar da Reforma da Educação Superior, em setembro de 2004.

** Marcos Formiga é coordenador de Desenvolvimento de Negócios do Instituto Euvaldo Lodi e da Confederação Nacional da Indústria, e professor da Universidade de Brasília

universidade é por excelência a matriz maior do conhecimento na sociedade, essa variabilidade, essa flexibilidade e essa constante atualização. Perguntaríamos: será que não estamos influenciados por Portugal, Espanha e Argentina, que recentemente aprovaram suas leis orgânicas? Ou se realmente a Lei de Diretrizes e Bases, o Plano Nacional da Educação são insuficientes; temos inclusive a experiência de ter participado e testemunhado o processo de elaboração desses três marcos legais. Estávamos dirigindo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas

Educacionais Anísio Teixeira (Inep), em 1987, quando lá funcionou como Secretaria Executiva da Comissão de Educação da Câmara dos Deputados, como parte da Comissão maior de sistematização da Constituição Brasileira. De lá saiu a primeira minuta da Lei de Diretrizes e Bases que depois foi acolhida pelo Senador Darcy Ribeiro e, sob sua liderança, em 1996, alcançou a sua promulgação, intitulada Lei Darcy Ribeiro de Diretrizes e Bases da Educação. Em seguida, participamos, como membros da sociedade científica, da elaboração, no nosso entender, do frustrado, superficial e abrangente Plano Nacional de Educação que está em vigor. É um plano decenal, que poucos levam a sério e poucos o conhecem, o que se deve, possivelmente, à forma como foi elaborado. Estamos preocupados, inicialmente, com a proposta de Reforma, elaborada pelo MEC, ao tentar fazer a imperativa reforma da universidade, sem inicialmente responder por que esses três parâmetros regulamentários da educação ainda não foram suficientes. Passaram-se 36 anos após a reforma de 1968. Somos uma espécie de testemunha frustrada da reforma. Estávamos terminando a graduação, começando o mestrado, e logo depois fizemos concurso para a universidade. Vivenciamos exatamente a transição do sistema seriado para o sistema de créditos entre o final dos anos 60 e início dos anos 70. E o que é que aconteceu de lá para cá? A universidade brasileira, e em especial o sistema universitário cresceu, indiscutivelmente, em número e até em qualidade, mas o que se nota é o engessamento desse sistema. Há uma excessiva dose de legislação, ou seja, o "furor legislatório", bem próprio do Brasil, que encontrou na educação nacional um nicho muito fértil, a tal ponto que a proliferação de leis e a rigidez cartorial dos Conselhos fluiriam em todos os níveis: federal, estadual e municipal. Todos são pródigos em amarrar e não dar respostas nem fazer com que o sistema educacional funcione plenamente.

2. Uma breve análise do documento preliminar

A nossa primeira observação, em relação ao documento preliminar do MEC sobre a Reforma da Educação Superior, pauta como um bom ponto de partida. Esse trabalho chama a atenção para um conjunto inteligente de condições políticas, acadêmicas e estruturais, mas indiscutivelmente ainda é um documento desbalanceado. O MEC teve a preocupação de afirmar que se trata de um documento preliminar. Já há uma outra versão que mostra uma melhoria qualitativa entre a primeira e a segunda, mas em nossa leitura prévia, ele ainda continua desbalanceado.

A partir do convite do ministro da Educação, Tarso Genro, à CNI, o presidente, dessa instituição, Armando Monteiro Neto, constituiu um Grupo Técnico (em 28 de junho de 2004) para elaborar, em 90 dias, uma contribuição da Indústria à Reforma, que já se debruçou em uma reflexão mais profunda na forma de como a indústria poderá contribuir com o Ministério da Educação.

3. O ponto crucial da autonomia

O desbalanceamento do documento preliminar, na sua segunda versão, chama a nossa atenção exatamente no ponto central que é a autonomia. Consultando as pessoas do setor e circulando entre eles, há um consenso, não sabemos se o Ministério da Educação concorda, que a autonomia é a palavra chave da reforma. Nas informações vindas dos seminários realizados pela CNI na Região Norte, e na Região Nordeste, é constante a inquietação da universidade em geral, agravada na universidade pública federal, que no momento está em greve (setembro/2004). Há, consensualmente, a preocupação de que, se não se resolver o problema da autonomia, a reforma mais uma vez será frustrada. Quando o documento preliminar aponta condições para a autonomia, há um diferencial de conteúdo. É visível a preocupação maior no documento, com os problemas de regulamentação mais do que com a autonomia. Um ponto que nós identificamos, quando se fala dos planos de desenvolvimento de gestão (PDI), que as universidades virão apresentar, nos pareceu, sempre em uma primeira leitura, que mais uma vez aí a autonomia será atropelada. Quando se fala em autonomia, é bom lembrar o que diz a Carta Magna das universidades. Estávamos na

Europa nessa ocasião, em 1988, quando se comemorou o nono centenário da instituição universitária. A Universidade Bolonha, na Itália, é tida como a primeira do mundo, e os reitores reunidos, com a presença de muitos brasileiros, acharam que era conveniente fazer uma reafirmação dos princípios da universidade acadêmica, e mais uma vez a autonomia foi reforçada. Diríamos que a autonomia é a palavra-chave da Carta Magna das universidades. Procuramos a partir daí estudar, e compreender, e achamos que ainda temos muito que aprender sobre o conceito de autonomia. Mas, a Carta Magna das universidades fala muito claramente que autonomia não é soberania. Que autonomia é um poder derivativo que é atribuído a uma instituição pública, nesse caso, as universidades, e não implica em liberdade absoluta. Autonomia na sua finalidade é um benefício não à instituição, mas para a sociedade. Apesar desta compreensão de autonomia que nós falamos, e discutimos muito dentro da própria universidade, mesmo assim, ainda não há compreensão perfeita do que vem a ser essa famosa, discutida e reivindicada autonomia universitária. O Artigo 207 da Constituição brasileira, ao falar da autonomia, ele a concede de forma tutelada, ou seja, é uma autonomia relativa, ele amarra o conceito de autonomia ao modelo ortodoxo de universidade. Nós nos referimos ao modelo clássico de universidade, em que a educação, pesquisa e extensão são indissolúveis. Esse é o conceito humboldtiano de universidade do século XIX. É certo? É certíssimo. É a essência do conceito de universidade, mas esse não é o modelo único que nós defendemos, que nós buscamos numa reforma universitária em favor de uma flexibilização desse conceito, e os exemplos internacionais estão aí para comprovar. Existem países líderes no conhecimento, onde é possível fazer uma boa educação, sem necessariamente ter boa pesquisa e sem ter atividade de extensão. Essa complementaridade é desejável, é recomendável, mas não deve ser obrigatória. Portanto, no próprio Artigo 207 da Constituição, a autonomia de certa maneira está atrelada a essa exigência de um modelo único, que no nosso entender, engessa o sistema universitário brasileiro. Essa exigência para as universidades públicas é desejável, mas para o sistema como um todo, certamente teria de ser repensada. Por que essa defesa da autonomia? Porque ela implica numa exigência. Repetimos: não é soberania, não é liberdade absoluta, mas ela tem ônus e bônus, e nesse caminho de ida e volta, de débito e crédito, há que se ter para se conceder autonomia universitária, a comprovação de que tipo de avaliação da qualidade se faz. Está na comparação da qualidade a capacidade da instituição universitária satisfazer as funções sociais que a

legitimam, e aí onde cabe ao Estado, verificar por meio da avaliação, se realmente essa instituição universitária está desempenhando a sua obrigação, se está cumprindo o seu papel. No nosso entender, não compete ao setor público estabelecer como a universidade deve ser gerida, este é um equívoco histórico do MEC. Nesse contexto, nós nos penitenciamos, pois parte da nossa vida profissional esteve lá. Desculpem-nos, mas isso é quase um fazer *mea-culpa*. O MEC, onde trabalhamos, e nos orgulhamos de ter trabalhado, continua a cometer o equívoco histórico de tutelar a universidade brasileira. A autonomia não acontecerá enquanto a gestão administrativa das universidades continuar sob a tutela do MEC, interferindo de forma direta na capacidade das universidades se auto-administrarem. Sobre autonomia, pode-se resumir: "o limite da autonomia é o interesse da sociedade".

Bônus e ônus da autonomia. Quais seriam os bônus? Para uma instituição ter autonomia, ela deve ter estabilidade financeira e orçamentária. Quais seriam os ônus? Sem dúvida a qualidade, e essa qualidade seria exigida exatamente pelo setor público por meio da avaliação, aí o grande papel, no nosso entender, a ser desempenhado pelo Ministério da Educação. Compete ao MEC fiscalizar, exigir e monitorar a qualidade do sistema universitário no Brasil. E isso ele não faz, e se comprova que o acesso da legislação, em vez de auxiliar, atrapalha e o impede de fazer o essencial.

4. A EDUCAÇÃO NO MAPA ESTRATÉGICO DA INDÚSTRIA

O documento Mapa Estratégico da Indústria: 2007–20015, ora em elaboração, parece antever que há uma sintonia desejável entre o mapa estratégico da indústria e a reforma universitária. No Mapa Estratégico da Indústria, verifica-se que uma das palavras mais citadas pelos empresários do setor é exatamente a educação. Educação no sentido *lato*. Em uma visão abrangente, também se refere à ciência, tecnologia e inovação, e quando os empresários analisam o cenário da educação nacional, eles demonstram uma imensa decepção com o sistema educacional brasileiro, em especial com a universidade. Na instalação do Fórum Nacional da Indústria, que reúne mais de 40 entidades do setor, em julho passado, um empresário de forma eloqüente e objetiva, disse: "Nós não sabemos para onde vamos na educação nacional". Fez uma breve análise, inclusive de governos e de ministros, e disse: "perdemos oito anos em relação à universidade" (em referência ao

governo anterior). Não há dúvida alguma que o governo passado foi bastante descuidado no que diz respeito à universidade, principalmente pelo desmonte e esfacelamento orçamentário da rede pública federal.

Tentando, por aproximação, traduzir o pensamento do empresário: "No primeiro ano do atual governo, falou-se muito no nível das idéias e se fez pouco, e com o atual ministro, já se passaram mais de seis meses, e não sabemos ainda qual é o caminho".

É isto que eles tanto advogam e demandam no dia-a-dia do seu trabalho, um papel fundamental para a universidade. Eles estão ansiosos por essa aproximação do sistema industrial com a universidade. A propósito, o conceito de indústria hoje é bastante polivalente. Temos indústria dentro da agricultura, temos indústria no setor de serviços. Mas o setor produtivo como um todo tem a indiscutível liderança da indústria, pelo seu valor agregado, importância, e a capacidade de penetração de suas atividades nos demais setores, especialmente, nesse conceito polivalente de indústria. Ela se faz presente nos três setores, o que faz com que a responsabilidade social da indústria cresça e com ela, as exigências pela educação superior.

5. Como e onde investir em Ciência, Tecnologia e Inovação?

Nesse sentido, aí está uma questão também recorrente levantada pelos empresários: Para onde vamos? Qual é a decisão sobre as oportunidades em que se deve investir em Ciência, Tecnologia e Inovação? Não há dúvida sobre o fato de que o Brasil seguiu o modelo europeu-americano no que diz respeito a investimentos em educação, ciência e tecnologia, e optou, preferencialmente, pela ciência. Tivemos grandes avanços. Em ritmo vagaroso, já que nossa história da universidade é recente, a mais antiga entre as nossas universidades tem apenas 70 anos, enquanto a criação dos primeiros cursos superiores (Direito e Medicina) data do final da presença da Corte Portuguesa no Brasil, em 1821.

Qual foi a opção na segunda metade do século XX? Exatamente a de tentar criar uma rede de capacitação científica em que o país se firmasse pela produção, porque a produção científica se firma por meio de *papers* acadêmicos, e os especialistas dizem: "publicação é motivação, é desejo de fazer com que suas idéias sejam divulgadas". Sintetizada na célebre frase:

"Publicar ou perecer". Quem não publica na academia, está fadado ao insucesso. No caso da tecnologia, é comércio, é negócio, e, portanto, uma forma de ver completamente diferente. Tem-se de reconhecer que esse modelo de universidade lento, gradual e demorado, mesmo assim, fez com que o Brasil hoje ocupe o 17º lugar na produção científica mundial. A propósito, uma informação muito interessante é compararmos a nossa capacidade de exportar bens e serviços à nossa capacidade de exportar conhecimento. Há uma relação favorável ao conhecimento. Na balança comercial do conhecimento nós participamos com 1,5%. Na balança comercial de bens e serviços, nós participamos apenas com 1,0% do PIB mundial. Isso é uma constatação de que essa universidade crítica, analítica e em crise constante, é capaz de produzir e formar níveis de excelência. Outra prova evidente da capacidade brasileira é a nossa pós-graduação. Mesmo sob a forma que nós chamamos pirâmide invertida. Isto porque temos uma das melhores pós-graduações do mundo, e paradoxalmente, não conseguimos ainda, tirar todas as crianças da rua para colocá-las na escola. Três milhões de crianças ainda estão fora da escola, o que é absolutamente injustificada tal situação. Paradoxo de ser competente com reconhecimento internacional na área de pós-graduação, com cursos de mestrado, doutorado e pós-doutorado de qualidade indiscutível; com um natural crescimento na produção de doutores e mestres, o país ainda deixa a desejar na educação infantil. Por tudo isso, ainda estamos literalmente no jardim da infância da educação brasileira.

Enquanto o modelo oriental de investimento em C,T&I, que priorizou a tecnologia, tem recebido uma declaração internacional de reconhecimento da sua competência. Coréia, Taiwan, Hong Kong, os chamados Tigres Asiáticos, fizeram de forma acelerada, nos últimos 30 ou 40 anos com a tecnologia, o que os países da Europa e os EUA, que optaram pelo investimento preferencial na ciência, fizeram em dois séculos. Esse salto qualitativo e a mudança estrutural do sistema básico de C&T do modelo oriental têm muito a ver com essa mudança de vetor. Uma prova de que essa questão – "onde e em que investir?" – é fundamental para a empresa está em não receber respostas afirmativas, objetivas e rápidas do setor educacional e das universidades em particular, o que se constata ao se analisar a breve história da evolução da universidade.

6. Igreja, Estado e empresa como provedores de educação superior

Para se compreender melhor a relação universidade-indústria, justifica-se uma breve análise sobre o processo evolutivo da universidade.

O primeiro provedor foi a Igreja na Era Medieval, quando as universidades foram criadas. Essa provisão atravessou a Idade Média e chegou até a Revolução Francesa e o Parlamentarismo democrático da Inglaterra. Somente no século XVIII surge o provedor Estado, só aí o estado despertou para a educação. A educação como responsabilidade pública é muito recente. Tem pouco mais de dois séculos, e não há qualquer preconceito por parte da indústria, quanto à natureza da origem da educação, uma vez que a educação tanto pode ser um bem público, tanto uma atividade ofertada pelo governo, quanto pelo setor privado. Uma prova disso, por exemplo, é que a primeira escola surgiu na Grécia. Estamos em plena época das Olimpíadas, e o registro histórico mostra que Sólon alugou um pequeno espaço no mercado de Atenas para lá instalar a primeira escola particular do mundo. A Academia de Sócrates foi uma experiência em ambiente aberto, era agradável e atraente, mas pouco prática como resultado. A escola só começa a ser sistematizada a partir da iniciativa do grande pensador grego Sólon. Fazemos essa referência para chegar à participação do Estado, que só a publicização da escola a partir da Revolução Francesa, e aí também a universidade passa a ser uma instituição de responsabilidade do Estado. A França, a Itália, a Alemanha, a Inglaterra no século XIX, começaram a ampliar suas universidades públicas.

Na segunda metade do século XX, irá aparecer um novo ator. Surge um novo provedor de educação superior, e é exatamente o setor empresarial. São as empresas ao constatar que a universidade clássica e o seu sistema universitário não estavam dando respostas na dimensão que a empresa precisava. O *timing* acadêmico é interminável, não há grandes compromissos com prazos a serem cumpridos. A reforma universitária não poderá desconhecer essa nova realidade. Aqui e alhures, a reforma merece uma reflexão muito profunda. O fenômeno da universidade corporativa, e da educação empresarial de uma forma geral, é indispensável na hora de se analisar a reforma do sistema universitário brasileiro. Essa nova provisão começou nos Estados Unidos na década de 50 do século passado, em Crotonville, o primeiro exemplo. Fez-se uma espécie de um *upgrade* do setor de recursos humanos da General Electric, que se expandiu numa atividade

que hoje chama-se, por metáfora, de universidade corporativa. Os Estados Unidos, no momento, dispõem de 3 mil unidades em funcionamento, e crescem a cada ano numa média de 400 novas unidades. Em 2010, as estatísticas americanas mostram que as universidades corporativas serão quantitativamente maiores do que as universidades acadêmicas. O Brasil está passando por este fenômeno ainda em uma fase muito inicial. Começamos em 1991 com a primeira corporativa e atravessamos o século já com 100 universidades corporativas. Hoje, nenhuma grande empresa, para sobreviver na competitividade e na globalização econômica, vai prescindir da existência de um setor educacional. Essa exigência do setor produtivo tem muito a ver com o modelo de universidade que nós gostaríamos de fazer.

7. A relação indispensável entre educação superior e sistema produtivo

O compromisso das entidades, Senai, Sesi e IEL, liderados pela CNI, é de que estamos todos desafiados e estimulados, para que a indústria, o setor produtivo de um modo geral, possa de fato contribuir com o Ministério da Educação com propostas viáveis, concretas, e fazer com que não seja apenas um exercício pró-ativo, mas que, nessa parceria que agora se materializa, sejamos além de ouvintes, participantes efetivos. Não queremos apenas fazer um exercício por uma convocação. Nós queremos que a partir dessa convocação, possamos nos constituir em membros efetivos dessa tentativa de reformular a universidade brasileira. Portanto, achamos que o documento precisa de uma melhoria significativa, um aprofundamento, e a integração de assuntos que estão citados quase *en passant*. Diríamos que o documento esqueceu o sistema produtivo pois este foi citado uma única vez.

8. O papel ainda não valorizado das novas tecnologias de educação

Ademais, o não consta no documento, também, a nova realidade da educação corporativa, da conseqüente força da educação a distância que tem sido, através da internet, o grande instrumental dessa revolução. Novamente, o documento a citou uma única vez. Quando se sabe do compromisso do governo, consubstancialmente no plano de governo do presidente Lula. Quais são as grandes metas do plano? Alguns dos senhores, aqui presentes, tenho certeza, participaram da sua elaboração, e aqueles

compromissos são não só desejáveis como viáveis; para sair da situação ridícula e humilhante de ter menos alunos universitários proporcionalmente ao que tem a Bolívia, nosso vizinho. Compromisso maior de passar dos atuais 9% de alunos na idade escolar, de 18 a 24 anos para 30%. Significa um compromisso imenso até 2010. Exigirá que a capacidade do atual sistema seja triplicada. O Brasil tem pressa. Hoje são 3 milhões e 900 mil alunos. Para se chegar aos 30%, na faixa de 18 a 24 anos, meta que o próprio presidente da República defende, é preciso que o MEC esteja desafiado a cumpri-la, e não há como se chegar aos 10 milhões de alunos sem formas criativas de uso de tecnologias avançadas em educação, como universidade aberta e a educação a distância. Outra prova adicional, mais uma vez, esses dois exemplos vêm do Oriente. Estivemos lá recentemente em um Congresso Internacional. Lá, constatamos os progressos da universidade aberta com 1,5 milhão de alunos, eis o exemplo da Índia, da Universidade Indira Ghandi, o salto qualitativo desse país não é gratuito. A Índia tem a melhor rede de pós-graduação dos países em desenvolvimento. A brasileira é a segunda. No Oriente, foi exatamente o investimento em ciência, inicialmente, e depois a opção permanente pela tecnologia que fez com que os países crescessem com um índice superior a 9% ao ano. Segundo os especialistas, se a China não se cuidar, em 2050 será a Índia e não a China a liderança mundial que estará se afirmando. Com todas as novas idéias que o MEC no momento está trabalhando, somos favoráveis, até por uma questão de correção de justiça social, à política de quotas, a política de uma universidade para todos, com o seu propósito de democratizar o acesso à universidade e mudar esse dantesco quadro educacional. Todo país que vai bem, ou relativamente bem, em educação, na área de universidade, optou pela universidade aberta, que é um conceito estritamente ligado ao setor produtivo. No Brasil, participamos de algumas tentativas frustradas. Foram sete projetos de uma universidade aberta. Nenhum, até hoje, foi implementado. O último foi gerado dentro do Inep, em 1989. Na hora de receber a sanção presidencial, após passar por todas as comissões no Congresso Nacional, o presidente da República que estava no exterior, e um vice temporário, certamente devidamente sinalizado, lamentavelmente indeferiu. Isso aconteceu em 1993. Não há explicação nenhuma que justifique a inexistência de uma universidade aberta no Brasil. Não existe forma mágica capaz de chegar aos 30% de alunos na faixa etária de 18-24 anos se não optarmos por uma revolução no uso generalizado e massificado das tecnologias educacionais no sistema universitário no Brasil.

Em novembro de 2004, o presidente da CNI, Armando Monteiro Neto, em solenidade e na presença do Ministro Tarso Genro, entregou o documento "Contribuição da Indústria para a Reforma da Educação Superior", apresentado no Seminário Temático Preparatório da 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, antecipando-se, em um mês, ao lançamento da primeira versão do anteprojeto da Reforma da Educação Superior, lançada pelo MEC, em dezembro de 2004.

O Instituto Ayrton Senna e o desenvolvimento de tecnologias sociais: a experiência do Acelera Brasil

Margareth Goldenberg[*]

1. Desenvolvimento para uma nova sociedade

Durante o século XX prevaleceu a idéia de que o crescimento econômico naturalmente conduziria a sociedade ao progresso, ao aperfeiçoamento das formas democráticas e à elevação da qualidade de vida. Os processos de transformação do fim do século, entretanto, mostraram os limites e as contradições de um modelo de produção que levou a uma profunda desigualdade e exclusão social.

Esses limites e essas contradições são claramente perceptíveis em nosso país: a concentração da riqueza, por um lado, e a pauperização da maioria da população, por outro. Um bem-sucedido Brasil 12ª posição em Produto Interno Bruto[1] (PIB), indicador que coloca o país entre os mais ricos em desenvolvimento econômico, por um lado e, por outro, um segundo Brasil 72ª nação no mundo em Índice de Desenvolvimento Humano[2] (IDH), medida que avalia a qualidade de vida das pessoas.

Como aproximar o Brasil campeão mundial em riquezas do país campeão em exclusão e desigualdade social? Neste início de século XXI, qual caminho devemos seguir para superar o desafio de construir um país para todos?

---

[*] Margareth Goldenberg é diretora executiva do Instituto Ayrton Senna.

[1] Calculado pelo Banco Mundial, o PIB mede a atividade econômica de um país, por meio da soma dos valores de todos os bens e serviços produzidos.

[2] O Índice de Desenvolvimento Humano é um indicador do PNUD para mensurar a qualidade de vida das pessoas, com base nos níveis de renda (PIB), saúde, educação e expectativa de vida.

O Instituto Ayrton Senna acredita que o caminho está numa nova concepção de desenvolvimento. Reduzir a distância entre o país que temos e o país que queremos e superar o modelo de concentração econômica e exclusão social são imperativos para o desenvolvimento pleno da nação e um compromisso ético da sociedade brasileira.

Esse caminho e esse desafio encontram resposta na concepção de desenvolvimento humano. Proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), esse conceito incorpora o desenvolvimento das pessoas, da sociedade e do meio ambiente ao desenvolvimento econômico. No foco dessa proposta estão o ser humano e o amplo acesso a oportunidades para que cada um possa desenvolver os seus potenciais.

Desde sua criação, em 1994, o Instituto Ayrton Senna se propõe a promover o desenvolvimento humano no Brasil, assumindo a co-responsabilidade de contribuir para elevar o nível da qualidade de vida no país e tomando para si a tarefa de criar oportunidades de desenvolvimento para as novas gerações.

A perspectiva do desenvolvimento humano trouxe para o Instituto duas questões fundamentais. A primeira é a necessidade de implementar ações amplas e integradas, de modo a aumentar as oportunidades individuais, sociais e produtivas de crianças e jovens, multiplicar as suas relações com o meio ambiente e a cultura, e fortalecer a sua participação social. A segunda questão diz respeito à capacidade de aumentar a cobertura e o impacto dessas ações, de modo a beneficiar a população infanto-juvenil como um todo.

Isso mostra que desenvolver pessoas é uma tarefa estrutural de longo prazo que envolve o acesso a oportunidades de educação, saúde, trabalho e participação democrática, por um lado, e a multiplicação dessas oportunidades em larga escala, por outro. Com essa perspectiva, o Instituto Ayrton Senna formulou sua ação estratégica, comprometendo-se a promover a educação das novas gerações como precondição para o desenvolvimento humano pleno e, ao mesmo tempo, propondo-se a difundir ações em grande escala como forma de beneficiar um número crescente de crianças e jovens.

Em outras palavras, contribuir para reduzir a distância entre o 12º PIB e o 72º IDH é um desafio ético e político e, ao mesmo tempo, um desafio de ampla escala. Tendo o desenvolvimento humano como paradigma,

e entendendo a educação como caminho estratégico para desenvolver pessoas, o Instituto formula a sua missão, propondo-se a criar condições e oportunidades para que as novas gerações possam desenvolver os seus potenciais como pessoas, cidadãos e futuros profissionais.

TECNOLOGIAS SOCIAIS EM GRANDE ESCALA

Para poder dar resposta à sua missão e aos desafios de gerar e de difundir desenvolvimento humano, o Instituto Ayrton Senna traçou uma estratégia de trabalho composta por dois eixos complementares: *fazer* atendimento a crianças e jovens por meio de oportunidades educativas e *influir* pessoas e organizações a assumir a co-responsabilidade na ampliação da oferta de oportunidades de desenvolvimento humano.

Fazer constitui o Centro de Tecnologias Sociais e *influir* compreende o Centro de Comunicação pelo Desenvolvimento Humano. No *fazer*, o Instituto oferece oportunidades para que crianças e jovens possam desenvolver o seu potencial por meio de programas educacionais realizados dentro e fora da escola. Essas experiências, que chamamos de tecnologias sociais, são a base para a construção de conhecimentos e de soluções para problemas educacionais brasileiros, que chamamos tecnologias sociais. No *influir*, o Instituto mobiliza todos os segmentos da sociedade para trabalhar pelo desenvolvimento humano das novas gerações, ao mesmo tempo em que disponibiliza suas tecnologias sociais como forma de multiplicar os seus benefícios.

Em 11 anos de atuação e em cooperação com seus aliados e parceiros, o Instituto Ayrton Senna ofereceu oportunidades de desenvolvimento a 5,2 milhões de crianças e jovens brasileiros, ao mesmo tempo em que criou, avaliou e sistematizou um conjunto de tecnologias em educação para o desenvolvimento humano que comprovadamente são eficazes na formação integral das novas gerações e na melhoria da qualidade da educação em nosso país.

Complementando sua ação, o Instituto dissemina e transfere suas tecnologias, por meio de estratégias de comunicação, advogando a causa da infância e da juventude, e por intermédio de programas de formação e de transferência, compartilhando conhecimentos e experiências com amplos setores sociais. Enquanto o *fazer* desenvolve tecnologias sociais, o *influir*

busca disseminá-las em escala para a sociedade, num processo que transforma modelos bem-sucedidos em políticas públicas.

No campo da educação formal, as tecnologias sociais do Instituto Ayrton Senna oferecem soluções em escala para elevar a qualidade da educação pública por meio de metodologias para alfabetizar, acelerar o aprendizado e corrigir o fluxo escolar no ensino fundamental; para aperfeiçoar a gestão escolar e para inserir as tecnologias de informação e comunicação na escola. No campo da educação complementar, foram desenvolvidas tecnologias que usam a arte, a comunicação, o esporte, o desenvolvimento sustentável e o protagonismo juvenil como métodos pedagógicos para desenvolver os potenciais.

Produtos da construção de conhecimentos e de práticas, as tecnologias em educação para o desenvolvimento humano são compostas por metodologias educacionais para transformar potenciais em competências e por estratégias de gestão para gerar mudanças institucionais. Aplicadas de modo integrado, essas metodologias e estratégias proporcionam, ao mesmo tempo, a formação integral de crianças e jovens e a solução de problemas educacionais sistêmicos.

No Instituto Ayrton Senna, o processo de construção de tecnologias sociais inclui, em linhas gerais, criação, implementação, avaliação, sistematização e transferência. A construção da tecnologia social Acelera Brasil também seguiu todos esses passos. Com a aliança de empresas socialmente responsáveis e num trabalho conjunto com governos de estados e de municípios e suas escolas, a proposta de corrigir o fluxo escolar, acelerar o aprendizado e melhorar a qualidade da educação foi colocada em prática, avaliada, sistematizada e disseminada.

A tecnologia social Acelera Brasil é um conjunto de princípios, metodologias educacionais, técnicas, práticas, processos e materiais pedagógicos, desenhado para ampliar as oportunidades de desenvolvimento de alunos do ensino fundamental (da 1ª à 4ª série), além de provocar um processo de mudança na educação pública de uma cidade ou de um estado.

Desse modo, o Instituto Ayrton Senna espera contribuir para superar a exclusão educacional e social das novas gerações e impactar com eficiência o nível de desenvolvimento humano do país.

Educação para o desenvolvimento humano

As tecnologias sociais do Instituto Ayrton Senna são resultados da aplicação de amplos princípios educacionais e da construção de práticas pedagógicas elaboradas para transformar potenciais em competências para a vida. Como vimos, o alicerce fundamental de todo esse trabalho é o paradigma do desenvolvimento humano, que parte do princípio de que toda criança nasce com um potencial e tem o direito a desenvolvê-lo por meio de oportunidades.

Desenvolver potenciais é desenvolver a pessoa como um todo, tornando-a capaz de viver todas as dimensões da vida. Desenvolver potenciais é um processo de transformação da pessoa. A educação é o único caminho capaz de operar essas transformações. Por isso, somente as oportunidades educativas podem efetivamente desenvolver o ser humano em todas as suas dimensões, preparando-o para viver plenamente as suas possiblidades como indivíduo, como membro de uma comunidade e como profissional.

Esta educação está concentrada no desenvolvimento holístico da pessoa que inclui aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser. Partindo do conceito de desenvolvimento humano e entendendo a educação como caminho para a realização de potenciais, o Instituto Ayrton Senna se propôs a implementar a educação para o desenvolvimento humano, com base nos quatro pilares da educação definidos pela Unesco.

Discutidos por Jacques Delors no Relatório da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI[3], os quatro pilares indicam a direção e os elementos essenciais que devemos seguir para encontrar respostas ao desafio de educar as novas gerações hoje.

O caminho que a educação deve seguir

O mundo contemporâneo impõe novos padrões para a formação humana, por isso, a educação deve, acima de tudo, transformar potenciais

[3] Jacques Delors et al, *Educação*: um tesouro a descobrir; relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, Brasília: MEC, Unesco, 1998.

em competências, capacidades e habilidades que sejam indispensáveis à vida pessoal, social e produtiva.

Frente a esse desafio, uma das contribuições que o Relatório da Unesco traz é que a educação no século XXI só faz sentido se praticada como um processo de construção de conhecimentos, no centro do qual está o educando, seus interesses e necessidades, e por meio do qual educador e educando estabelecem um novo tipo de relação entre si e com o próprio conhecimento. Estes princípios norteiam o caminho que a educação deve percorrer para desenvolver um ser humano completo e ser o principal meio de ajudá-lo a compreender melhor a si mesmo, os outros e o mundo, e de construir a paz e uma sociedade mais justa.

Educar para o desenvolvimento humano é, portanto, um amplo processo de aprendizagem ao longo de toda a vida, centrado nas pessoas e com base nos quatro pilares, com o objetivo de transformar potenciais em competências.

Os quatro pilares constituem a mais significativa contribuição do Relatório da Unesco para a educação hoje e representam todas as dimensões da vida humana: aprender a conhecer, isto é, dominar as ferramentas de produção e gestão do conhecimento; aprender a fazer, saber agir sobre o meio ambiente; aprender a conviver, participar e cooperar com os outros; e aprender a ser, realizar-se como indivíduo.

A partir desses traços básicos definidos pelo Relatório, o Instituto Ayrton Senna construiu um conjunto de competências para o desenvolvimento de potenciais[4] que, juntas, definem as capacidades, as habilidades, as atitudes e os valores fundamentais para o século XXI.

Assim, o aprender a conhecer deu origem a uma série de competências cognitivas, cujo objetivo é o desenvolvimento intelectual e o domínio de ferramentas básicas. Isso prevê a capacidade e o gosto para aprender continuamente. Leitura e escrita, cálculo e resolução de problemas estão entre as competências-chave para compreender e operar o mundo do conhecimento.

---

[4] O pensamento do Instituto Ayrton Senna e a sua experiência em criar tecnologias sociais para a educação de crianças e jovens, seus princípios e sua proposta pedagógica são apresentados no livro *Educação para o Desenvolvimento Humano*, publicado pelo Instituto em parceria com a Unesco e a Editora Saraiva em 2004.

Ao aprender a fazer correspondem as competências produtivas que são aquelas que nos capacitam a transformar o lugar em que vivemos. Para isso, o importante é desenvolver empreendedorismo, criatividade, flexibilidade e, sobretudo, as habilidades para dirigir, administrar e avaliar o próprio trabalho (autogestão), o trabalho em equipe (co-gestão) e o trabalho de outras pessoas (heterogestão).

Por sua vez, o aprender a conviver resultou num grupo de competências relacionais capaz de estimular na criança e no jovem a sua capacidade de reconhecimento do outro e de convívio com a diferença, fortalecendo o seu compromisso com o coletivo, com o ambiente e com a diversidade, além de interação, comunicação e afetividade.

Por fim, o aprender a ser gerou uma série de competências pessoais, que inclui auto-estima, autoconhecimento, autoconfiança e autodeterminação para encontrar e realizar o sentido de vida.

A formulação das competências para o desenvolvimento de potenciais, realizada pelo Instituto Ayrton Senna, constituiu a primeira etapa do processo de construção de uma nova proposta educacional e de implementação de práticas que resultaram em tecnologias sociais.

Tomemos o exemplo da tecnologia social Acelera Brasil. Em sua proposta educativa, o Acelera coloca a criança no centro de suas ações e define a aceleração de aprendizagem como sua via central. Os quatro pilares são desenvolvidos com ênfase nas competências pessoais, especialmente auto-estima e autonomia, e nas competências cognitivas básicas ler, escrever e calcular. Assim, à medida que o programa avança, os alunos participam de atividades que, apoiadas em materiais pedagógicos eficientes, permitem recuperar e expandir conhecimentos e capacidades intelectuais (aprender a conhecer), aplicar conhecimentos para a solução de problemas (aprender a fazer), melhorar o relacionamento na escola e na família (aprender a conviver) e realizar a riqueza de cada um (aprender a ser).

Além de promover o sucesso da criança na escola, a tecnologia social Acelera trabalha para reduzir índices de defasagem e de abandono em redes de ensino, e estimula a escola a elevar a qualidade de sua educação.

Todo esse esforço de elaboração conceitual e de construção de práticas educacionais levou a Unesco a conferir ao Instituto Ayrton Senna, em 2003, a Cátedra em Educação e Desenvolvimento Humano, reconhecendo a sua contribuição para a educação das novas gerações. O Instituto, desse modo, tornou-se a primeira organização não-governamental em todo o mundo a receber esse título, concedido apenas a universidades e centros de pesquisa.

2. Acelera Brasil: tecnologia de educação para o desenvolvimento humano

O problema: fracasso escolar

Os resultados em educação básica dos últimos 20 anos levaram o Brasil às mais baixas classificações entre os países em desenvolvimento e a uma dinâmica perversa de exclusão que tem condenado milhões de crianças e jovens ao fracasso escolar. Suas causas incluem má qualidade do ensino, despreparo do professor, condições precárias da rede escolar e falta de compromisso político, que vêm gerando níveis críticos de analfabetismo, repetência, distorção idade/série e, finalmente, evasão e abandono. Uma história de deficiências que culmina numa escola que não consegue educar.

A distorção idade/série reflete o problema número um da educação brasileira: a baixa qualidade do ensino, resultando em altos índices de reprovação e abandono escolar, além dos baixos níveis de aprendizagem.

Dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep) mostram que em 1995, a taxa de defasagem ou distorção idade/série alcançou o incrível índice de 67% nas oito séries do ensino fundamental, marcando cerca de 20 milhões de crianças com o estigma do fracasso escolar. Graças às reformas no sistema público de ensino empreendidas pelo Ministério da Educação (MEC) e a programas de aceleração de aprendizagem que começaram a ser desenvolvidos no país em 1995, gradualmente a taxa de distorção vem decrescendo.

Em 1996, foi de 47%, o que ainda colocava virtualmente a metade dos alunos das escolas públicas em risco de exclusão escolar e social. Em 1998, baixou para 46,7%, e em 2000, para 41,7%. Em 2001 mais de 13,8 milhões de crianças ainda encontravam-se atrasadas em seus estudos, o que equivalia a uma taxa de distorção de 39,1%. Em 2003, a taxa caiu

para 33,9%; mesmo assim as crianças que concluem o ensino fundamental levam em média 10,8 anos para percorrer da 1ª à 8ª série, e somente 3,4% terminam na idade certa, ou seja com 14 anos. São 6 milhões de repetentes e defasados no ensino fundamental. Esta situação representa o desperdício de cerca de R$ 6,3 bilhões a cada ano para o país[5].

A diminuição da defasagem mostra uma melhora nos índices de sucesso escolar, mas estes ainda estão distantes de uma educação inclusiva, o que vem comprometendo gravemente o futuro das novas gerações e o desenvolvimento do país, principalmente se considerarmos os 34,4 milhões de crianças matriculadas no ensino fundamental. Além disso, encarece e emperra a educação pública e o desenvolvimento do país, resultando em perdas de grande impacto social e econômico.

Embora tenham sido verificados avanços localizados, os dados mostram que as iniciativas de combate à repetência e à distorção não têm sido suficientes para superar o problema de modo completo, em geral, devido à falta de políticas de educação abrangentes, articuladas e eficazes.

A distorção, portanto, tem causas sociais e caráter estrutural e sistêmico, o que engloba, mas ultrapassa a questão educacional. Por isso, a sua solução exige uma resposta também estrutural e sistêmica, que engloba, mas ultrapassa as propostas simplesmente pedagógicas. Experiências recentes têm reafirmado a idéia de que, para promover mudanças qualitativas no sistema de ensino brasileiro, os programas educacionais devem ser planejados como uma verdadeira estratégia política de intervenção social, para que alcancem um impacto profundo e permanente.

O que isso quer dizer? Que é preciso pensar nas soluções educacionais como formas de inclusão social e como parte de um esforço maior de articulação, envolvendo aceleração, correção do fluxo escolar, alfabetização, formação de professores e gestão escolar.

A solução: tecnologia social Acelera Brasil

Esse quadro impôs a adoção de estratégias no campo da aceleração e no campo da correção do fluxo escolar, isto é, além de acelerar a

[5] Dados referentes à média do Fundef-Brasil 2004.

aprendizagem, é preciso garantir a permanência da criança na escola (até a conclusão da 8ª série) e, ao mesmo tempo, assegurar os meios para manter o fluxo do ensino regularizado nas redes públicas de educação (oito séries concluídas em oito anos).

Essa é a proposta que o Acelera Brasil tem desenvolvido em centenas de cidades e em estados inteiros do país nos últimos oito anos. Concebido pelo educador João Batista Oliveira[6] e implementado a partir de 1997 pelo Instituto Ayrton Senna, o programa Acelera Brasil propõe dar uma solução sistêmica de grande escala a um problema sistêmico de grande escala (repetência, distorção idade/série) e transformar a dinâmica da exclusão escolar numa dinâmica de inclusão social.

O programa Acelera Brasil é uma tecnologia social para regularizar o fluxo escolar da 1ª à 4ª série em redes do ensino fundamental em ações de médio e longo prazo (cerca de quatro anos). É dirigido a alunos matriculados na 1ª, 2ª e 3ª séries das redes públicas, que tenham entre 9 e 14 anos e que apresentem distorção idade/série de no mínimo dois anos.

Além de combater a repetência, a distorção idade/série e a evasão escolar, a tecnologia contribui para elevar a qualidade da educação pública no Brasil.

Perfil da tecnologia social Acelera Brasil:

- concebida para ser implementada em escala em qualquer parte do país
- ação sistêmica em três eixos: político, pedagógico e gerencial
- formação do professor
- material pedagógico: sete volumes para os alunos, manual do professor, manual de operacionalização, 40 livros de literatura, mapas, dicionários etc.
- sistema automatizado de acompanhamento, com *software* próprio

[6] Originalmente João Batista A. Oliveira idealizou o Programa de Aceleração da Aprendizagem (PAA), em que se baseia o Acelera Brasil. Iniciado em 1995 pelo MEC, o PAA foi adotado e aprofundado pelo Instituto Ayrton Senna. O PAA e a experiência inicial do Acelera Brasil estão detalhados no livro *A pedagogia do sucesso* (São Paulo, Saraiva, Instituto Ayrton Senna, 2003), que propõe uma estratégia política para transformar o fracasso educacional em uma educação de sucesso para todos.

• alunos com distorção participam do programa por um ano para acelerar a aprendizagem e desenvolver conhecimentos e habilidades referentes às quatro primeiras séries

• redes de ensino participam do programa por cerca de quatro anos para regularizar o fluxo escolar e reduzir os índices de distorção idade/série, de repetência e de evasão.

A tecnologia se distingue de programas similares exatamente porque propõe uma estratégia de intervenção para a correção do fluxo escolar em nível do sistema de ensino. Isso significa que desenvolve a aceleração de aprendizagem como caminho para a regularização do fluxo, sem se restringir a ela. Acelerar é atuar no sintoma do problema. Corrigir é atuar na sua causa. Por isso, o programa atua nas dimensões política, pedagógica e gerencial.

A CONSTRUÇÃO DA TECNOLOGIA

A construção da tecnologia social Acelera Brasil obedeceu a uma fase inicial de desenvolvimento e implementação, entre 1997 e 2000, e a uma fase de sistematização, multiplicação e transferência a partir de 1999.

Sob a liderança do Instituto, em parceria com governos municipais e com o apoio de empresas, o programa foi implantado em 1997 em 15 cidades, sendo ampliado em 1998 para 24 municípios de 14 estados em todas as regiões do Brasil. Desde o primeiro ano houve a participação de uma agência de avaliação externa – a Fundação Carlos Chagas –, responsável pela realização de pré e pós testes em língua portuguesa e matemática, e que se constituíram em instrumentos fundamentais para a construção da tecnologia.

Nos quatro anos de sua fase inicial, 51 mil alunos defasados participaram do programa, dos quais 95% obtiveram o desempenho necessário para serem promovidos. De 1997 a 2000, 49 mil crianças cursaram em média 1,7 série, sendo que destas, 76% foram promovidas para a 4ª, 5ª e 6ª série. E mais: quase 80% dos egressos do programa tiveram índices de aprovação equivalentes aos de seus colegas das classes regulares, mesmo após dois ou três anos de conclusão do Acelera, o que lhes possibilitou permanecer na escola.

Nesse período, nas 24 cidades em que o Acelera foi implementado, o investimento público em educação fundamental foi da ordem de R$ 87 milhões, enquanto no Acelera foi cerca de R$ 33 milhões. A sua ação gerou uma economia de mais de R$ 54 milhões para os cofres públicos, recursos esses que deixaram de custear o fracasso escolar e que puderam ser aplicados na educação de novos alunos.

Em sua fase inicial, o Acelera acumulou resultados que incluem o alto índice de promoção e o elevado desempenho dos alunos indicando que havia ocorrido um salto qualitativo na aprendizagem. Esta avaliação do desempenho dos alunos foi feita pela Fundação Carlos Chagas tendo por parâmetro o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb): numa escala padrão do Saeb de 100 pontos, as crianças participantes do Acelera e promovidas para a 5ª série obtiveram um resultado de dois pontos para baixo (em língua portuguesa) e dois pontos para cima (em matemática), portanto, compatível com a média brasileira.

Por outro lado, constatou-se uma expressiva redução do índice de distorção: 20% das cidades participantes reduziram seus índices para menos de 10%. No geral, as cidades alcançaram índices cerca de 23,4% menores que a média brasileira no mesmo período. O sucesso do aluno e da escola resultou numa economia de até 60% para os municípios.

Disseminação e transferência: compromisso para acelerar a educação brasileira

A experiência acumulada pelo Acelera Brasil entre 1997 e 2000 gerou uma tecnologia social que pode ser aplicada por qualquer cidade ou estado do país. Seus princípios, metodologias e procedimentos políticos, pedagógicos e gerenciais foram sistematizados para permitir a multiplicação da proposta e a sua transferência em escala. Nesse processo, estratégias e instrumentos foram aperfeiçoados e ampliados, e novas ferramentas de acompanhamento e gerenciamento foram desenvolvidas. A abrangência do Acelera passou de municipal a estadual, agregando ao compromisso do governante as ações que hoje caracterizam a correção de fluxo escolar, isto é, corrigir e mantê-lo corrigido.

Como parte fundamental no processo de multiplicação e transferência da tecnologia, agentes técnicos são formados e credenciados pelo Instituto

para dar suporte às equipes locais das secretarias municipais e estaduais de educação que executam o programa, e que gradativamente vão assumindo toda a responsabilidade e autonomia na condução das ações.

A primeira grande expansão do programa ocorreu no Estado de Goiás, onde o Acelera é desenvolvido como política pública desde 1999 com o nome de Acelera Goiás e em associação com o Se Liga, uma tecnologia de alfabetização para crianças analfabetas com defasagem de aprendizagem. Acelera Goiás é fruto da aliança social estratégica do Instituto Ayrton Senna com o Instituto Vivo e Nokia.

De 1999 até 2004, o programa atendeu no Estado 104.582 crianças com distorção idade/série, envolvendo 5.895 educadores em 242 municípios. A taxa de aprovação e aceleração dos alunos no programa foi de 99,5%. Destes, 17,9% foram promovidos para a série seguinte, 67,5% saltaram uma série, 12,8% saltaram duas séries, e 1,7%, três séries. O desempenho desses alunos em língua portuguesa foi de 175,3 pontos, portanto maior que a marca do Saeb de 169,4 pontos. Em matemática, os alunos do Acelera Goiás obtiveram 181,7 pontos contra 177,1 pontos do Saeb.

Dados do Inep mostram que o índice de distorção da 1ª à 4ª série no Estado baixou de 46,6% em 1998 para 25% em 2003, uma redução de 41,1%. Já o índice de abandono nas mesmas séries caiu de 19,1% em 1999 para 5,5% em 2003, uma queda de 71,2%. Em seis anos de trabalho contínuo, a economia no Estado de Goiás foi de R$ 143 milhões.

Com a gradativa transferência dos princípios e metodologias do Acelera e do Se Liga para a 1ª série regular do ensino fundamental da rede pública do Estado, a aprovação dos alunos para a 2ª série aumentou de 72,3% em 2002 para 86,2% em 2004, um crescimento de 19,2%[7].

Ao mesmo tempo, a tecnologia Acelera Brasil continuou a ser implementada por cidades em várias partes do país. Somente em 2004, 29 municípios de 16 estados aceleraram o aprendizado de 13 mil alunos, atingindo uma taxa de aprovação e aceleração de 95,1% (2001-2003), destes, 50,9% dos alunos saltaram uma série e 9,2%, duas séries. Com isso, os municípios participantes têm gradativamente reduzido os índices de distorção e repetência.

[7] Dados da Secretaria de Estado da Educação de Goiás.

A partir de 2004, a tecnologia de correção do fluxo escolar Acelera passa a ser desenvolvida como política pública nos Estados da Paraíba, de Pernambuco e do Tocantins, atendendo, juntos, 17.220 alunos em 819 municípios. E, em 2005, é a vez de Sergipe implementar essa política pública para combater a distorção e a repetência e elevar a qualidade da sua educação. A implementação da tecnologia nesses Estados é possível graças às alianças estratégicas do Instituto Ayrton Senna com Martins Distribuidora e Banco Triângulo na Paraíba; com o Grupo de Líderes Empresariais/Empresários pelo Desenvolvimento Humano (Lide/EDH) em Pernambuco; com o Instituto Vivo em Tocantins; e com o Instituto Votorantim e a Fundação Vale do rio Doce em Sergipe.

Tecnologia para o desenvolvimento humano em três dimensões

Como vimos anteriormente, o Instituto Ayrton Senna desenvolve, implementa, avalia, sistematiza, dissemina e transfere tecnologias sociais com o objetivo de desenvolver os potenciais. Uma tecnologia de educação dirigida para o desenvolvimento humano, em primeiro lugar, deve oferecer estratégias políticas capazes de estabelecer um compromisso social e garantir ações de médio e longo prazo visando a gerar transformações sociais relevantes. Em segundo lugar, deve contemplar propostas pedagógicas capazes de transformar potenciais em competências cognitivas, produtivas, relacionais e pessoais. Por último, deve prever mecanismos gerenciais capazes de assegurar resultados e de conduzir a mudanças de paradigmas e de culturas.

Em outras palavras, uma tecnologia social para o desenvolvimento humano apresenta três dimensões: política, pedagógica e gerencial.

3. A correção do fluxo escolar como dimensão política

O principal aspecto da tecnologia Acelera Brasil é justamente o compromisso político que propõe. Em primeiro lugar, um compromisso com a ética da co-responsabilidade social, envolvendo uma aliança social estratégica entre governos, o Instituto e empresas numa ação articulada para melhorar a qualidade da educação pública. Em segundo lugar, um compromisso de médio e longo prazo da aliança de regularizar o fluxo escolar e não apenas de acelerar a aprendizagem dos alunos.

O compromisso político é feito com o governante: a correção do fluxo escolar deve ser assumida como política pública em redes de ensino de municípios ou de estados. A aliança estratégica é estabelecida de modo formal em torno de planos de médio e longo prazo (cerca de quatro anos) para reduzir os índices de distorção e evasão, e para institucionalizar práticas de manutenção.

4. A DIMENSÃO PEDAGÓGICA: UMA EDUCAÇÃO DE QUALIDADE

Desenvolver a auto-estima e a autoconfiança de cada criança resume a filosofia educacional do Acelera Brasil. Seu foco, portanto, está no aluno. Com base na pedagogia do sucesso e em diversas metodologias bem-sucedidas em diferentes partes do mundo, a tecnologia oferece ao aluno marcado pela repetência uma oportunidade de ter acesso a uma educação de qualidade. Com participação ativa dos professores e das famílias no processo de aprendizagem, constrói uma dinâmica de interação para propiciar aos alunos pleno desenvolvimento, e ao professor o aprimoramento de sua competência técnica.

O programa se destina prioritariamente a alunos das três primeiras séries do ensino fundamental com dois ou mais anos de defasagem, que são enturmados por um ano em classes de aceleração. Nessas classes, recebem materiais preparados e testados em campo com uma variedade de abordagens e atividades, além de um atendimento de qualidade para que possam chegar à série correspondente à sua idade, com a aprendizagem correspondente. O objetivo é fazer com que cada aluno domine conhecimentos e avance nos estudos de acordo com o seu desenvolvimento e desempenho.

Os conteúdos são com base nos currículos oficiais e nos Parâmetros Curriculares Nacionais e abordados na forma de projetos que permitem explorar aspectos das disciplinas básicas e de temas transversais, com oportunidades para contextualização e aprofundamento de acordo com interesses locais, porque enfatizam o cotidiano e o mundo infantil e juvenil. Ao todo, os alunos percorrem mais de mil páginas de estudos e exercícios, sem contar as histórias de 40 livros e a participação em aulas planejadas e em muitas outras atividades.

Para esse trabalho, o professor conta com formação continuada, suporte pedagógico e material de apoio didático e gerencial, tudo especialmente preparado para ele. Nesse contexto, o professor é peça-chave para o sucesso do aluno. Por isso o programa opera com os professores regulares da rede local, proporcionando-lhes a oportunidade de trabalhar de uma forma nova, centrada no aluno, e num programa estruturado de ensino que, se adequadamente implementado, permitirá ao aluno não só passar de ano, mas saltar uma ou mais séries.

5. A dimensão gerencial: garantia de resultados

A tecnologia Acelera Brasil nasce em todo um estado ou numa cidade a partir do compromisso político do governador, do prefeito e do secretário de educação de colocar em ordem o fluxo escolar. Quer dizer, o programa é desenvolvido em todo um sistema e não numa escola isolada. Para isso, a gestão é ponto estratégico. Planejamento e mecanismos sistemáticos de execução, de acompanhamento e de avaliação garantem a eficiência do programa e a aprendizagem efetiva dos alunos. Além do compromisso do governo, o programa deve ser gerenciado localmente por um coordenador e executado por equipes locais exclusivas. O êxito das ações depende do trabalho de profissionais comprometidos e com capacidade de liderança para tornar o sucesso da criança e da escola numa realidade.

Todo o planejamento e o controle da execução são sistemáticos e feitos por meio de um sistema de acompanhamento (Siasi) especialmente elaborado para o Acelera. Coordenação, gestão de recursos, fluxos de informações, controle de freqüência de alunos e professores, rotinas de aulas etc. produzem dados sobre o desempenho de cada aluno, o desenvolvimento de cada professor e a atuação de cada coordenador em cada cidade.

Os alunos são acompanhados durante o processo, por meio de avaliação interna e externa. A avaliação externa é fundamental para se saber se a criança está aprendendo de fato e se a metodologia é eficaz, além de conferir consistência e confiabilidade aos resultados. Realizada pela Fundação Carlos Chagas, consiste na aplicação de testes de português e matemática para verificar o nível de aprendizagem dos alunos.

Como vimos, os resultados dos testes são comparados com os do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica. Em nenhuma hipótese,

a aprovação é automática ou facilitada. Com o apoio de coordenadores comprometidos, de professores preparados e de materiais eficientes, os alunos aprendem o que não foi possível nos anos de repetência e adquirem conhecimento compatível ao da 4ª série.

O mais importante desafio, sobretudo, é a regularização do fluxo escolar. Corrigir o fluxo significa que o sistema não mais apresenta alunos com distorção acima de dois anos nas quatro primeiras séries. A gestão das ações tem um papel fundamental para favorecer um desempenho estratégico e qualitativo para que a correção do fluxo ocorra.

Apoiado no compromisso político do governante de instituir políticas permanentes de qualidade para o ensino, o eixo gerencial do Acelera foi desenhado para favorecer também a incorporação das novas práticas ao sistema escolar, do professor ao diretor, do secretário de educação ao prefeito e ao governador, sobretudo no que diz respeito a políticas de alfabetização e gestão escolar.

Nesse sentido, a utilização dos recursos humanos das próprias secretarias é fundamental. O suporte externo deve ser temporário, com prazo para começar e para terminar. O grande objetivo é preparar pessoas para serem autônomas e para institucionalizarem práticas de sucesso nas redes de ensino.

ACELERA BRASIL: UMA EXPERIÊNCIA DE INOVAÇÃO SOCIAL EM ESCALA

O Acelera Brasil é uma tecnologia para o desenvolvimento humano. Mais do que isso, é uma política de educação consistente na qualidade, duradoura na implementação e articulada na estratégia e na ação. Para o Acelera, elevar a qualidade da educação é uma estratégia prioritária de desenvolvimento humano, que visa a garantir a todas as crianças o direito a uma educação de qualidade e a sua inclusão social.

A tecnologia Acelera é composta por princípios, metodologias e procedimentos políticos, pedagógicos e gerenciais, que oferecem um passo a passo completo para a implantação do programa, além de um conjunto de materiais didáticos especialmente desenvolvidos.

Após oito anos de implementação e avaliação sistemáticas em várias partes do Brasil, o programa provou sua eficiência não apenas para acelerar a aprendizagem dos alunos, mas também para reduzir de forma expressiva as taxas de distorção idade/série, repetência e abandono, desse modo contribuindo para elevar a qualidade do ensino fundamental. Desse modo, o Acelera Brasil mostra-se uma tecnologia eficaz que gera sucesso escolar e economia de recursos. Os resultados do Acelera comprovam, assim, que é possível transformar o fracasso escolar no sucesso do aluno e da escola.

Além disso, o Acelera contribuiu para melhor dimensionar a repetência e a distorção como questões de política educacional, e não apenas como problemas pedagógicos como em geral são entendidos. Isso colaborou para uma maior compreensão de que é preciso uma ampla e consistente estratégia para que as ações venham a ter impacto real e de grande escala sobre a qualidade da educação pública no país. Em outras palavras, para enfrentar um problema sistêmico da grande escala que a distorção idade/série já atingiu no Brasil, é preciso investir em ações de médio e longo prazo que sejam planejadas, estruturadas, controladas e avaliadas, sistemática e continuamente.

A tecnologia social Acelera Brasil é uma inovação social porque é uma combinação entre o compromisso político-governamental (dimensão política), princípios educacionais, estratégias e metodologias pedagógicas (dimensão pedagógica) e um sistema de gestão, acompanhamento e avaliação (dimensão gerencial). É essa estratégia de ação sistêmica aplicada como política pública que garante não só a aceleração de aprendizagem mas também a correção do fluxo escolar em redes públicas de ensino fundamental.

Além disso, a tecnologia é inovadora por aplicar um modelo social de ação que une os três setores da sociedade – governos, empresas e organizações não-governamentais – com o objetivo de implementar políticas públicas de médio e longo prazo. Todos unidos a um compromisso comum: fazer da educação uma prioridade.

Uma visão da política de ciência, tecnologia e inovação em saúde: uma perspectiva da saúde coletiva

Moisés Goldbaum[*]

O papel central da ciência e tecnologia e inovação no desenvolvimento econômico, social e cultural das sociedades é aceito universalmente. Esta constatação se reforça na medida que se identifica suas complexas relações no campo da saúde, quando ambas a saúde e a ciência e tecnologia constituem em requisitos para o desenvolvimento e conseqüentemente para a conquista da liberdade[1] e cidadania plenas.

Os grandes desafios com que a comunidade científica brasileira, em especial na área da saúde, se defronta diz respeito exatamente aos propósitos desta 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: a busca de respostas para promover a inclusão de todas as parcelas da população no usufruto dos benefícios proporcionados pelos avanços dos novos conhecimentos e desenvolvimento tecnológico, especialmente no setor saúde. Neste, observam-se as profundas desigualdades retratadas nos perfis epidemiológicos apresentados pelos grupos populacionais reforçadas pelos diferentes e iníquos padrões de acesso aos serviços de atenção disponíveis.

---

[*] Moisés Goldbaum é professor-doutor do Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e presidente da Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (Abrasco).

[1] Morel, CM. A pesquisa em saúde e os objetivos do milênio: desafios e oportunidades globais. Soluções e políticas nacionais. *Ciência e Saúde Coletiva* 9(2):261-270, 2004.
Guimarães, JA. A pesquisa médica e biomédica no Brasil. Comparações com o desempenho científico brasileiro e mundial. *Ciência e Saúde Coletiva* 9(2):303-327, 2004.

Bases conceituais

Tomando como referência a afirmação aprovada na 1ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde, em 1994, na qual se expressou que "a elaboração da Política Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde (PNC&T/S) – vista como um dos componentes da Política Nacional de Saúde – exigirá uma interação estreita entre o Sistema Único de Saúde, os componentes de C&T e a política de formação de recursos humanos em saúde...a orientação lógica dessa política deve estar fortemente marcada por um claro compromisso ético e social de melhoria – a curto, médio e longo prazos – das condições de saúde da população brasileira, considerando particularmente as diferenciações regionais e buscando a eqüidade"[2], é necessário reconhecer e identificar as grandes bases conceituais que articulam as Políticas Setoriais de Ciência e Tecnologia e Inovação e o Sistema Único de Saúde (SUS), como salientado na 12ª Conferência Nacional de Saúde[3]. Para tanto, serão tomados como referenciais centrais: o relatório final da 2ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde[4] e documento produzido pela Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (Abrasco)[5].

Neste último documento ressaltam-se os princípios constitucionais e diretrizes organizacionais que regem o SUS. Os três princípios constitucionais e centrais do SUS são aqueles da universalidade, da integralidade e da eqüidade. A universalidade refere-se à garantia a todos os cidadãos brasileiros, independentemente de sua condição social, do acesso às ações de promoção, proteção e recuperação da saúde. Com o segundo, assegura-se que essas ações compreendem os diferentes níveis da atenção à saúde, incluídos aí todos os arcos de complexidade tecnológicos e científicos adequados às diversificadas necessidades de saúde. Agrega-se o terceiro, completando a

---

[2] Brasil. Ministério da Saúde. Coordenação Geral de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. *Anais da 1ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde – I CNCTS*, Brasília, Coordenação Geral de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1994.

[3] Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. *12ª Conferência Nacional de Saúde: Conferência Sergio Arouca*. Brasília, Ministério da Saúde, 2004. Eixo Temático VIII – Ciência e Tecnologia e a Saúde.

[4] Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. *Anais da 2ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde – 2ª CNCTIS*. Brasília, Departamento de Ciência e Tecnologia, 2004 (no prelo, aprovada pelo plenário do Conselho Nacional de Saúde).

[5] Abrasco. *Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde: Uma Proposta*. Rio de Janeiro, Abrasco, 2002, mimeo.

tríade constitucional, o da eqüidade, que destaca a incessante busca de correção das injustas desigualdades em saúde, característica de sociedades como a brasileira, onde parcelas significativas da população são excluídas, ou estão por razões várias impedidas de dispor dos instrumentos existentes para os cuidados de sua saúde.

Quanto às diretrizes organizacionais, o SUS apresenta peculiaridades que lhe permitem procurar, com todas as dificuldades e obstáculos inerentes a um processo dessa grandeza e natureza, o desejado processo de expansão, quantitativamente e qualitativamente justos, de cobertura de atenção. As três diretrizes, descentralização, regionalização/hierarquização e participação comunitária, orientam todo o processo de prestação de serviços, propiciando elementos para promover a organização do sistema que responda aos preceitos constitucionais, centro da lógica própria dessa prestação de serviços. Com essas diretrizes, objetiva-se proporcionar um sistema racionalizado, em que os serviços possam estar disponíveis de forma imediata, com um nível de complexidade hierarquizado e com o controle social presente e atuante na definição e no acompanhamento das ações empregadas.

Considerando esses preceitos e diretrizes e assumindo que a PNCTI/S é um dos componentes da Política Nacional de Saúde nada mais natural que esta primeira se oriente pelos mesmos princípios. Procurando analisá-la à luz desses princípios, a integralidade, no campo da C,T&I, pode ser entendida a partir da necessidade de uma abordagem extensiva compreendendo todo o complexo, em que se manifesta a cadeia de produção do conhecimento, ou seja, os problemas de saúde devem ser trabalhados, no que couber, em todas as dimensões e formas da C&T operar. A universalidade se expressaria na extensão e disposição do conhecimento técnico e científico ao conjunto de toda a população, proporcionando esses avanços a qualquer parcela da mesma, na medida de sua necessidade. Um dos grandes desafios de toda a sociedade, a busca da equidade se expressaria igualmente no setor da C&T e a transcrição de excerto disponível no citado documento da Abrasco é suficientemente esclarecedor: "do ponto de vista da ciência e tecnologia o princípio da equidade deve corresponder a um compromisso político, que é o de produzir conhecimentos que respondam às necessidades diferenciadas dos diferentes segmentos sociais, ou seja, de investir na produção de conhecimentos capazes de, mediata ou imediatamente, fornecer respostas aos problemas concretos na área da saúde, visando a redução das

brechas observadas entre grupos sociais".[6] Este quadro de iniqüidade ou desigualdade pode ser verificado na descrição epidemiológica, feita a seguir. Embora feita a partir de desigualdades regionais, ilustra a distribuição iníqua dos nossos serviços e das facilidades e acessos disponíveis para a população.

Quanto às diretrizes organizacionais, embora de grande valor operativo junto ao SUS, sua leitura e transposição não se fazem nem se aplicam diretamente ao setor de ciência e tecnologia, uma vez que a lógica que comanda cada um dos setores é muito diversa. Assim aos processos de descentralização, regionalização/hierarquização não correspondem uma aplicação similar e imediata. Esses processos singulares no SUS não se prestam, imediatamente, a orientar, e muito menos a submeter, a lógica da produção de C&T ao mundo da saúde. Enquanto, no campo da saúde ela se aplica a organizar a prestação de serviços de saúde, o processo de descentralização no campo da C&T poderia ser pensado enquanto fator de desconcentração racional de seu parque, sem prejuízo, evidentemente, de sua competente capacidade já instalada. Um aspecto a salientar diz respeito à participação comunitária, que no setor saúde, por intermédio dos Conselhos de Saúde (nas três esferas da Federação), tem desempenhado um importante papel no controle social dos encaminhamentos das políticas de saúde. Esta diretriz, que tem sido motivo de debate também na atual proposta de Reforma Universitária[7], merece ser contemplada, em suas adequadas dimensões, abrindo espaço para o pleno diálogo com os usuários dos novos conhecimentos científicos e, particularmente, dos produtos e processos tecnológicos tornados disponíveis para o controle e erradicação de doenças. A sua implementação deve garantir e aprimorar a proteção e defesa dos cidadãos, enquanto usuários, bem como dos pesquisadores, enquanto produtores, dos desdobramentos dos novos conhecimentos e de sua incorporação no cotidiano.

Princípios de políticas de ciência, tecnologia e inovação em saúde

Fazendo-se valer dos dois documentos centrais, referências desse documento[8], não é demais reiterar que, frente aos conceitos apresentados, e

[6] Idem.
[7] MEC. Anteprojeto de lei – versão preliminar. 06/12/2004. Mimeo.
[8] Ver notas 4 e 5.

aos desafios epidemiológicos evidenciados a seguir, que os princípios de PNCTI/S devem-se pautar rigidamente, em primeiro lugar, na "busca de eqüidade em saúde". Esse objetivo central deve manifestar-se, ao menos, na redução das desigualdades intoleráveis identificadas nos termos de padrão de saúde, apresentados pelos diversos grupos sociais e na oferta e acesso aos serviços de saúde condizentes com as necessidades desses grupos. A Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece a necessidade de investimentos em ciência para melhorar a saúde da população mundial, ressaltando que *"science must help to improve health systems. It should not focus solely on advancing academic knowledge or confine itself to producing drugs, diagnostics, vaccines and medical devices"*.[9] Ressalta, ainda, a necessidade de pesquisas que facilitem ou articulem as descobertas biomédicas à sua aplicação em diferentes sistemas de saúde, grupos populacionais e aos diferentes contextos políticos e sociais para enfrentar os grandes desafios em saúde: desigualdades, iniqüidade e mal funcionamento dos sistemas e serviços.

Em segundo lugar, o "respeito à vida e à dignidade das pessoas" que implica na proteção de seus interesses e na sua defesa, enquanto usuários últimos dos novos conhecimentos e dos novos aportes tecnológicos. O aprimoramento das questões éticas representa, neste caso, um papel central de proteção ao consumidor da produção técnica, científica e da inovação tecnológica.

Nada disso, terá relevância, na falta de consideração da utilização, emprego e fortalecimento da "pluralidade" metodológica e de todas as implicações que isto envolve. Significa a incorporação e valorização de todos procedimentos técnicos e metodológicos existentes, ao lado da contribuição de todos os campos disciplinares que conformam a cadeia de conhecimento, respeitando suas especificidades, independentes de suas características, mais ou menos imediatas, na contribuição para o equacionamento de problemas de saúde.

Assim, com estes elementos é possível identificar e reiterar as determinações da 2ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde que aprovou os seguintes princípios, a seguir transcritos: "Para que a PNCTI/S esteja em consonância com seus princípios, ela deverá pautar-

[9] World Health Organization. *World report on knowledge for better health: strengthening health systems*. Geneva, WHO, 2004.

se pela: 1) extensividade – capacidade de intervir nos vários pontos da cadeia do conhecimento; 2) inclusividade – inserção dos produtores, financiadores e usuários da produção técnico-científica; 3) seletividade – capacidade de indução; 4) complementaridade entre as lógicas da indução e espontaneidade; 5) competitividade – forma de seleção dos projetos técnicos e científicos; 6) mérito relativo à qualidade dos projetos; 7) relevância social, sanitária e econômica – caráter de utilidade dos conhecimentos produzidos, 8) responsabilidade gestora com regulação governamental; 9) presença do controle social.

A extensividade inclui toda pesquisa que visa ao avanço do conhecimento, seja aquele de aplicação imediata ou não. Inclui, portanto, além da produção de conhecimentos as pesquisas voltadas para o desenvolvimento tecnológico e a inovação; a avaliação tecnológica, pesquisa clínica, pesquisas sobre padrões de uso e relação custo/benefício para diversos tipos de tecnologia em saúde, dentre outras. Os diversos olhares sobre o processo saúde-doença, provenientes de diferentes sistemas culturais de atenção à saúde, como da medicina indígena, quilombolas, comunidades ribeirinhas, medicina oriental, e outros, podem ser contemplados, respeitando e preservando a diversidade etnocultural. Essas categorias aplicam-se a todos os campos científicos relacionados à saúde.

A inclusividade refere-se à participação de instituições e de atores envolvidos nas ações de C,T&I/S. A PNCTI/S deve induzir, apoiar e promover a produção desenvolvida pelas instituições de ensino superior, institutos de pesquisa, serviços de saúde, empresas do setor produtivo, organizações não-governamentais e parcerias públicas e privadas, abertas ao controle social. Além de considerar os produtores de conhecimentos técnico-científicos, a PNCTI/S deve incluir as instituições envolvidas no financiamento, na distribuição e no uso das informações técnico-científicas, a saber: os gestores públicos da pesquisa científica e da política de saúde, das demais políticas públicas, os empresários do setor produtivo e, representantes da sociedade civil organizada responsáveis pelo controle social. A seletividade diz respeito à necessidade de aumentar a capacidade indutora do sistema de fomento científico e tecnológico. Ou seja, busca direcionar o fomento com base numa escolha de prioridades, em processo que permita ampla participação de pesquisadores, usuários, profissionais de saúde e demais atores conforme a Política Nacional de Saúde.

A complementaridade considera a necessidade de sustentar a pesquisa em saúde como exercício de lógicas complementares combinando a capacidade indutiva de pesquisa e o atendimento à demanda espontânea. Desta forma, preserva-se a criatividade inerente à atividade científica, sem perder de vista as necessidades de pesquisa e desenvolvimento próprias do país, assegurando os benefícios a toda a população.

A competitividade deve orientar as ações de fomento no âmbito da PNCTI/S. A competição entre diferentes projetos deve ser o requisito básico que garanta a transparência nos critérios de financiamento, a racionalidade das escolhas em relação às prioridades definidas, na agenda, no âmbito da PNCTI/S.

Os méritos científico, tecnológico e ético são requisitos fundamentais para garantir a alta qualidade das ações de P&D em C,T&I/S financiadas pela sociedade, devendo ser avaliados por critérios e indicadores definidos de forma transparente.

A relevância social e econômica seja no sentido do avanço do conhecimento ou da aplicação dos resultados à solução de problemas prioritários para a saúde deve ser o alvo principal das atividades científicas e tecnológicas.

A responsabilidade gestora refere-se à transparência e ao respeito às normas que regem a aplicação de verbas públicas, estabelecendo-se punição rigorosa e o ressarcimento de eventuais prejuízos à população.

O controle social, nos conselhos locais, distritais, municipais, estaduais e nacional, deve ter participação ativa no acompanhamento da aplicação e utilização dos recursos públicos na pesquisa em saúde".[10]

O PERFIL EPIDEMIOLÓGICO – A TÍTULO DE ILUSTRAÇÃO

Da perspectiva epidemiológica pode-se, por meio de alguns indicadores, retratar a persistente iniqüidade existente no Brasil. A consulta a recente publicação do Ministério da Saúde evidencia a situação de saúde de nossa população.[11] Dela se retirou, algumas informações que permitem

[10] Idem nota 4.

[11] Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. *Saúde Brasil 2004 – uma análise da situação de saúde*. Brasília, Ministério da Saúde, 2004.

vislumbrar da perspectiva inter-regional, as diferenças existentes e que expressam desigualdades próprias de conjunturas com má distribuição de seus recursos.

Em 2001, a distribuição de médicos empregados nas cinco regiões administrativas mostra diferenças marcantes variando de 2,6 por 10 mil habitantes na Região Norte a 13,2 por 10 mil habitantes na Região Sudeste. Procurando garantir uma situação de igualdade e tomando, por base, uma razão de 9,0 por 10 mil habitantes, enquanto a Região Sudeste exibe um excesso de 31.003 médicos, a Região Nordeste enfrenta um déficit de 16.966 médicos (no mesmo sentido, encontra-se o pessoal de enfermagem). Este fato traduz, em rápida incursão, a distribuição desfavorável encontrada no acesso e oferta dos serviços de saúde, que atingem dimensões mais marcantes quando se adentra o interior da organização própria dos sistemas de saúde.

Em termos do padrão de mortalidade (enquanto indicador de padrão de saúde), embora observe-se uma evolução favorável no período entre 1980 e 2001, com importantes reduções em mortes em idades mais jovens, o país apresenta perfis epidemiológicos bastante distintos medidos, por exemplo, pela grande proporção de "sintomas, sinais e afecções mal definidas" (*proxi* de acesso a atenção à saúde) com níveis acima de 20% nas Regiões Norte (22.7%) e Nordeste (27.5%), e abaixo de 10% nas Regiões Sul (6,3%) e Sudeste (9,6%). Como decorrência, ao tratar da mortalidade das doenças do aparelho circulatório e neoplasmas, observa-se uma inversão, com freqüências mais elevadas nas últimas regiões.

Embora o coeficiente de mortalidade infantil esteja sendo relativizado como indicador de saúde, os dados para 2001 mostram significativas diferenças regionais, expressas em valores de 16,6 por 1000 nascidos vivos no Sul ao lado de 43,0 por 1000 nascidos vivos no Nordeste. Entre outros tantos dados de mortalidade, as causas externas, que traduzem, ao menos do ponto de vista social, as condições de vida e trabalho da população, experimentam impressionante crescimento. Reproduzindo texto dessa publicação do Ministério da Saúde pode-se afirmar que "as taxas de mortalidade por agressões (homicídios) apresentaram um quadro bastante preocupante em todo o país, com risco crescente para ambos os sexos e faixas etárias. Além disso, a mortalidade por armas de fogo representou 72%

[12] Idem, pg. 293.

dos óbitos por agressões (homicídios), o que evidencia a necessidade de políticas públicas para a diminuição desse tipo de risco de morte"[12], o que foi inicialmente implementado no país, por intermédio da campanha de recolhimento de armas de fogo.

Esses dados, ainda que restritos, são expressão clara das desigualdades e/ou iniqüidades enfrentadas nas diversas situações que conformam a sociedade brasileira seja da perspectiva regional, seja da perspectiva social. A esses indicadores retratados, outros tantos poderiam ser agregados para evidenciar o conhecimento epidemiológico. A importante coexistência de manifestações de saúde passíveis de maior controle, ao lado daquelas que se expressam a partir do processo de desenvolvimento, caracterizando o que se denominou como "transição epidemiológica" ou como "polarização epidemiológica[13], evidenciam os grandes desafios epidemiologicamente descritos para os quais devem-se voltar as atenções dos estudos em saúde, bem como para as formas de respostas sociais disponíveis expressas nos sistemas de saúde propriamente ditos e suas formas de distribuição e oferta.

AGENDA NACIONAL DE PRIORIDADES DE PESQUISA EM SAÚDE

Atender de modo mediato ou imediato, a pauta de problemas que interessam mais diretamente a saúde da população brasileira implica a necessidade de estabelecer linhas de prioridades e, portanto, buscar uma forma equilibrada socialmente de alocar recursos para a pesquisa em saúde. Esta é uma situação de reconhecimento generalizado e internacionalmente consagrado. Há tempos a Organização Mundial de Saúde identifica o problema do "desequilíbrio 10/90" (*10/90 disequilibrium*) em pesquisa em saúde, na medida em que, na década de 90, de 50 a 60 bilhões de dólares gastos anualmente em pesquisa em saúde, no mundo, tanto no setor privado quanto no setor público, somente 10% foram destinados a problemas de saúde que atingem 90% da população mundial[14].

---

[13] O complexo epidemiológico brasileiro não acompanha diretamente as concepções teóricas originais da denominada "transição epidemiológica" na medida em que se encontra, de um lado, a alta freqüência de doenças crônicas (como as cardiovasculares e as neoplasias), os acidentes e as várias formas de violência, ao lado do ressurgimento de doenças antes controladas, como dengue, cólera, a persistência de níveis elevados de endemias controláveis como tuberculose e a vivência das doenças "emergentes" como aids e as mais recentes viroses.

[14] Global Forum for Health Research. *The 10/90 Report on Health Research 1999*. Geneva, World Health Organization, 1999.

Na mesma linha de prioridades, a Organização das Nações Unidas, em 2000, estabeleceu oito objetivos de desenvolvimento do milênio, três dos quais diretamente ligados à saúde:

- redução da mortalidade infantil;
- melhoria da saúde materna;
- combate a aids, malária e outras doenças;

e, os outros cinco que dizem respeito indiretamente aos problemas de saúde:

- erradicação da pobreza extrema e da fome;
- universalização do acesso à educação primária;
- promoção de igualdade entre os gêneros;
- promoção da sustentabilidade ambiental;
- parcerias para o desenvolvimento.[15]

No âmbito nacional, a 12ª Conferência Nacional de Saúde[16] estabeleceu que no processo de gestão da ciência e tecnologia no setor saúde deve-se "garantir a elaboração, implementação e acompanhamento de Prioridades de Pesquisa em Saúde". Este processo que envolve um amplo envolvimento técnico e político dos formuladores de políticas, gestores, setor produtivo, controle social, lembrando que o atendimento a necessidades de saúde, com certa freqüência, não depende de ações do setor de C&T e que, por outro lado, podem não existir instrumentos disponíveis em pesquisa para atender a algumas delas.

Ainda, no âmbito nacional, recente estudo sobre o campo da Medicina mostra a necessidade de "selecionar conjunto de objetivos restritos que devem ter prioridade para promover o desenvolvimento tecnológico, segundo

[15] United Nations. *UN millenium goals development goals*. Disponível em <http//www.un.org> em 10 de fevereiro de 2005.
[16] Idem nota 3, página 139.
[17] Zago, MA, Carvalheiro, JR, Luz, Pl, Mari, JJ e Silva, LJ. *Ciência no Brasil: Medicina*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 2001. Mimeo.

interesses econômicos para o país e sua importância como problema de saúde".[17]

Pode-se depreender que todos esses objetivos demandam, certamente, um conjunto significativo de linhas e projetos de pesquisa para atender as carências detectadas e ressaltam a necessidade de que os conhecimentos científicos, na medida de suas possibilidades de promover uma melhora dramática na saúde, devem se debruçar sobre questões voltadas para a minimização das disparidades existentes. Não se pode deixar de referir que essas ações obrigam e exigem uma consistente articulação intersetorial, envolvendo a participação de setores como a agricultura, a indústria, a economia.

A construção de agendas de prioridades em geral e particularmente em pesquisa não se constitui em processo simples. O pressuposto central deve se localizar na perspectiva do trabalho prospectivo, acompanhando o atual estágio do conhecimento e suas potencialidades de avanços e modernização. Isso significa que, mesmo se considerando as prioridades definidas pelas necessidades de saúde, as de pesquisa não podem estar submetidas, de modo exclusivo, a elas. Além de considerá-las em primeiro plano, devem contemplar vários elementos, entre os quais pode-se citar:

- o estágio atual dos conhecimentos científicos e tecnológicos;

- a capacidade instalada para a investigação em sáude;

- a identificação de três grandes grupos de problemas prioritários em saúde, a saber: aqueles para os quais se dispõem de técnicas conhecidas para o seu controle e de acesso à população e que, portanto, não necessitam, de forma imediata, da contribuição da investigação científica; aqueles que dispõem de medidas de intervenção e que merecem submeter-se ao processo de inovação, especialmente da perspectiva da eficiência e do custo-efetividade; e, finalmente, aqueles para os quais não se dispõem, ainda, de mecanismos de controle conhecidos ou efetivos;

- a incorporação de pesquisas que compreendam toda a cadeia do conhecimento, percorrendo as biociências, epidemiologia, serviços de saúde, ciências humanas e sociais, engenharias, ciências agrárias visando à produção de conhecimentos integradores, de caráter multidisciplinar e multiprofissional;

• a articulação entre todas as instâncias de formulação e fomento de políticas de C&T em saúde na apreciação e consideração de agendas de prioridades.

A experiência recente do Ministério da Saúde ao realizar um Seminário sobre a Agenda de Prioridades de Pesquisa em Saúde[18] permitiu a construção de subagendas, a partir da sistematização das escolhas feitas por pesquisadores e gestores em saúde. Essa agenda foi exposta em consulta pública e, mais recentemente, submetida à apreciação na 2ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde. O debate sustentado no âmbito da Conferência e seus desdobramentos no plenário do Conselho Nacional de Saúde, constituídos pelos segmentos componentes desses fóruns (ou seja, usuários – incluída a comunidade científica –, trabalhadores de saúde, gestores e prestadores de serviços de saúde como prevista na Resolução 333 do Conselho Nacional de Saúde[19]) evidenciou tanto a complexidade de encaminhamento de definição de prioridades quanto as possibilidades de diálogo dos segmentos sociais na busca dessa definição. Como resultado desse rico debate, dispõe-se, hoje, de documento expondo o elenco de problemas de saúde que pode orientar os gestores de C&T e de saúde a comporem sua linha de prioridades de pesquisa em saúde.

O FOMENTO À PESQUISA EM SAÚDE

O Brasil dispõe de diversos mecanismos de fomento à pesquisa, representados pelas suas agências federais ligadas ao Ministério de Ciência e Tecnologia. Essas agências desempenham um importante papel no apoio às pesquisas na área da saúde. Do mesmo modo, as fundações de amparo à pesquisa estaduais, como o é exemplarmente a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, emprestam também um aporte significativo a essa área. Mais recentemente, a criação dos Fundos Setoriais representa um reforço para a C&T, e a definição daquele que contempla a saúde veio se somar aos esforços de desenvolvimento das pesquisas nesse campo. A forte participação do Estado na condução e financiamento das políticas de C,T&I em saúde encontra explicações, entre outras, na incapacidade dos mecanismos de mercado em identificar as necessidades de saúde e em gerar os recursos necessários para a manutenção dessa atividade.

[18] Seminário promovido pelo Departamento de Ciência e Tecnologia da Secretaria de Ciência e Tecnologia e Insumos Estratégicos do Ministério da Saúde, em dezembro de 2003.
[19] Conselho Nacional de Saúde. ***Resolução nº 333***. Brasília, Conselho Nacional de Saúde, 2003.

Considerando a necessidade de aporte de novos recursos para as investigações que dêem conta das agendas de prioridades em pesquisa consoantes com a articulação de políticas de C&T e as políticas de saúde, iniciativas propostas anteriormente em seminário promovido pela SBPC, ABC, Abrasco e Opas podem ser recuperadas. Uma delas é a identificação de novas fontes, criadas a partir da taxação de atividades econômicas geradoras de danos à saúde e ambientais, produtoras pois de "dívidas sanitárias", como o são o tabaco, o álcool e a indústria automobilística.

Em atenção à necessidade de atender uma agenda de prioridades e de conduzir uma política de ciência, tecnologia e inovação em saúde, enquanto componente da política nacional de saúde, sugere-se a criação e o fortalecimento de instâncias próprias de fomento no âmbito do SUS que permitam o exercício de apoio coordenado e sistematizado às linhas prioritárias de pesquisa[20]. Essa instância, na medida de sua proximidade com a operação do SUS, deve ter a capacidade: de identificar as necessidades de saúde demandantes de pesquisa técnico-científica; de identificar, em cada um dos problemas, o envolvimento dos atores componentes de cada elo da cadeia do conhecimento mobilizáveis para atendê-los; de impulsionar de modo coordenado e articulado o fomento à pesquisa, provendo a utilização racional de seus recursos próprios; de assegurar a integralidade das investigações com envolvimento de todo o potencial de pesquisa existente no país; e, de prover as informações necessárias para o bom desempenho do controle social.

Um empreendimento dessa natureza, se conduzido respeitando os princípios e diretrizes apontados, encontrará, certamente, no Brasil, amplas possibilidades de sucesso. E as razões para tanto encontram-se na variedade de formas de fomento que devem ser mantidas, ao lado da nossa capacidade instalada de pesquisa. Essa instância, com a vocação para traduzir as prioridades de pesquisa à luz das políticas de saúde e nela inserida, teria condições para ordenar, sinalizar e articular o conjunto de iniciativas sem subordiná-las ou impedir o livre curso próprio do desenvolvimento científico e tecnológico. Reconhecendo e identificando os projetos em andamento, poderá potencializá-los, agindo de modo sinérgico e facilitando a constituição de diálogo

[20] "*Every country should have a national health research system that focuses its energies on health problems of national interest, especially those which will strengthen health systems*". Op. cit. 8

entre os diferentes grupos e elos da cadeia de produção do conhecimento para buscar respostas, dentro do possível, para os problemas estabelecidos nas linhas de prioridade.

Como base de sustentação de uma proposta dessa natureza, o país dispõe de parque técnico-científico brasileiro em saúde é relativamente bem diversificado e que experimenta, apesar das reconhecidas e crônicas dificuldades existentes, um crescimento significativo, expresso nas tendências altamente positivas de publicações na área biomédica[21], ou mesmo na área médica e na saúde coletiva.[22] Da mesma forma, ainda que não possa afirmar da relação imediata e direta dos impactos proporcionados pela geração de conhecimentos em C&T, a experiência brasileira também se faz notar em vários exemplos: na queda da mortalidade infantil (ainda que presente em níveis elevados e, como registrado, de distribuição iníqua); no controle das doenças cardiovasculares, do tétano e da tripanossomíase americana.[23]

Portanto, sem prejuízo da manutenção e fortalecimento dos mecanismos tradicionais e existentes de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico, a necessidade de aproximar a investigação científica das políticas setoriais de saúde, bem como articulá-las está a exigir a criação de instâncias no âmbito do SUS, que permitam a sua vocalização mais presente e influente.

---

[21] Rahman, M & Fukui, T. Biomedical publication – global profile and trend. *Public Health 117*:274-280, 2003.

[22] Guimarães, JA. cit. na nota 1.

[23] Carvalheiro, JR, Goldbaum, M e Novaes, HMD. Impactos Sociais da Ciência e Tecnologia em Saúde. In Landi, FR (coord.) Indicadores de Ciência e Tecnologia e Inovação em São Paulo – 2001. São Paulo, Fapesp, 2002, cap. 10.

Os fármacos e a saúde pública no Brasil: uma visão da cadeia produtiva

Nelson Brasil de Oliveira[*]

Introdução

Os fármacos, ou princípios ativos farmacêuticos utilizados em medicamentos, constituem um conjunto de produtos químicos, em especial de natureza orgânica, que atendem aos requisitos químicos, físicos e físico-químicos (especificações técnicas) que constam das farmacopéias internacionais, além de possuírem características de aplicações típicas muito bem definidas, como a atividade biológica, pelo que são também conhecidos, na química fina, como intermediários químicos de performance (ou de uso).

A química orgânica sofreu um enorme desenvolvimento ao longo do século XX, especialmente em virtude da ampla disponibilidade de correntes gasosas e líquidas, oriundas dos processos de refinação do petróleo cru. Daí surgiu uma indústria petroquímica, com destaque para a refinaria petroquímica que alimentava plantas industriais produtoras de resinas, fibras e fertilizantes, e que apresentava frações excedentes, gasosas ou líquidas (aromáticos) a custos bastante reduzidos, já que seu uso alternativo seria queimar no *flare* da refinaria, ou usar o aromático no *pool* de gasolina – com crescentes limitações.

No final do século passado, com a cada vez mais evidente escassez de combustíveis de origem fóssil, o primeiro mundo passou a pesquisar fontes alternativas de matérias-primas para todo um enorme parque industrial instalado, que atendia um enorme mercado de componentes para veículos automotores, eletroeletrônicos, vestuário, agricultura, alimentação e saúde – para citar apenas alguns exemplos.

[*] Nelson Brasil de Oliveira é vice-presidente da Abifina.

Nesse contexto, surgiu a biotecnologia e, em decorrência, a possibilidade de aproveitamento dos recursos naturais e renováveis da biomassa, em substituição aos hidrocarbonetos de origem fóssil – fonte de matéria-prima finita e com crescentes restrições devido aos seus efeitos poluentes.

Examinando-se as diversas cadeias produtivas da área da química fina, vê-se que os fármacos têm suas matérias-primas obtidas a partir da indústria química orgânica de base (petroquímica ou biomassa), normalmente, de frações líquidas ou gasosas de hidrocarbonetos que se diferenciam por constantes físicas (caso da petroquímica) ou por extratos da biomassa, em ambas as situações formando uma mistura de compostos orgânicos.

A partir dessas frações são obtidos os intermediários de síntese orgânica. No caso dos extratos de recursos da biodiversidade, pode-se chegar diretamente ao fármaco ou ao intermediário, em crescente número de casos pela via biotecnológica, assim se eliminando algumas etapas no processamento. Conceitualmente, de forma equivalente podem ser obtidos os intermediários de síntese inorgânica. Uma característica comum a tais intermediários de síntese é que todos eles são compostos orgânicos ou inorgânicos que possuem uma identidade química definida por especificações químicas.

Intermediários inorgânicos de síntese química podem ser usados diretamente para a obtenção de especialidades da química fina (alguns catalisadores e aditivos). Mas para a fabricação de medicamentos para uso humano e veterinário, bem como defensivos agrícolas (agroquímicos), os intermediários de síntese são usados para a obtenção de outros intermediários químicos, denominados intermediários de uso ou de "perfomance", nos quais interessam não somente as especificações químicas, mas, e principalmente, as características de desempenho de tais produtos nas aplicações específicas. Na figura abaixo, é apresentada, ilustrativamente, essa situação.

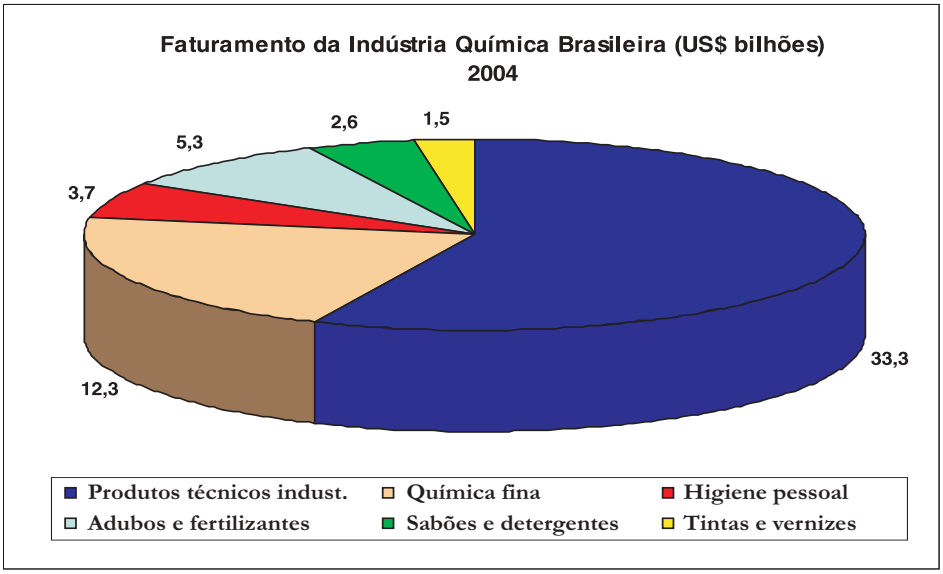
Cadeias produtivas da química fina

<table>
<tr><td rowspan="2">ORGÂNICOS
Petroquímica ou biomassa</td><td rowspan="3">INTERMEDIÁRIOS DE SÍNTESE</td><td rowspan="2">INTERMEDIÁRIOS DE USO OU DE PERFOMANCE
Fármacos ou produtos técnicos</td><td>MEDICAMENTOS</td></tr>
<tr><td>AGROQUÍMICOS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">INORGÂNICOS
Sintéticos ou minerais extrativos</td><td colspan="2">ADITIVOS</td></tr>
<tr><td colspan="2">CATALISADORES</td></tr>
</table>

Nesse cenário, pode-se inferir que, do ponto de vista estratégico-empresarial, a análise da cadeia produtiva vertical deve prevalecer quando se tem em vista assegurar uma ampla disponibilidade de matérias-primas e canais para a comercialização local de medicamentos. No entanto, quando se pretende, em cenário estratégico mais amplo, realizar o estudo de viabilidade da capacidade produtiva de fármacos a ser implantada no país, é indispensável uma análise do corte horizontal dessa cadeia produtiva, tendo em vista a utilização de intermediários de síntese em outras cadeias produtivas da química fina e, assim, valer-se da economia de escala na utilização de processos químicos industriais que são, essencialmente, os mesmos.

A QUÍMICA FINA NO BRASIL

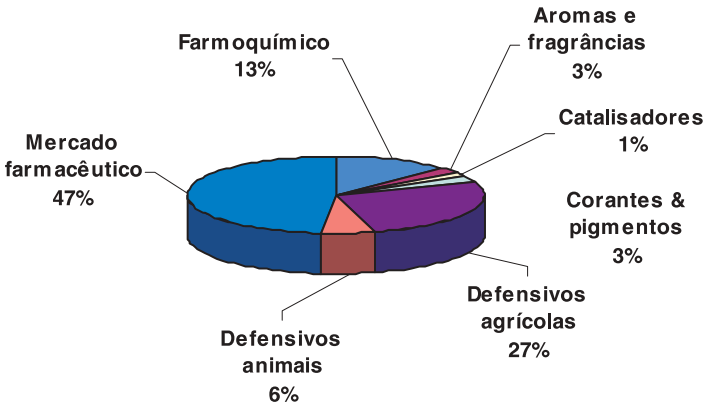
A indústria química brasileira, representada pelos seus segmentos industriais mais expressivos, apresenta um significado econômico que é mostrado no gráfico abaixo.



Daí se vê que 21% do faturamento do setor químico brasileiro (US$12,3 em US$58,7 bilhões) referem-se à área da química fina. O complexo industrial da química fina e de suas especialidades no Brasil compreende um conjunto de empresas produtivas dedicadas à fabricação de uma ampla variedade de produtos essenciais às atividades humanas, com elevado conteúdo

tecnológico e valor agregado, relevante aplicação social e com expressivas implicações estratégicas para o soberano desenvolvimento do país, tais como, fármacos e medicamentos, vacinas, defensivos agrícolas e animais, catalisadores industriais, corantes, aditivos e demais especialidades da química fina. A expressão econômica desse setor industrial no Brasil pode ser visualizada no gráfico apresentado a seguir, em termos percentuais sobre um faturamento total hoje estimado em cerca de US$12,3 bilhões/ano.

Distribuição de mercado



Nota: dados consolidados a partir de entidades empresariais

Até o final dos anos 70 a indústria de química fina no Brasil era constituída por um reduzido número de empresas atuantes na área química ou de medicamentos – no último caso com clara inserção mercadológica e com reduzido grau de verticalização da cadeia produtiva. Os primeiros laboratórios farmacêuticos nacionais foram fundados por empresários brasileiros inicialmente vinculados às áreas de vendas em laboratórios multinacionais.

Nos anos 70 foi desenvolvida, com pleno êxito, uma política industrial dedicada à montagem do grande parque petroquímico nacional, onde era protegido o mercado interno para novos investimentos segundo o modelo tripartite de substituição de importações, expressas em decisões do Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI), via Grupo de Estudos Setoriais da área química (GS-III), ao qual cabia aprovar projetos de investimentos sob condições de participação acionária da Petrobras

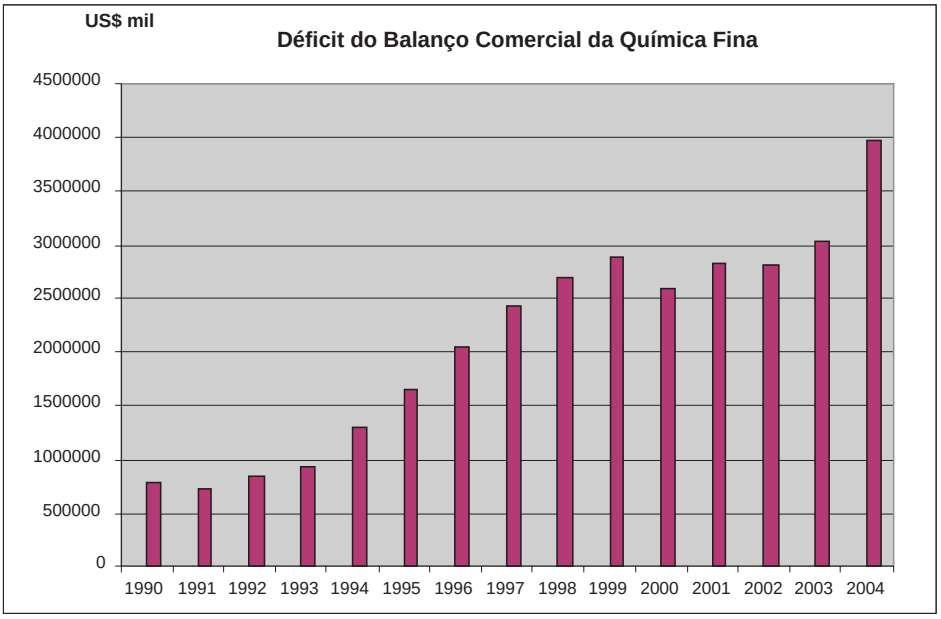
(Petroquisa, criada em 1967), de suporte financeiro do BNDES e associação com empresas nacionais e estrangeiras – neste caso o *know how* é transferido pela multinacional.

Com base no sucesso alcançado por essa política pública, ao longo dos anos 80, desenvolveu-se um grande programa de incentivo à industrialização na área de química fina, em especial após a edição da Portaria Interministerial n^0 04/84. Por meio do uso do poder de compra do Estado – inclusive com a contratação de compras futuras via Central de Medicamentos (Ceme), com o apoio ao desenvolvimento tecnológico requerido – via implantação da Codetec e financiamentos pelo Estado (apoio a P&D – Finep, promoção do investimento industrial – BNDES), foram promovidos investimentos que, entre 1984 e 2000, atingiram valores acumulados em torno de US$1 bilhão. Nesse programa de química fina a Petroquisa teve uma participação mais modesta do que aquele ocorrido na petroquímica, sendo associada indireta de alguns empreendimentos vinculados à empresa *holding* Norquisa.

Com a abertura comercial realizada pelo governo federal ao longo dos anos 90, sem prever qualquer período de adaptação à nova situação de mercado, segundo levantamento realizado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior somente na área da química fina 1.096 unidades produtivas foram fechadas, bem como 355 projetos foram cancelados, cujos números consolidados são apresentados a seguir.

Discriminação	*Intermediários* de QF	Farmoquímicos	Defensivos agrícolas	Aditivos, aromáticos e corantes	Total
Paralisada	241	407	73	375	1.096
Não-Implementada	208	110	10	27	355
Total	**449**	**517**	**83**	**402**	**1.451**

Em período de forte apreciação cambial do real em relação ao dólar (1994-99), o resultado econômico da abertura comercial unilateral realizada pelo Brasil sobre o balanço do comércio externo brasileiro no contexto desse complexo industrial pode ser aferido pelo gráfico a seguir apresentado.



Como se vê pelo gráfico acima apresentado, aumentou de maneira relevante a inclinação da curva que expressa o déficit do balanço comercial do setor a partir de 1994 e até 1999 (período em que se conviveu com câmbio muito apreciado), estabilizando-se nesse novo patamar até 2003, voltando a subir em 2004. O longo tempo de duração dessa apreciação cambial levou ao sucateamento da indústria existente, em especial daquele emergente no contexto da política para a química fina dos anos 80, fato que agora irá requerer medidas especiais de política industrial, tecnológica e de comércio exterior de longo prazo, visando reativar empreendimentos produtivos e inovar tecnologias usadas no passado nessa área industrial.

Perspectivas de evolução

No passado, especialmente ao longo dos anos 70/80, deu-se ênfase ao modelo de substituição de importações, sob tutela de um mercado interno fortemente protegido. Esse modelo não é mais aplicável num país que a cada dia mais se insere no mercado externo, via acordos comerciais internacionais irreversíveis.

A nova política industrial, concebida em boa hora pelo novo governo federal em parceria com o setor privado, tem por objetivo implantar no país uma indústria moderna e competitiva internacionalmente, para o que se torna requerida a interação de políticas públicas, visando o desenvolvimento industrial, tecnológico e de comércio exterior de forma efetiva e consistente. Nesse contexto, a nova política definiu uma série de instrumentos visando criar as condições necessárias para promover a retomada do crescimento na indústria instalada no Brasil, com ênfase na inovação tecnológica centrada nas empresas produtivas que atuam em setores estratégicos no país e com o objetivo de aumentar o saldo do balanço comercial. Os setores considerados estratégicos pela nova política são os de semicondutores, *software*, bens de capital, fármacos e medicamentos. Os três primeiros foram selecionados em decorrência da interpenetração horizontal dos mesmos no âmbito das demais cadeias produtivas do país, e o quarto setor industrial privilegiado (fármacos e medicamentos) por sua expressão estratégico-social e no balanço comercial externo do Brasil.

Os mecanismos para a promoção do crescimento industrial deverão ser acionados por um Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), segundo a forma definida pela Lei n^0 11.080, de 31 de dezembro de 2004, que criou um órgão no qual têm assento ministros de Estado, dirigentes empresariais e trabalhadores, e que tem na Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) seu braço executivo. São amplas as expectativas de uma retomada do desenvolvimento industrial nesse estratégico setor, a partir de 2005.

A inovação tecnológica incremental, que deverá ser priorizada já num primeiro momento, necessita basicamente dos instrumentos convencionais para apoiar essa atividade nas empresas, em especial:

• Acesso a recursos de financiamento para P,D&I da ordem de 90% do investimento requerido, amortização em 10 anos, diretamente pelo BNDES a taxas de juros nominais menores que a TJLP (6% a.a.) em função do atendimento de metas a serem pré-acordadas durante a análise do projeto, bem como sob a forma de financiamento a P,D&I (instrumentos em implantação).

• Descontingenciamento prioritário das receitas orçamentárias para os fundos setoriais, que são formadas por recursos da Cide – idéia já aventada

pelo governo federal, bem como sua aplicação direta no setor produtivo – que constitui intenção ainda não realizada.

• Uso de incentivos fiscais, de forma ágil e desburocratizada, para atividades de P,D&I, sem a necessidade de prévia aprovação de projeto em agências oficias, embora o sujeitando à rigorosa e detalhada comprovação *a posteriori,* junto aos órgãos arrecadadores.

• Uso do poder de compra do Estado para fomentar a fabricação interna no país dos fármacos e medicamentos requeridos para o atendimento dos sistemas de saúde pública, por meio de critérios de qualidade (exigência de inspeção e certificação pela Agência de Vigilância Sanitária), isonomia no tratamento tributário, preferência nas ofertas com maior valor agregado localmente e contratação para o fornecimento no longo prazo, iniciativa que requer a elaboração de projeto de lei específico sobre a matéria.

No entanto, a sustentação do crescimento da indústria de fármacos (definida como uma das quatro prioridades da nova política industrial) no longo prazo, desde logo, requer que seja iniciada uma expressiva capacitação das empresas em tecnologias de ponta, como a biotecnologia e a nanotecnologia, por serem processos indispensáveis para atender os requisitos da moderna farmacologia humana e para a defesa vegetal ou animal. A nova política industrial destaca-as como sendo as tecnologias portadoras de futuro, mas iniciativas nessa área devem ser adotadas desde logo.

Ademais, diferentemente dos demais setores priorizados pela nova política industrial (*semicondutores, software, bens de capital*), cujos efeitos permeiam horizontalmente por toda a estrutura produtiva, o setor de fármacos e medicamentos constitui um setor industrial concebido de forma verticalmente integrada e, assim, requer um tratamento distinto daqueles setores.

A propriedade intelectual relativa a uma nova droga está sempre associada a um novo princípio ativo. Nestas condições, não basta estimular o crescimento da indústria farmacêutica nacional *per se*, se em tal programa não contiver um claro incentivo ao desenvolvimento e fabricação de suas matérias-primas – os princípios ativos utilizados nos medicamentos.

No atual cenário de globalização econômica, o desenvolvimento de uma cadeia produtiva verticalizada como a de fármacos e medicamentos,

somente será viável ao longo prazo, no Brasil, se levar em conta tanto seu mercado (medicamentos), quanto a sua necessária base química, formada pelos insumos requeridos pela indústria – intermediários de síntese. A origem de tais insumos poderá ser encontrada, inclusive, a médio e longo prazo nos abundantes recursos da biodiversidade brasileira, fato que em si mesmo já constitui enorme vantagem comparativa do Brasil em relação ao exterior. Além disso, para tornar economicamente viável tal empreendimento, sua base industrial química deverá ser dimensionada para atender, também, a outros mercados da química fina, no Brasil e no exterior.

Esse relevante fato requer não somente o apoio do Estado para uma contínua inovação tecnológica e para estimular os novos investimentos nas empresas nacionais instaladas no país, como também necessita a efetiva participação do Estado, em parceria com o setor produtivo interno, para a montagem dessa sólida indústria química de intermediários, a ser implantada com escala produtiva adequada para permitir que as estratégicas matérias-primas requeridas pelo setor apresentem qualidade e preços competitivos internacionalmente, do que resultará que, também, possam ser exportadas.

Assim sendo, tendo em vista a viabilização da atual política industrial, tecnológica e de comércio exterior para o setor de medicamentos e fármacos, em especial para ser competitiva internacionalmente no longo prazo, deve ser buscada, desde logo, a implantação de uma indústria química orgânica destinada a fabricar as matérias-primas requeridas para os diversos segmentos da química fina nacional, com porte suficiente para também acessar mercados externos. Essa iniciativa deveria levar em conta o estudo "Projeto Estruturante para a Indústria de Química Fina no Brasil", realizado pela Escola de Química da UFRJ, sob a coordenação da Profa. Adelaide Antunes e que, partindo da análise estatística das importações de produtos químicos estratégicos para a economia brasileira, verificadas no decênio dos anos 90 (valores superiores a US$10 milhões/ano), identificou os processos químicos unitários e os insumos requeridos para a fabricação de tais produtos: nitração, esterificação, ciclização, redução, amidação, diazotação, cloração, alcoilação, condensação, fosforilação, oxidação, hidrogenação, fermentação.

Um projeto dessa magnitude, e com tal significado estratégico para o soberano crescimento do país, certamente irá requerer uma presença bem mais expressiva do Estado brasileiro, seja por meio de seu braço promotor do desenvolvimento (BNDESPAR), seja por intermédio da empresa estatal

que liderou exemplarmente a implantação da indústria petroquímica no Brasil nos anos 70 (Petroquisa).

Um ou mais projetos dessa magnitude poderiam ser concebidos no Brasil à semelhança do que ocorreu com os pólos petroquímicos, buscando-se viabilizar empreendimentos que potencializassem o uso de vantagens comparativas do país, expressas por sua capacidade empresarial, seus centros geradores de tecnologias e seus recursos naturais (em especial a biomassa), aliados a uma política pública que promovesse a inovação tecnológica focada na empresa e a formação de parcerias do setor público (Petroquisa e BNDESPAR) com o privado (empresas do setor).

Obviamente um projeto dessa natureza requer a realização de um profundo e consistente estudo de viabilidade técnico-econômica que, em nosso entendimento, somente uma empresa do porte e com o significado estratégico da Petroquisa poderia liderar. Mas algum balizamento nesse sentido já poderia ser agora definido, inclusive para uma melhor discussão sobre a idéia. Com esse intuito parece que o melhor *approach* a se fazer seria a busca de um modelo industrial fundamentado em processos químicos ou bioquímicos unitários, que fossem selecionados visando atender uma demanda futura mais significativa em termos de famílias de produtos do setor.

Para melhor ilustrar o conceito, a seguir é apresentada uma tabela contendo sugestões elaboradas pela Abifina e que estabelecem o vínculo pretendido entre processos unitários e demandas de mercado por famílias de produtos, no caso as principais moléculas da área farmacêutica. Nesse primeiro momento, indicar processos e algumas famílias de produtos traz o maior risco de ser considerado como não-exaustivo, mas é conveniente para os objetivos perseguidos, que é procurar tornar o mais claro possível a sugestão.

No quadro a seguir mostrado, procura-se interconectar classes terapêuticas (alvos do mercado farmoquímico) com as capacitações produtivas requeridas para a indústria respectiva, caracterizada pelos processos de síntese ou biotecnológicos mais usuais em tais rotas.

Como se vê no quadro mostrado, não mais que meia dúzia de processos unitários da área de química fina são requeridos para tais aplicações. Assim sendo, em vez de se projetar dezenas de unidades fabricantes de produtos, seria requerido apenas um reduzido número de empresas especializadas em

determinados processos, assim dispondo da capacitação técnica para a fabricação de dezenas de produtos, em uma mesma instalação. Esse princípio parece ser muito mais adequado à fabricação de matérias-primas para a indústria farmacêutica do que aquele tentado no passado, com empresas fabricantes especializadas em produtos demandados pelo mercado, com as conseqüentes implicações em custo e dificuldades administrativas.

Classe	Mercado, US$ bilhões	Fermentação	Hidrogenação	Sínteses assimétricas	Processos catalíticos	Outros
Antiretro-virais	N.D.	OK	OK	OK	OK	Redução Halogenação Ciclização
Antidepressivo	15,9		OK			Friedl-Crafts Ciclização
Antagonistas de calcio	9,9			OK	OK	Ciclização
Antihiper-Lipidêmicos	18,9			OK	OK	
Antibióticos: - Quinolonas - Beta lactamicos - Macrolídeos	6,7	OK		OK	OK	Halogenação Ciclização
Inibidores de ACE	7,5	OK	OK	OK	OK	
Anti-ulcerígenos	19,5				OK	
Antiinflamatórios não esterodais	10,9				OK	Friedel-Crafts Ciclização
Antipsicóticos	7,7				OK	Halogenação Ciclização
Antidiabéticos orais	7,6			OK	OK	Sulfonação
Antiestamínico sistêmico	6,7				OK	Grignard Halogenação Friedel-Crafts Redução
TOTAL	**111,3**					

A indústria farmacêutica mundial apresentou um faturamento total de quase US$500 bilhões no ano de 2003, conforme mostrado na tabela abaixo.

ANO 2003

País/Bloco	Valor US$ bilhões	Participação (%)	Crescimento Anual (%)
América do Norte	229,5	49	11
UE	115,4	25	8
Europa (resto)	14,3	3	14
Japão	52,4	11	3
Ásia, África e Austrália	37,3	8	12
América Latina	17,4	4	6
Total	**466,3**	**100**	**9**

*Vendas - preço fábrica

Fonte: IMS HEALTH

Partindo do pressuposto que o custo do princípio ativo responde por 15% do preço do medicamento final, tem-se somente para essas classes de produtos um mercado mundial da ordem de US$ 70 bilhões.

No quadro apresentado a seguir é mostrado o valor do mercado mundial dos produtos agroquímicos.

Vendas de agroquímicos no mundo por região

Região	US$ Bilhões/ano 2003
América do Norte	8,277
Ásia – Leste	6,675
Europa – Oeste	6,408
América Latina	3,738
Resto do mundo	1,602
Total	**26,700**

Fonte: Revista Agrow nº 416 - 17 de janeiro de 2003.

Considerando-se que o custo do princípio ativo nessa área é da ordem de 70% do preço do produto formulado, tem-se como valor da demanda de produtos técnicos agroquímicos algo em torno de US$18,7 bilhões.

Por outro lado, considerando-se que existe uma grande superposição de capacitações químicas entre intermediários para a indústria farmacêutica e a agroquímica, ou seja, que essencialmente a cadeia orgânica para esses produtos (inclusive processos de fabricação) é a mesma, chega-se a um valor de mercado total mundial de US$88,7 bilhões/ano.

Atribuindo-se uma participação dos princípios ativos (produtos técnicos) em 8% do mercado brasileiro de agroquímicos em relação ao mundial, chega-se a um valor de US$1,5 bilhão/ano como dimensão desse mercado nacional para defensivos agrícolas; e uma participação de princípios ativos (fármacos) requeridos pelo mercado brasileiro de medicamentos da ordem de 1% no mercado mundial (cerca de US$ 70 bilhões/ano), chega-se a um valor de US$ 0,7 bilhão/ano como dimensão desse mercado nacional para medicamentos. Somando-se as duas capacidades tem-se, então, US$ 2,2 bilhões/ano, que seria a atual capacidade do mercado brasileiro absorver princípios ativos, tanto para agroquímicos como medicamentos.

Mercados princípios ativos, US$ bilhões

Mercado	Brasil	Mundo
Produto técnico agroquímico	1,5	18,7
Fármaco	0,7	70
Total	**2,2**	**88,7**

O estudo de viabilidade técnico-econômica a ser desenvolvido deveria considerar a imprescindível integração das empresas industriais com centros de pesquisa e universidades, bem como contar com uma estrutura tecnológica fortemente habilitada em Inteligência Competitiva (monitoramento tecnológico), para não se buscar a "reinvenção da roda", e cumprir os requisitos de BPF, BPL, etc.

Deve ser considerado que o governo brasileiro, além de ser um grande comprador de produtos nessa área, dispõe de um arsenal de instrumentos de políticas públicas que poderão viabilizar ou, no outro extremo, inviabilizar empreendimentos industriais.

Por último, mas não menos importante, como o grosso da demanda de mercado em termos físicos seria para a agroquímica, sua integração nesse projeto é indispensável para viabilizar a escala de produção dos fármacos, geralmente menor. E o mercado a ser considerado no atual mundo globalizado, obviamente, inclui o exterior.

CONCLUSÕES

1. A viabilização da política industrial para a área farmacêutica passa, necessariamente, pela fabricação local de princípios ativos ou matérias-primas para esse segmento da cadeia produtiva de medicamentos, sendo conveniente o exame das possibilidades de se buscar a especialização de empresas em processos produtivos (em vez de produtos), localizadas a montante da referida cadeia produtiva.

2. A constante inovação tecnológica, requerida pela área em questão, requer uma grande concentração de recursos públicos em parceria com o setor privado e sua alocação prioritária em áreas de maior agilidade,

capacitação e conhecimento do mercado. Nessas condições, investimentos para inovação tecnológica de fármacos deveriam ser direcionados para as empresas capacitadas nos processos produtivos requeridos para tal finalidade e na adequação de tais produtos aos mercados respectivos. É desperdício de recursos escassos incentivar pesquisas em Centros de P&D autônomos, sem estreita vinculação com o sistema produtivo da área de saúde pública.

3. Incentivos fiscais a serem conferidos às empresas necessitam ser ágeis, sob pena de se perderem oportunidades de mercado. Daí decorre a necessidade de que o controle de tais aplicações pelo fisco seja procedido *a posteriori,* em vez de ser requerida uma apresentação formal e julgamento de projeto de pesquisa por órgãos de fomento, que demandam longo tempo e, ao tornar públicas intenções de investimentos, impedem a consecução de trabalhos voltados para atender oportunidades de mercado, em área tão competitiva.

4. O poder de compra do Estado é o instrumento mais valioso para a promoção de investimentos privados em inovação tecnológica e no desenvolvimento industrial na área de fármacos.

O papel da C,T&I na inclusão social: o foco de emprego e renda

*Paulo C. R. C. Alvim**

Um país que faz coisas não vai desaparecer nunca.
PAULO FREIRE

INTRODUÇÃO

Cada vez mais se amplia a discussão de como a ciência, a tecnologia e a inovação – C,T&I devem ser usadas como estratégias para promover o desenvolvimento econômico, social, cultural, político e ambiental das nações.

O século XX teve a marca da tecnologia como fator chave para caracterizar a evolução conseguida por nações e organizações. Contudo, a evolução tecnológica, que trouxe benefícios para muitas organizações e para algumas parcelas da população, mostrou um lado perverso centrado no aumento dos desequilíbrios econômicos, sociais e ambientais, indicados concretamente pelo aumento dos números do desemprego, fruto da crescente busca dos ganhos de produtividade, em especial por meio da automação produtiva; e da incapacidade de muitos, países e organizações, de acompanhar o processo de avanço tecnológico, demandante cada vez mais de conhecimento científico e tecnológico e onde os ciclos de vida dos produtos e serviços se tornaram cada vez mais curtos. Esses fatores levam à necessidade de, neste início do século XXI, ter-se necessariamente que atuar no combate à exclusão tecnológica (ou exclusão do conhecimento como alguns já assinalam), como forma efetiva de evitar a eliminação de parcelas da sociedade da economia globalizada, com impactos efetivos de não

Paulo C. R. C. Alvim é gerente da Unidade de Inovação e Acesso a Tecnologia (UIAT), Sebrae Nacional.

participar dos ganhos do avanço do conhecimento em prol da qualidade de vida e de se buscar uma sociedade mais equânime ou ao menos, com menor desigualdade.

Esse ponto leva a discussão da necessidade de se buscar novos modelos de desenvolvimento, onde acesso ao conhecimento científico e tecnológico é um dos caminhos para que a sociedade efetivamente viva no século XXI.

Pretende-se, a partir de uma análise rápida da realidade brasileira e da visão do que vem sendo feito em alguns lugares e por alguns atores, ter a indicação de caminhos de como C,T&I poderão ser o vetor da transformação, que garanta para boa parcela da população brasileira melhor qualidade de vida, por meio de ações de inclusão socioprodutiva, que levem ao desenvolvimento local integrado e sustentável, gerando renda e ocupação, com resgates da cidadania e da valorização das pessoas, potencialidades e compromisso social.

Diagnóstico – os contrastes brasileiros

Por mais que se questionem os indicadores e suas interpretações, não se pode negar que o Brasil é um país rico, considerando seu Produto Interno Bruto (PIB) e o significativo parque produtivo instalado, em especial nas áreas da indústria e do agronegócio. Os avanços da inserção competitiva de vários produtos brasileiros no mercado internacional são inegáveis. A competitividade de várias empresas, que levam os concorrentes a exigirem de seus governos medidas de defesa comercial, indica bem que em vários segmentos produtivos o Brasil é competente no que faz. Segundo o Banco Mundial somos a 13ª economia do mundo. Outros institutos nos classificam como a 16ª economia.

Então, qual o problema?

Existem vários, mas nesse momento, o foco da análise é a desigualdade. Desigualdade com origens históricas e culturais, mas que em pleno século XXI devem ser minimizadas. Em especial se forem considerados os avanços já obtidos nos últimos anos nas áreas de educação, ciência e tecnologia.

Fala-se muito nos problemas da educação brasileira, mas não se pode negar os avanços que vêm sendo conseguidos quanto aos números de ingresso com a universalização do acesso (taxa de matrícula de 97% no ensino fundamental), em todos os níveis, e de alguns ganhos de qualidade. Está longe do desejado e do que possa posicionar o país num lugar de destaque, mas os resultados já são significativos, pela maior presença nas salas de aula e pelo maior número de estudantes ativos. Com o ganho de maior escolaridade da população, deve-se atuar no sentido de transformar tal ganho numa oportunidade e não num problema de alocação desta população melhor qualificada.

O segundo indicador significativo a ser destacado é o avanço do esforço de C,T&I do país, mensurado efetivamente pelo maior número de pesquisadores ativos e pelo aumento de percentual da participação brasileira nas publicações científicas no mundo. (Viotti & Macedo, 2003)

Pode-se afirmar que o Brasil tem no hemisfério Sul a melhor infra-estrutura de C,T&I, demonstrada por seus indicadores de esforço (capacidade laboratorial, massa crítica, número de grupos de pesquisa, formação de mestres e doutores, investimentos realizados, em relação ao PIB, entre outros) e pelos resultados já conseguidos (publicações científicas, lançamentos de novos produtos), sendo que, em algumas áreas, o Brasil compete com os países desenvolvidos, como nas áreas de agricultura tropical, genômica e pesquisa de petróleo em águas profundas.

Esse quadro, fortalece a presença brasileira como uma das 20 maiores economias do mundo e o posiciona sempre como um dos países emergentes. Hoje o Brasil é considerado como a 16ª economia do mundo, lembrando que já foi a 8ª. Este processo de ruptura do descenso só pode ser conseguido com um novo modelo de desenvolvimento, com base na inclusão e na redução da desigualdade.

A realidade brasileira apresenta um contraste mensurado pelos baixos índices de desenvolvimento humano (IDH) existentes no país e pela presença de parcelas significativas da população vivendo em condições inadequadas, com falta de acesso a saúde, alimentação e habitação e parcelas ainda vivendo em situação subhumanas, seja em regiões de baixa ou nenhuma atividade econômica, seja em áreas periféricas às grandes metrópoles brasileiras. Assim se torna básico que as transformações em

prol do conhecimento e do desenvolvimento alterem as condições precárias de vida dessas parcelas da população que estão à margem dos benefícios de uma sociedade do século XXI.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), o Brasil tem 17 milhões de habitantes vivendo abaixo da linha internacional de pobreza (utilizando menos que US$ 1 por dia), o que coloca o país entre os 10 países no mundo com maior número de pobres, não obstante modesta redução nas taxas de pobreza obtida no país desde 1992. Este é um processo que precisa ser acelerado.

Além de quê, segundo o Banco Mundial, apenas sete países no mundo são mais desiguais que o Brasil, onde os 20% mais ricos ganham 31 vezes mais que os 20% mais pobres. Consoante a PNAD – IBGE – 2002, o contingente de 1% mais rico se apropria de uma fatia superior a dos 50% mais pobres. Além do fator renda, a desigualdade se explicita por indicadores de escolaridade, raça, localização espacial e ocupação.

A redução da desigualdade tem forte poder de redução da pobreza, já que quanto menor a desigualdade, mais forte é a relação direta entre crescimento econômico e redução da pobreza. Os principais fatores responsáveis pela desigualdade brasileira são:

- níveis desiguais de educação;
- mercado de trabalho remunera quem tem formação; e
- incidência e concentração das transferências públicas (Velloso, 2004).

Considerando o retrato do Brasil real, as estratégias de desenvolvimento, que levem a uma sociedade com melhor qualidade de vida e menor desigualdade, devem abordar as seguintes dimensões:

- melhorar a distribuição de oportunidades de investimento em atividades produtivas em todo o território nacional, atuando na desconcentração regional;
- incorporar a questão da sustentabilidade econômica, social e ambiental, como fator de definição de investimentos;

• praticar políticas de distribuição de renda que tenham foco de aplicações nas populações mais pobres e necessitadas; e

• adotar políticas que incorporem as questões da inovação e competitividade, como elementos da sustentabilidade.

Para tanto se torna fundamental valorizar:

• o capital humano;

• o capital social;

• o protagonismo local;

• os valores e cultura locais; e

• os recursos naturais e as potencialidades locais, dentro da prática de modelos sustentáveis.

Com base nos recentes avanços econômicos e sociais, o Brasil está se preparando para ingressar no século XXI com amplas melhorias na qualidade de vida de sua população, onde deve-se buscar convergência de ações dos atores envolvidos e onde C,T&I passa a ter papel dinamizador do processo, acelerando e superando etapas para se alcançar um desenvolvimento local integrado e sustentável, centrado em práticas democráticas, descentralizadas e participativas.

A EXPERIÊNCIA BRASILEIRA – O QUE JÁ VEM SENDO FEITO

Apesar da existência de um conjunto de experiências exitosas, em especial conduzidas pela Sociedade Civil, no sentido da redução das desigualdades socioeconômicas da população brasileira, será dado um corte a partir de 1992, período em que era intensa a mobilização da sociedade civil, pois possuía uma forte marca – tinha voz.

Betinho no Ibase, Luiz Pinguelli Rosa no Fórum de Ciência e Cultura, entre outros, discutiam e propunham ajustes nas políticas de combate à pobreza, ação única capaz de sensibilizar e unir toda a sociedade brasileira. Assim nasceu a Ação da Cidadania e a partir daí, um conjunto de iniciativas se deflagram, onde em várias delas se contou com a parceria público-privada,

em prol da melhoria da qualidade de vida da sociedade brasileira (Medeiros, Ulhoa & Peter, 1998).

O universo de experiências locais a partir desse período é muito grande, mas apresenta-se uma lista de casos em que o foco foi a geração de postos de trabalho com impacto na renda da comunidade, por meio da inclusão socioprodutiva, com o desenvolvimento de uma atividade econômica antes inexistente e transformando a vida das pessoas, como os exemplos a seguir:

• Cooperativa dos Trabalhadores Autônomos de Manguinhos (Cootram) no Rio de Janeiro, que congrega 1.300 cooperados, atuando nas atividades de limpeza, manutenção viária, coleta seletiva e reciclagem de lixo, jardinagem, controle de vetores, higienização, entre outras;

• Programa de Incubadoras de Cooperativas Populares (Proninc), desenvolvido pela Coppe – UFRJ, UFRPE, USP, UFJF, Uneb e UFC;

• Produção de alho vernalizado em Novo Horizonte na Bahia;

• Criação de peixes em tanques (tilápia, tambaqui e carpa) em Bananeiras na Paraíba;

• Associação de catadores de material reciclável de Capão Bonito em São Paulo;

• Núcleo cooperativo de Artesãos de Dom Aquino em Mato Grosso, com a produção de bonecas de pano;

• Brinquedos de miriti (madeira típica da Amazônia), em Abaetetuba no Pará;

• Quebradeiras de coco de babaçu, em São Miguel do Tocantins;

• Programa Cabra Forte na Bahia;

• Programa Desenvolvimento Rural Sustentável em Santa Catarina;

• Apicultura no Piauí; e

• muitos outros assemelhados.

Assim a partir da mobilização e vontade local, acesso a informação e ao conhecimento e com apoio a uma infra-estrutura básica de processo produtivo, é possível mudar a situação de falta de perspectiva de desenvolvimento de determinados territórios, dando dignidade e cidadania a parcelas alijadas do circuito produtivo nacional. Essa nova oferta de produtos e serviços colabora também para o resgate social de populações marginalizadas, por falta de oportunidade.

DESENVOLVIMENTO INCLUSIVO – A MARCA DO SÉCULO XXI PARA PAÍSES COMO O BRASIL

O desenvolvimento requer que se removam as principais fontes de privação de liberdade:

- pobreza e tirania;
- carência de oportunidades econômicas;
- destituição social sistemática;
- negligência dos serviços públicos; e
- intolerância ou interferência excessiva de estados repressivos (Sen, 2000).

A realização de ações que levam ao desenvolvimento econômico, social e ambiental envolve o bom aproveitamento de oportunidades econômicas; a política de liberdades políticas; o exercício dos poderes sociais e a conquista de melhores condições de saúde, educação básica; e o incentivo e o aperfeiçoamento de iniciativas, em que as ferramentas hoje praticadas no empreendedorismo são um elemento alavancador.

Desenvolvimento com justiça social requer não só a criação e reprodução do capital econômico, mas torna preciso e crucial o processo de fomentar os capitais humano, social e natural. Ressalta-se que a experiência nacional e internacional demonstra que qualquer política focada no desenvolvimento com justiça social, hoje, deve necessariamente contemplar a pequena produção, por questão de geração de postos de trabalho, participação, distribuição espacial e menor custo de implantação (Rego, 2002).

Partindo da premissa que a melhor forma de promover o desenvolvimento local integrado e sustentado é por meio da inclusão socioprodutiva, em que o empreendedorismo de pequenos negócios é fator dinamizador capaz de gerar renda e criar ocupação, fortalecendo e dinamizando as economias locais, e onde instituições como o Sebrae têm desenvolvido ações partindo do seguinte passo-a-passo:

• estimular o protagonismo local, investindo na auto-estima e na auto-confiança das pessoas;

• identificar os ativos locais, conhecendo as oportunidades, potencialidades, vocações, vantagens comparativas e competitivas que vão dar base ao desenvolvimento do território;

• promover o planejamento participativo e a gestão compartilhada, oportunidade de se trabalhar o capital social e a concentração dos diversos interesses locais; (Franco, 2001) e

• apoiar os pequenos empreendimentos produtivos, tornando-os competitivos e sustentáveis, não só na sua etapa de implantação, mas em especial ao longo da sua operacionalização, de forma a garantir a sustentabilidade do desenvolvimento local, com a multiplicação dos exemplos e oportunidades (Sebrae, 2004).

Ciência, tecnologia e inovação como vetores de transformação socioprodutiva

O avanço da ciência nos Séculos XVIII e XIX foi básico para o salto tecnológico verificado no século XX, e deu à C,T&I um papel diferenciador para nações e organizações neste início do século XXI.

As desigualdades e capacidades de geração e de difusão de informação e conhecimento científico e tecnológico se apresentam como fortes gargalos às estratégias de desenvolvimento com redução da desigualdade.

Desigualdade que afeta significativamente os padrões de qualidade de vida e a inserção competitiva na economia globalizada.

No caso brasileiro, as regiões mais desenvolvidas, localizadas principalmente no Centro-Sul do país, são aquelas em que se localiza a melhor infra-estrutura de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I), além de concentrarem a maior parte dos investimentos de C&T (mais de 70%).

Esses aspectos reforçam a necessidade de se usar C,T&I como elemento alavancador de desenvolvimento sustentado. Assim, a partir de uma capacidade e competência científica e tecnológica construída arduamente nos últimos 40 anos, sem embargo de dificuldades e descontinuidades das políticas e dos investimentos de C,T&I, acredita-se haver condições de formar uma plataforma que sirva de suporte para a mudança do modelo de desenvolvimento.

Um modelo inclusivo e que resgate brasileiros e brasileiras hoje à margem dos padrões de qualidade de vida do século XXI (Albuquerque & Rocha Neto, 1994).

Onde a relação tecnologia e território se torne elemento revitalizador dos processos de mudança que alimentam o desenvolvimento, já que o domínio da tecnologia se converteu em um recurso de poder, que fornece a capacidade de presença e afirmação nos mercados consumidores de produtos e serviços (Galvão, 2004).

Assim, a gestão do acesso à informação e ao conhecimento científico e tecnológico se torna o primeiro desafio dentro de uma estratégia de apoio ao desenvolvimento de empreendimentos. Devem ser respeitadas as especificidades e capacidades de absorção, o que exige o esforço de adequação de forma e linguagens dos processos de transferência de tecnologia. Esta é a base da estruturação do esforço das tecnologias apropriadas, que muitos denominam de distintas formas (tecnologia intermediária, tecnologia alternativa, tecnologia utópica, tecnologia suave, tecnologia de baixo custo, tecnologia comunitária, entre outras) (Brandão, 2001).

Foi adotado o conceito de tecnologia apropriada como a de pequena escala, eficiente do ponto de vista ambiental, intensiva em trabalho e dominada por uma comunidade local (Hazeltine & Bull, 1999).

No caso brasileiro, a prática das tecnologias apropriadas remonta a 1973 no Cetec de Minas Gerais, por meio de ações de adaptação de produtos e moldes de fabricação, para disseminar "nas indústrias mineiras, um processo com base no uso de design e engenharia reversa". Essa iniciativa foi a base para a realização em 1978 do Seminário Internacional de Ecodesenvolvimento e Tecnologia Apropriada. Outro marco a destacar, também em 1978 foi o Projeto Juramento – projeto especial de ecodesenvolvimento em pequenas comunidades, focado em energia alternativa (eólica e biodigestores), habitação, hortas comunitárias e granjas ecológicas. O projeto focava o desenvolvimento a partir do atendimento das necessidades básicas da classe popular (Cetec, 1985).

A institucionalização de ações de tecnologia apropriada no país teve no CNPq seu agente estruturante, já que a partir do trabalho das Ações Programadas em Ciência e Tecnologia, em 1981, estruturou-se um programa de *design* (concebido por Eduardo Barroso Neto) e que serviu de base para o PTTA, Programa de Transferência de Tecnologias Apropriadas, lançado em 1983, do qual, além do CNPq, participaram MEC, Ministério dos Transportes, Projeto Rondon, Embrater e os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), implantados em algumas universidades também pelo CNPq. O PTTA objetivava colocar à disposição das comunidades rurais processos tecnológicos compatíveis com a realidade social, econômica, cultural e ambiental, visando a melhoria de sua qualidade de vida. O programa atendeu aos setores de agropecuária, saúde, nutrição, saneamento, transporte, habitação, energia, educação, pesca artesanal, agricultura e produção em pequena escala.

As figuras de Lynaldo Cavalcanti, Eduardo Barroso Neto, José Israel Vargas e o hoje Deputado Federal Ariosto Holanda são emblemáticas para os trabalhos de tecnologias apropriadas no país.

O PTTA criou mecanismos de captação, seleção, aperfeiçoamento, geração e difusão de tecnologias geradas e gestadas pelas comunidades envolvidas, visando uma ação de autodeterminação tecnológica, que permitiu construir um Acervo Nacional de Tecnologias Apropriadas, com mais de 1500 referências indexadas, além de ações de extensionismo conduzidas principalmente pelas redes do sistema Embrater e do Projeto Rondon.

A descontinuidade administrativa praticada no país desmobilizou esse esforço e parcialmente as ações de difusão foram conduzidas pelo Ibict, que

serviu de base para a retomada em 1993 do PTA, Programa de Tecnologias Apropriadas, que incorporou o Senai, Sebrae e a área tecnológica do MEC. Só em 1995 foi formalmente estruturado o PTA – CNPq. Em meados de 1993 o Ibict iniciou, com recursos do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), o projeto Rede Nacional de Transferência e Difusão de Tecnologias Apropriadas, que permitiu a publicação em 1995 do Guia de Fontes de Informação em Tecnologias Apropriadas, contribuição de 138 entidades, além de um conjunto de cartilhas e vídeos, inclusive via internet, para levar informação e conhecimento para as comunidades.

Fato marcante foi a aprovação pelo CNPq a partir de 1994, do apoio aos programas estaduais de tecnologias apropriadas, iniciados com os Estados da Paraíba e Ceará. Em 1995, apoiou-se o Distrito Federal, e em 1996 se incorporaram os Estados de Pernambuco, Maranhão, Rio Grande do Norte e Rondônia. Em 1999 foi atendido SP e em 2000 os Estados do Pará, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul.

Esses marcos indicam a existência de uma massa crítica, hoje um pouco desestruturada e desmobilizada, quando se olha pelo viés da infra-estrutura de C&T, que perdeu uma forte base de amparo, que eram as redes de extensionismos, principalmente rural (hoje existentes em poucas unidades da federação e fragmentadas), mas que incorporou um forte contingente de ONGs, mais próximas das comunidades objeto da ação de transferência de tecnologia, e com forte poder de interação e mobilização. As ONGs hoje têm inclusive uma expressiva capacidade de geração de conhecimento, fruto da absorção do conhecimento tácito das comunidades em que atuam.

Assim, o esforço de C,T&I para o desenvolvimento, neste novo momento, deve estar focado na convergência e integração de todos os atores (entidades formadoras da infra-estrutura de C,T&I e entidades do Terceiro Setor) para geração e difusão de tecnologias, utilizando técnicas modernas e adequadas de extensionismo, que valorizem as pessoas das comunidades, os novos agentes da transformação do desenvolvimento local, os agentes locais da tecnologia.

A partir de 2002, novo alento se apresenta para o esforço da difusão de conhecimento científico e tecnológico, com a criação no MCT da Secretaria de Inclusão Social, em que se resgata um conjunto de instrumentos

de difusão e apoio a ações de extensionismo, em especial na área universitária, e com a criação de fóruns de discussão, incluídas com destaque as entidades do Terceiro Setor e a Academia Brasileira de Ciências (ABC).

Outro marco significativo ocorreu em 2004 na Brasiltec em São Paulo, na realização do Seminário de Tecnologia Social, com o lançamento da proposta da implantação da Rede de Tecnologia Social, liderada pela Secretaria de Comunicação e Coordenação da Presidência da República e envolvendo ainda a Fundação Banco do Brasil, Finep, Petrobras, Sebrae, MCT, entre outras entidades.

Ciência, tecnologia e inovação gerando renda e ocupação

A visão clássica de que a incorporação de novas tecnologias gera desemprego, evidentemente, não deve ser considerada uma verdade em todas as situações.

A incorporação do conhecimento científico e tecnológico é sempre um elemento que propicia a maior geração de renda, como demonstram os processos de agregação de valor a produtos e serviços, mas além desse aspecto, em muitas situações pode-se converter em estratégia de geração de ocupação.

Por meio de difusão de informação e conhecimento, muitas vezes disponíveis na infra-estrutura de C,T&I, como já explicitado e exemplificado anteriormente, tem-se a inclusão socioprodutiva como elemento de incorporação de camadas de população que vivem à margem da atividade econômica e sem acesso a padrões mínimos de qualidade de vida, por ausência de renda.

Assim, programas de difusão de C,T&I se tornam elementos-chaves para inclusão de populações que não possuem qualquer tipo de renda e aquelas que praticam atividades de subsistência, em especial as vinculadas às atividades da agricultura familiar.

O desenvolvimento de ações que agreguem valor à produção e que permitam ter ganhos de escala produtiva, inclusive de forma evolutiva, é que ressalta a importância de ter-se programas centrados em:

• ações coletivas e associativas de produção;

• efeito multiplicador, que facilita a reprodução de modelos em situações e territórios semelhantes;

• capacidade de diversificação e ampliação da produção;

• baixo custo de investimento; e

• facilidade de difusão e aprendizado, que responde à baixa escolaridade de grande parcela de nossa população, em especial nas populações mais necessitadas.

Esses modelos, se integrados a lógicas de economia solidária e comércio justo, podem se tornar elementos-chaves de transformação da nossa realidade, modelos de desenvolvimento inclusivo e integrado à nova lógica de redução de desigualdade, como estratégia de crescimento justo e sustentável.

Com tais premissas, as quais se somam os aspectos de baixo custo de investimento e operação; simplicidade e flexibilidade operacional; alta capacidade de absorção; e existência de apoio técnico e gerencial local, resulta proposta de um conjunto de iniciativas focadas na inclusão socioprodutiva com uso de C,T&I para geração de renda e ocupação, com resultados no desenvolvimento local.

Sugere-se um conjunto de ações de acesso e uso de C,T&I com foco em geração de ocupação e renda, ações que devem ser conduzidas de forma paralela e complementar:

1. Desenvolvimento de ações de produção

• Implantação de núcleos de produção coletiva com as seguintes ênfases:

Áreas rurais:

• Apicultura;

• Ovino-caprino;

- Avicultura caipira (ovos e carnes);
- Fruticultura;
- Biomassa para fins energéticos;
- Serviços de apoio à agricultura familiar; e
- Mandala.

Áreas urbanas de periferia:

- horticultura;
- coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos;
- serviços domésticos; e
- atividades socioculturais.

Deve ser destacado, que esse conjunto de núcleos de produção necessita ter a premissa do processo coletivo, garantindo as condições básicas de busca de escala econômica, aprendizado mútuo e solidariedade, em que as experiências de cooperativas de trabalho e produção são base para o modelo de difusão. E uma das formas de alavancar esse esforço pode ser a construção de incubadoras de produção coletiva, em que se integrarão ao modelo de núcleo de produção, as questões de apoio em capacitação, em gestão e apoio técnico à produção local.

As engenharias financeiras de implementação devem ser estruturadas com o uso de recursos não-reembolsáveis para os investimentos na infra-estrutura de produção e na aquisição das matérias-primas necessárias para início do processo produtivo. É essencial que esses empreendimentos tenham planos de negócio que garantam a sustentabilidade, após essa fase inicial, que contém com apoio financeiro para implementação. Daí a relevância de se acoplar os mecanismos praticados na economia solidária e no comércio justo, como formas de desenvolvimento sustentável de empreendimentos de práticas do uso de tecnologias sociais para geração de ocupação e renda.

Outras formas de viabilização estão centradas em compras diferenciadas, seja do poder público, seja de grandes distribuidores privados, que garantam a fixação de recursos financeiros localmente, alavancando a produção local e garantindo a circulação desses recursos.

2. Desenvolvimento de ações de suporte técnico identificado como um dos gargalos para a pequena produção local.

Ao longo do tempo, tem-se constatado que um dos gargalos para a pequena produção local diz respeito a questão de acesso, em especial o acesso à informação e ao conhecimento. Torna-se essencial garantir os aspectos de acesso ao mercado, em que é fundamental dar conhecimento do que se produz, em que quantidades e em que condições, elementos básicos para se atrair compradores, sem esquecer estratégias de distribuição e logística de oferta de produtos e serviços. Assim o desenvolvimento de instrumentos de marketing e comercialização, mais agressivos que a simples venda passiva, como nas feiras locais, tornam-se base para garantir a sustentabilidade da pequena produção local.

O uso de mídias de menor custo, como internet e rádio, praticado associativamente, também precisa ser intensificado.

A estes instrumentos devem ser associados o acesso à informação e ao conhecimento tecnológico, que garanta o atendimento das especificações exigidas pelo mercado comprador nas áreas de higiene, composição dos produtos, atendimentos de normas e ensaios, embalagens, tamanhos, formatos, rótulos, entre outros aspectos relacionados ao processo produtivo.

Assim, torna-se relevante a constituição de núcleos de apoio à pequena produção, que contem com a atuação de agentes locais de tecnologia social, no modelo de extensionismo como o já praticado pelos Agentes de Saúde e ADR – agentes de desenvolvimento rural/regional, permitindo um acesso e consultoria presencial ao conjunto de pequenos produtores.

Esse conjunto, constituiria uma rede de apoio técnico ao pequeno produtor local, base do acesso à informação e ao conhecimento para essas comunidades.

Um esforço de capacitação e atualização desses agentes é fundamental, e aí, principalmente, se reforçaria o esforço de inclusão digital dos pequenos

produtores e agentes locais, em que as bases iniciais poderiam ser as redes informatizadas já existentes, como telecentros, correios, lotéricas, entre outros.

O relevante, cumpre assinalar, é que a pequena produção, não pode ficar sem um elemento continuado de apoio técnico, e deve utilizar as infra-estruturas de comunicação já existentes e a capacidade local que pode ser capacitada e alimentada de informação de forma continuada e permanente. O papel das ONGs neste esforço é chave, e elas podem com certeza liderar este processo das redes de conhecimento das tecnologias sociais.

3. Desenvolvimento de uma ação de investimento.

A oportunidade da constituição da Rede de Tecnologia Social (RTS), já mencionada, deve ser considerada como o dínamo do processo de construção da engenharia financeira que alavanque recursos (humanos, materiais e financeiros) para o desafio do desenvolvimento inclusivo. Aglutinando os atores de apoio, acompanhamento e operação, e interfaciando com a clientela alvo do uso das tecnologias sociais, a RTS tem o papel de identificar parceiros, construir a diversidade de mecanismos e formas de parcerias, e avaliar os resultados conseguidos quanto à melhoria de qualidade de vida das comunidades atendidas.

Integrando atores públicos e privados, com as demandas da sociedade civil, as engenharias financeiras e operacionais devem ser estruturadas, inclusive as que permitem o retorno para a continuidade das ações, como a constituição de um Fundo de Tecnologia Social, já que face ao tamanho do desafio que se tem no país, esta é uma proposta para algumas gerações.

A este esforço devem ser adicionados mecanismos de microfinanças e de microcrédito que façam chegar essas modalidades de financiamento ao pequeno produtor, individual e coletivo.

4. Sistemática de avaliação.

A capacidade de incorporação de atores e parceiros está diretamente relacionada à capacidade de mostrar resultados concretos para o público alvo da ação, as comunidades carentes e desassistidas.

Sistemas de avaliação de desenvolvimento local precisam praticar flexibilidade, transparência e representatividade.

Assim, deve contar com todos os atores envolvidos (beneficiários, apoiadores – operadores de ações e patrocinadores) e nos níveis local, estadual, regional e nacional.

A estruturação dos modelos (em que existe uma diversidade de formas e devem ser respeitadas as estruturas que emergirem) deve garantir fluxo de informação e capacidade de identificar gargalos e dificuldades que comprometam a concretização dos objetivos. Mais uma vez deve-se usar as tecnologias de informação e comunicação existentes, em que estas não se constituam em barreiras e se garanta simplicidade, agilidade e prontidão. Em nível nacional, este é um papel que pode ser coordenado pela Secretaria de Inclusão Social do MCT, com o apoio consultivo de um comitê de partes interessadas.

Ao processo de acompanhamento e avaliação precisam estar acoplados mecanismos de comunicação que levem aos públicos-alvos envolvidos nos resultados conseguidos e que sirvam de meio de multiplicação dos exemplos de sucesso.

Essas sugestões não esgotam as possibilidades, mas se somam a um conjunto de iniciativas que já vêm sendo praticadas por vários atores, com sucesso, e que trazem uma reflexão a respeito do desafio a enfrentar, que é tão grande quanto nosso país.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliação recente realizada em dezembro de 2004 pelo CGEE sobre a promoção de tecnologias sociais no Brasil e do como fazer o processo de avaliação, aponta alguns caminhos a seguir. Somados aos trabalhos da implantação da RTS que já sinaliza a importância de se buscar resultados concretos ainda em 2005, daí já priorizar os territórios da Amazônia, do semi-árido Nordestino e dos bolsões de pobreza das áreas metropolitanas, com a difusão de tecnologias sociais de reconhecido êxito nas questões de geração de ocupação e renda, como as praticadas nas bambuzerias, mandalas e incubadoras de cooperativas populares, tem-se que o tamanho do desafio leva à necessidade de uma concentração nacional em prol da redução da desigualdade e da pobreza utilizando as tecnologias sociais.

O desenvolvimento includente e sustentado tem que ser um movimento que habilite o ser humano a manifestar potencialidades, talentos e criatividade, na procura da auto-realização e da felicidade, mediante empreendimentos individuais e coletivos, numa combinação de trabalho e tempo dedicado (Sachs, 2004).

Como já dito, este esforço demanda:

- acesso a ativos requeridos para a produção;
- acesso a capacitação, informação e conhecimento;
- disponibilidade de trabalho decente; e
- acesso universal a serviços públicos.

O desenvolvimento sustentável com justiça e equidade pressupõe uma política macroeconômica que valorize o trabalho.

Hoje, as principais atividades responsáveis pelas atividades de ocupação são:

- serviços prestados à família;
- artigos do vestuário;
- agropecuária;
- comércio;
- madeira e mobiliário;
- indústria do café;
- fabricação de calçados;
- fabricação de açúcar;
- abate de animais; e
- serviços prestados à empresa.

Conhecendo os potenciais de produção, as tecnologias disponíveis e as demandas de mercado, seja interno e externo, um esforço de convergência e integração deve ser perseguido como elemento de um novo modelo de desenvolvimento local sustentável, com base na inclusão socioprodutiva e na redução da desigualdade, que respeite as capacidades e condições locais

e que use o conjunto de experiências exitosas de inclusão socioprodutivas que se tem no país, algumas objeto de premiações nacionais e internacionais. O desafio é praticar mais e disseminar, trazendo benefícios para a sociedade hoje excluída.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Lynaldo Cavalcanti de; ROCHA NETO, Ivan. *Estudo do desequilíbrio econômico inter-regional*: ciência, tecnologia e regionalização. Brasília: IBICT, 1994.

BRANDÃO, Flávio Cruvinel. *Avaliação de um programa de desenvolvimento tecnológico induzido pelo CNPq*. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

CETEC (Belo Horizonte). *Projeto*: prática de implantação e disseminação de tecnologias apropriadas ao meio rural – 1983 – 1984. Belo Horizonte, 1985. Projeto Juramento.

FRANCO, Augusto de. *Capital social*. Brasília: Millenium, 2001.

GALVÃO, Antônio Carlos. *Política de desenvolvimento regional e inovação*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

MEDEIROS, Amélia; ULHOA, Eliane; PEITER, Gleise (Org.). *Caminhos para mudar o Brasil*. Rio de Janeiro: Oficina Social, 1998.

REGO, Luzamira. (Org.). DLIS: uma revolução silenciosa que contagia o Brasil. Brasília: Sebrae, 2002.

SACHS, Iguacy. *Desenvolvimento includente, sustentável, sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SEBRAE (Brasília, DF). *Desenvolvimento local e pequenos negócios*. Brasília, 2004.

SEM, Amartya. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

VELLOSO, João Paulo dos Reis (Org.). *Economia do conhecimento, crescimento e inclusão social*. Rio de Janeiro: José Olympio, 2004.

VIOTTI, Eduardo B.; MACEDO, Mariano M. (Org.). *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação do Brasil*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

Meio ambiente e inclusão social: a contribuição da integração lavoura/pecuária com plantio direto na região dos Cerrados

Paulo Afonso Romano[*]

Introdução

A amplitude do tema sugere algumas considerações de ordem geral sobre o meio ambiente e inclusão social.

São conhecidos na história muitos exemplos de empobrecimento e exclusão social, e mesmo sucumbência de comunidades, pela deterioração do meio ambiente devido ao manejo inadequado dos recursos naturais. Um dos casos clássicos é o dos sumérios que, de uma civilização exuberante sustentada pela agricultura irrigada há 2.000 A.C., terminou por desaparecer principalmente pelo processo de salinização do solo resultante do manejo inadequado da água no processo de irrigação. Ainda hoje, mesmo com o conhecimento existente e com os "alertas" de experiências anteriores são inúmeros os casos de degradação ambiental geradores de exclusão social. Por exemplo, da rápida exploração da Mata Atlântica para extração precária de algumas madeiras nobres seguida do uso do solo para pastagens, resultou, na Bacia do rio Doce, um quadro socioeconômico-ambiental degradado, com óbvia exclusão social expressa em fortes processos migratórios.

É importante considerar que, na fase atual do processo civilizatório, quase tudo é mais dinâmico, mais intrincado e, inclusive, mais fugaz. Por isso, não se deve simplificar análises nem conclusões.

[*] Paulo Afonso Romano é consultor, membro do Conselho Assessor Externo da Embrapa/Cerrados e diretor da Federação da Agricultura e Pecuária do DF.

No esforço de busca para frear, reduzir ou mitigar danos ambientais, um novo aparato legal/institucional está construído dentro e fora do Brasil. É sabido que em seu conteúdo predominam os mecanismos de comando e controle. Estes, por sua vez, demonstram resultados claramente insatisfatórios; e não necessariamente por deficiências na sua feição técnica ou em seu rigor penal. Anote-se que a sociedade brasileira, em geral, apoiou e até aplaudiu (e ainda o faz) a "Lei dos Crimes Ambientais", o conceito do poluidor-pagador, etc. Entretanto, tem aumentado a poluição do ar nas cidades e inclusive, a contribuição brasileira para o aquecimento global, principalmente devido às queimadas na Amazônia, colocando o Brasil entre os maiores emissores de CO_2 atualmente.

E o que dizer das questões como a do esgoto doméstico e lixo cujas quantidades sem tratamento ou disposição adequados têm aumentado? Apenas 68% do esgoto são coletados e destes apenas 20% são tratados adequadamente. Em relação ao lixo, é pequena a parcela dos municípios que fazem disposição adequada, sendo irrelevante a parte que é devidamente reciclada, excetuando latas de alumínio, "ferro velho", papel/papelão/plástico. E a fração orgânica majoritária e danosa? Ora, para uma sociedade tipicamente urbana, tal situação retrata uma aceitação tácita de convivência com tal mazela para a qual não faltam definições de responsabilidade, tecnologias e informações sobre suas conseqüências. Por exemplo, a água poluída (coliformes fecais e outras fontes) é causa de doenças responsáveis por 60% das internações (pediátricas) hospitalares, sendo que a diarréia ainda é a causa principal de mortes de crianças até cinco anos. Doenças como leptospirose, hantavirose ou dengue geralmente alcançam pessoas de renda baixa e estão associadas à degradação ambiental. Há acomodação política, cultura, ética e até moral.

Áreas vulneráveis de morros e margens de córregos, antes parte importante da paisagem natural, passam a ser áreas de risco pela afluência de pessoas impossibilitadas de habitar em áreas seguras (caras). E então a várzea (área de escape de eventual excesso de água em curso) torna-se habitada por pessoas que tentam se livrar de um fator da exclusão social representado pela falta de moradia ou de renda para pagar aluguel, mergulhando noutra condição de excluído e transformando-se também em agente de degradação ambiental.

Os morros deixam de reter a água pela ausência de vegetação natural. Ao contrário, pela impermeabilização (asfalto e telhados), a água desce com velocidade levando e "lavando" a sujeira (lixo, pó de asfalto, etc.) para as partes mais baixas causando desmoronamentos e enchentes nas cidades.

Esse conjunto de eventos evidencia a relação causal entre pobreza e meio ambiente, podendo-se dizer que em algum momento e lugar a mazela social confunde-se com a ambiental. É o caso típico de pessoas vivendo à custa de restos da sociedade nos "lixões".

São populações cujo processo de inclusão social não se completa sem solução dos problemas ambientais, enquanto com os quais viverem em promiscuidade. Lembre-se que é também nos morros, favelas e alagados onde é maior a dificuldade (custo, condições físicas, etc.) para coleta e tratamento de esgoto. Por isso, na saúde pessoal como na ambiental, é melhor prevenir do que remediar.

É necessário ficar claro, portanto, que nem sempre o desenvolvimento é a causa de degradação ambiental. Muitas vezes é a falta e/ou o perfil dele. Então o que se propõe é o equilíbrio, a sustentabilidade.

Não há, pois, como dissociar a questão ambiental da pobreza, podendo-se dizer, de maneira tristemente constrangedora, que ela (a pobreza) é ao mesmo tempo vítima e agente da degradação ambiental.

É importante reconhecer que as dimensões das intervenções antrópicas na natureza têm expressão ampliada e seus efeitos, física ou politicamente, ultrapassam as fronteiras nacionais.

Contudo, há razões para otimismo. A constatação e aceitação de que predomina a insustentabilidade levou as nações a adotarem o conceito de desenvolvimento sustentável como processo que busca atender necessidades atuais assegurando o atendimento das demandas futuras da sociedade. Daí nascem acordos, pactos, conferências, protocolos e mais que tudo, inicia-se um processo de mudança de postura da sociedade em busca de participação ou pelo menos de cumplicidade como os necessários e progressivos ajustes de comportamento.

Apesar de tudo, as pessoas preferem viver nas cidades grandes. Têm suas razões. Ocorre que, no conjunto, não se tem notícia de uma sociedade

que tenha transitado da condição de rural (80%) para a urbana (80%) em pouco mais de duas gerações, como ocorreu com a brasileira. Sem teorizar, nem as cidades estavam preparadas para receber tal contingente de pessoas nem parte da maioria dos migrantes estava preparada para nelas viver. Tudo fazendo parte de uma "busca de progresso" que só recentemente vem sendo analisado criticamente. É certo, porém, que tal busca resultou em padrões de crescimento precários que afetaram de maneira acentuada os processos naturais. Em partes do Brasil, como em outros lugares do mundo, o excessivo, rápido e desordenado uso dos recursos naturais trouxe lucro e progresso no curto prazo, juntamente com danos ambientais.

Embora retardatário, o Brasil procurou acompanhar o crescimento de outras partes do mundo obtendo melhoria significativa no padrão e qualidade de vida de sua população, apesar das conhecidas e absurdas disparidades.

Em escala mundial essa elevação de padrão de vida demandou produtos e tecnologias que consumiram vorazmente matéria-prima e energia gerando impactos jamais conhecidos. Registre-se que no século passado (majoritariamente na segunda metade) o uso dos combustíveis fósseis ampliou cerca de 30 vezes e a produção industrial, 50 vezes. O crescimento do consumo de água foi quatro vezes maior que o da população. Há informação de que no recente período de 1995 a 2000 o crescimento de tal consumo foi duas vezes maior que o populacional. Aqui também o sinal de que vivemos um tempo de urgência com a exigência de soluções duradouras.

As distorções e equívocos no processo de desenvolvimento, dentro e fora dos país, podem ser resumidos, em seus extremos, sob a ótica da degradação ambiental:

• os ricos com seu consumo exacerbado exigindo cada vez mais recursos naturais (energéticos, minerais, etc.) e ampliando o desgaste ambiental com o excesso de extração com a poluição e seus "restos". Estima-se que para o mesmo padrão de consumo norte-americano, a atual população mundial necessitaria o equivalente a três biosferas terrestres.

• os pobres na linha de sobrevivência física (mais de um bilhão), ao utilizarem excessivamente seus recursos ambientais, escasseando-os, mais se empobrecem gerando um círculo vicioso que leva à exaustão os recursos naturais e a própria vida humana.

Papel da ciência, tecnologia e inovação

A história da humanidade mostra que o progresso, sobretudo medido em termos materiais, estribou-se no velho paradigma de que ele representa "a vontade de evolução dos homens". E assim tem sido, sem considerações de ordem ética de como se dá essa evolução e de quem se apropria de seus benefícios. A verdade é que o "engenho humano" não descansa nem se sacia. Deste modo, ciência e tecnologia, com maior ou menor autonomia, com ou sem neutralidade geram potentes ferramentas para o processo evolutivo. Por isso, o conjunto Ciência, Tecnologia e Inovação oferecerá, nessa fase crítica, instrumentos para a mitigação de perdas e correção de rumos para a almejada sustentabilidade.

Sustentabilidade e a agropecuária no Brasil

Breves considerações sobre a agropecuária brasileira

Paradoxalmente e contrário ao que se depreende da recente e ampla cobertura dos meios de comunicação, a real exuberância e potencialidade do agronegócio brasileiro em algumas regiões e extratos de produtores caminha junto com preocupante potencial de exclusão social em outras regiões e grupos de agricultores.

Estudos realizados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) (2004) com base em dados do censo 1995/96 sob o título "Análise e Perfil dos Produtores Enquadráveis e Não-Enquadráveis no Programa Nacional de Apoio à Agricultura Familiar (Pronaf)" revelam que dos 4,82 milhões de estabelecimentos rurais "censitados", apenas 1,5 milhão (32%) geraram 82% das vendas de um total de R$ 44,7 bilhões. Portanto, os restantes 18% dessas receitas foram apropriados por 3,3 milhões de estabelecimentos onde se situa a chamada agricultura familiar. Das quatro categorias de agricultores familiares consideradas para efeito da política de crédito oficial apenas a categoria "B" (renda de até R$ 1.180,00/ano) possui dois milhões de estabelecimentos, sendo 71% destes no Nordeste.

É espantoso saber que no período 1975/2000, os preços reais dos produtos agrícolas, (IPC/Fipe), para a cidade de São Paulo decresceram 5,25%. Isso reflete a histórica transferência de renda do campo para a cidade.

Ainda sobre os pequenos agricultores, é de se surpreender a informação de que em seu conjunto, segundo o mesmo estudo, produzem menos de

20% do arroz, cana-de-açúcar, soja, trigo e laranja, abaixo de 30% do algodão, café e milho e menos da metade das hortaliças. Este grupamento ocupa 17% da área, gera 22% do valor bruto da produção e 17% da renda em comparação, respectivamente, aos 83%, 78% e 83% para os produtores maiores que não se enquadram como familiares.

Quanto à mão-de-obra, os estabelecimentos "enquadráveis no Pronaf" empregaram 2,9 homens/ano, contra 2,0 homens/ano dos maiores ("não-enquadráveis"). No Brasil, a média por estabelecimento foi de 2,6 homens/ano.

Quanto à questão ambiental, registra-se que dos agricultores brasileiros em geral, 66% faziam controle de pragas e doenças e apenas 19% adotavam práticas de conservação do solo, sendo que dos dois milhões da categoria "B" do Pronaf, apenas 7,5% adotavam essas últimas práticas. Isso sugere, mais uma vez, reflexão sobre a relação entre pobreza e degradação ambiental. Associado a esse fato, tal contingente gerou apenas 3% do valor bruto da produção com menor participação ainda sobre as vendas. É pouco mais (ou menos) do que plantar para comer. Por tudo isso, essa categoria, como os pequenos e tradicionais produtores de leite (no Sudeste), por exemplo, pode estar no limiar da exclusão social ou quem sabe são "incluídos formais". O certo é que são socialmente muito vulneráveis e dificilmente evoluirão sem apoio de políticas públicas específicas, não lhes bastando oferta de tecnologia. Por outro lado, os produtores comerciais formam a base principal de ação por ocuparem quase 80% do "território agrícola" onde ocorrem os processos ambientais.

As mudanças causadas pela busca de eficiência e inclusive competição com produtores de outras regiões do Brasil e do mundo gera uma relação, às vezes perversa, em que forças do mercado potencializarão cada vez mais a fraqueza do pequeno produtor. Neste momento, vale lembrar que o ideal da sustentabilidade (social, ambiental e econômica) não poderá ficar à mercê exclusivamente do mercado, "uma vez que o futuro não está devidamente representado pelo mercado – pelo menos o futuro mais distante" (Amartya Sen, PNUD, 1996). Por exemplo, pequenos produtores de leite recebem das indústrias, por litro, preço menor que os grandes fornecedores.

Agrava constatar que entre 1980 e 2000, somente no Nordeste, migraram 8,3 milhões de pessoas provavelmente por se sentirem excluídas

socialmente. E será que a condição dos que permaneceram terá melhorado? E a dos migrantes?

Em enfoque semelhante, deve-se ter em mente que a eliminação da pobreza representa a porta de entrada para o longo e permanente processo de busca da sustentabilidade.

Sustentabilidade agropecuária

É imperioso reconhecer que o agronegócio tem sido fundamental ao processo de desenvolvimento brasileiro. Ele agrupa o conjunto de cadeias produtivas que gera maior número de empregos (a custos mais baixos e bem distribuídos), além de "superávit" cambial, além de abastecer o mercado interno de produtos da alimentação, fibras e energéticos. Por essa razão, por seu dinamismo e pela crescente intensidade do uso e ocupação do solo, deve-se dedicar maior atenção à busca de sua sustentabilidade. É sensato lembrar que tal ocupação ainda está se processando por substituição de vegetação nativa no caso dos Cerrados e na Amazônia e por ampliação da área irrigada, requerendo, por isso, cuidados até então negligenciados.

Mais que um novo paradigma, a sustentabilidade agropecuária deve ser assumida como um compromisso conjunto de agentes públicos e privados (produtores, principalmente) e membros da cadeia do agronegócio.

Do ponto de vista ambiental, e historicamente, após a forma extrativista e posteriormente extensiva de produção, advém a utilização de sistemas de cultivos compactos, com base no uso intensivo de insumos industriais químicos e em processos motomecânicos intensos. Resultado: redução da biodiversidade, erosão dos solos e contaminação da água tornaram-se quase inerentes à produção agrícola. A crescente preocupação com o meio ambiente e com a qualidade de vida no planeta levou ao surgimento de um novo paradigma na sociedade: a sustentabilidade agropecuária. Até então, a linguagem predominante era apenas a da modernização e da produtividade, com a sociedade requerendo produtos com melhor apresentação e mais baratos, como perdura até hoje.

Esse novo paradigma procura transmitir a idéia de que o desenvolvimento e o crescimento da agricultura devem atender às necessidades desta e das próximas gerações, ou seja, deve ser algo benigno para o ambiente e para a sociedade continuamente. Apesar das contradições

em relação ao teor de mudanças, há um consenso no sentido de que agricultura sustentável é, antes de mais nada, um objetivo que começa a ser atingido quando forem asseguradas a "renda para o agricultor e conservação ambiental".

Assumindo que "para se ter uma agricultura sustentável é necessário um manejo sustentável", a FAO constituiu um grupo internacional de trabalho para estabelecer a base do entendimento e do conceito de "manejo sustentável". Para este grupo (Smyth et al.1993), "manejo sustentável combina tecnologias, políticas e atividades, integrando princípios socioeconômicos com preocupações ambientais", de modo que se possa simultaneamente:

- "manter ou melhorar a produção e os serviços (produtividade);
- reduzir o nível de risco da produção (segurança);
- proteger o potencial dos recursos naturais e prevenir a degradação da qualidade do solo e da água (proteção);
- ser economicamente viável (viabilidade); e
- ser socialmente aceitável (aceitabilidade)".

ATINGIR PADRÃO SUSTENTÁVEL NÃO É TAREFA FÁCIL E MENOS AINDA PROTELÁVEL

A grande diversidade dos problemas e sua distribuição geográfica, acrescidos dos diferentes extratos de tamanho das propriedades, do baixo nível de renda e de informação dos produtores, são fatores que não permitem simplificar soluções. Ao contrário, suscitam a busca de estratégias diferenciadas, visão de futuro e persistência para assegurar o atingimento de metas de curto, médio e longo prazos.

Como no exercício da gestão federativa, também deverá ser intensa a busca da interação e sinergia entre os organismos ambientais e setoriais de um lado e entre esses e os produtores (atores principais do processo), de outro.

Esse certamente será um profundo, profícuo e amplo exercício do princípio da transversalidade para a construção de um processo produtivo sustentável, visando conservar biodiversidade, solo e água como componentes nobres e essenciais do patrimônio social e ambiental do país e gerando renda para os agricultores desta e das futuras gerações.

Para isso, serão necessárias estratégias e políticas que considerem alguns fatores específicos tais como:

• baixa rentabilidade da atividade agropecuária:

• baixo nível de informações de produtores e trabalhadores sobre processos ambientais;

• característica difusa do processo de degradação (erosão principalmente);

• crescente demanda por produtos e conseqüente pressão sobre recursos naturais;

• necessidade de geração de divisas e emprego pelo agronegócio.

Integração lavoura/pecuária com plantio direto nos cerrados: potente ferramenta tecnológica e gerencial para a sustentabilidade agropecuária e a inclusão social

A agropecuária nos cerrados

É conhecido que até a década de 1960 esta vasta região que representa quase ¼ (204 milhões de km^2) do território brasileiro era, em termos econômicos, utilizada apenas parcialmente para a pecuária extensiva baseada em pastos nativos. Além disso, em áreas restritas (caso de Minas Gerais) era base para a extração (ainda que renovável) de carvão vegetal e para uma precária e insegura produção de arroz "de sequeiro", precursora da formação das pastagens artificiais.

Com forte estímulo e ousadia do governo federal e liderança de alguns de seus membros, iniciou-se na década de 1970 um forte processo de ocupação com a atividade agropecuária baseada principalmente pela migração de produtores do Sul/Sudeste que trouxeram sua experiência em agricultura e algum capital (máquinas e implementos). Como atração principal, o baixíssimo custo da terra e a disponibilidade de recursos para investimento e custeio a juros subsidiados.

Programas como o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro) (1975) e do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (Prodecer) tiveram elevada relevância. Foram com base em empreendimento pioneiro e bem-sucedido (então em

andamento sob responsabilidade do Governo de Minas Gerais) e conhecido como Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (Padap).

Expressiva parcela dos recursos foi aplicada na produção de soja e arroz como cultivos iniciais seguidos, respectivamente, de milho e pastagens. Além disso, café, trigo, feijão, etc. Entretanto, a maior parte das áreas foi utilizada diretamente para a formação de pastagens.

Importante notar que os primeiros plantios nem tiveram o apoio (hoje fundamental e reconhecido) da Embrapa e especialmente de seu Centro de Pesquisas Agropecuárias do Cerrado, cuja implantação foi iniciada em 1975.

Para situar a dinâmica do processo de utilização dos solos de cerrados como base da nova agropecuária brasileira, ressalta-se que à época a soja (o "feijão soja" como diziam os sulistas) era inteiramente desconhecida na região que hoje gera mais de 10% da produção mundial dessa leguminosa.

Quanto à carne bovina, cerca de metade da produção brasileira advém da região dos cerrados.

Se em um primeiro momento a terra transformou-se em reserva de valor, assim como os próprios rebanhos, hoje a situação é muito diferente. A rentabilidade da atividade agropecuária, em geral e na região, reduziu-se drasticamente, de tal modo que somente os produtores capitalizados e com bom padrão gerencial conseguem manter-se atualizados tecnologicamente.

Pela forte competição, precária infra-estrutura, aos altos custos dos fatores de produção (notadamente agroquímicos, máquinas e equipamentos) e dos financiamentos, há necessidade de alternativas para melhorar os resultados econômicos, sociais e ambientais do uso do solo ocupado com a produção de soja (quando em monocultura) e, principalmente, com pastagens degradadas.

Estima-se em 60 milhões de hectares o total de pastagens na região dos cerrados (Vilela, 2003) dos quais 80% (48 milhões de hectares) com algum grau de degradação e 50% (30 milhões de hectares) com acentuada degradação. Acrescente-se que, na mesma região, são mais de 22 milhões de hectares plantados em lavouras anuais dos quais aproximadamente a metade utiliza o que está sendo chamado de plantio convencional (com revolvimento do solo a cada ano). Do conjunto de lavouras, a maior área está ocupada

com soja (mais ou menos l4 milhões de hectares). Destes, pelo menos 6 milhões, na forma de cultivo sucessivo, representam uma forma de monocultura.

Tanto no caso de pastagens degradadas, quanto no cultivo tradicional de grãos sob manejo convencional, são previsíveis perdas ambientais e econômicas, restringindo, portanto, o alcance da sustentabilidade.

Tais perdas podem ser eliminadas ou reduzidas com a substituição do plantio convencional (PC) pelo plantio direto (PD) associado à integração lavoura/pecuária. Esta integração significa o uso de uma mesma área para a lavoura e a pecuária (pastagens), fazendo-se a rotação de acordo com uma programação, caso a caso, mas que geralmente varia entre três e quatro anos.

É importante destacar que já existe um domínio de tecnologia que possibilita o plantio simultâneo de milho ou arroz, por exemplo, em área de soja em monocultivo (solos geralmente férteis), com determinados capins do gênero Brachiária, predominante no Brasil Central. Além da redução ou absorção do custo de formação da nova pastagem pela colheita do milho, possibilita aumento e melhoria zootécnica do rebanho, além dos expressivos ganhos ambientais.

Efetivamente o plantio direto (PD) representa uma profunda alteração no manejo do solo e da água para agricultura, uma vez que em relação ao plantio convencional (PC), ele altera conceitos nos planos ambiental, social, tecnológico, econômico, gerencial e cultural.

No plantio convencional, realiza-se o preparo do solo por meio do revolvimento repetido anualmente pelas operações de aração e gradagem. Com a excessiva desagregação de suas partículas na superfície e a compactação da subsuperfície o solo torna-se vulnerável à erosão, especialmente nas condições subtropicais da região submetida a forte intemperismo.

Ao contrário, sem aquelas operações, o plantio direto contribui para manter ou recompor os agregados do solo superiores a 2mm fundamentais para a retenção da água. Uma camada de matéria orgânica representada por resíduos de cultivos anteriores (milho, soja, etc.), pastagens já existentes ou outros cultivos apropriados para produzir matéria seca, absorve o impacto das gotas de chuva sobre o solo e reduz a velocidade do escorrimento, propiciando maior infiltração da água e conseqüentemente, diminuição da

erosão. Isso resulta diretamente em redução de perdas variadas, aumento da quantidade e melhoria da qualidade da água, além de regularizar sua distribuição durante o ano.

Adicionalmente, as raízes mortas das plantas formam uma extensa rede altamente capilar de microporos que, facilitando a aeração do solo e a infiltração da água, promovem o desenvolvimento de uma ativa microfauna e microorganismos atuantes no processo de produção e conservação de matéria orgânica e retenção de umidade favorecendo a biodiversidade e a produção comercial. Processo natural de importante repercussão econômica é a reciclagem eficiente de nutrientes realizada pelas principais gramíneas utilizadas como pastagens que antecedem o plantio direto.

Tudo isso significa a substituição das operações mecânicas de aração e gradagem por processos ecológicos, constituindo portanto mudança de paradigma no processo produtivo. As figuras 1 e 2 e as fotos 1 e 2 ilustram as diferenças.

Figura 1. Plantio convencional

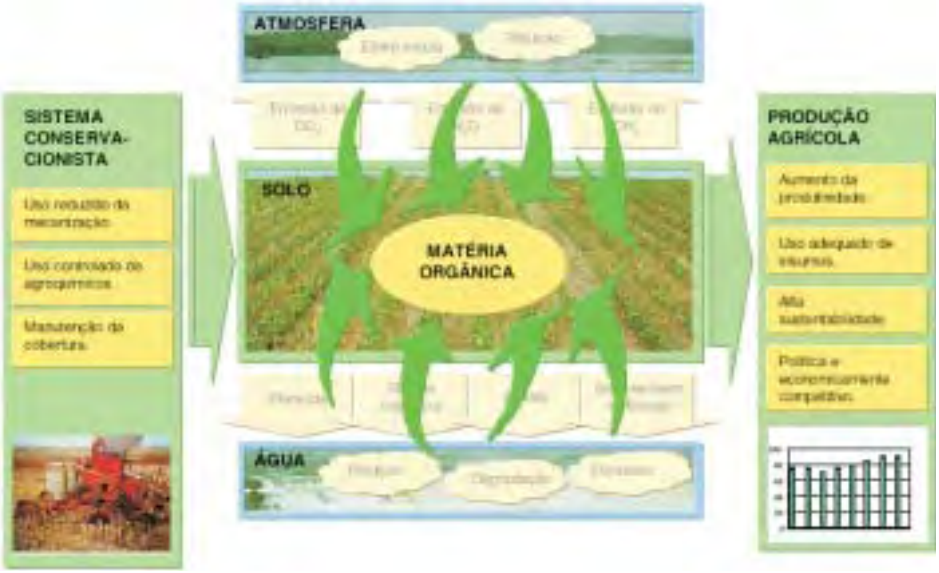
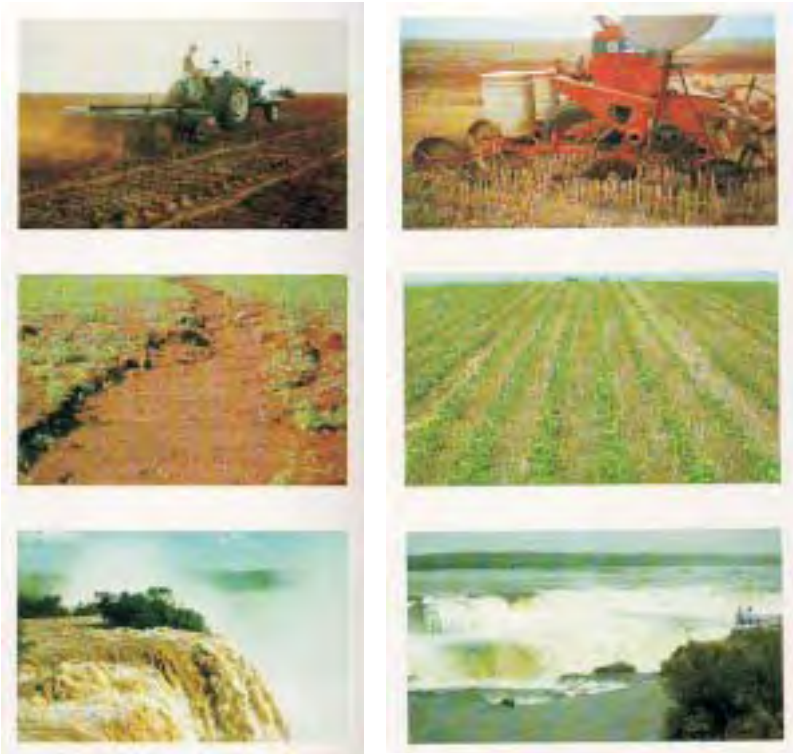


Figura 2. Plantio direto



Fotos 1 e 2. Plantio convencional x plantio direto

Do ponto de vista regional, não há dúvidas quanto à efetividade dessa tecnologia nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste; há indicações de viabilidade para as pastagens degradadas na Amazônia. No caso do Nordeste, carece de investigação por causa da menor precipitação pluviométrica, forte calor e baixa umidade do ar no semi-árido. Precedendo ou conjuntamente com pesquisas específicas é necessário estabelecer o zoneamento econômico-ecológico como contribuição preventiva para o processo da sustentabilidade.

Adequações têm sido feitas com sucesso na criação e adaptação de implementos e na configuração de máquinas agrícolas, visando ampliar a eficiência econômica e ambiental do plantio direto.

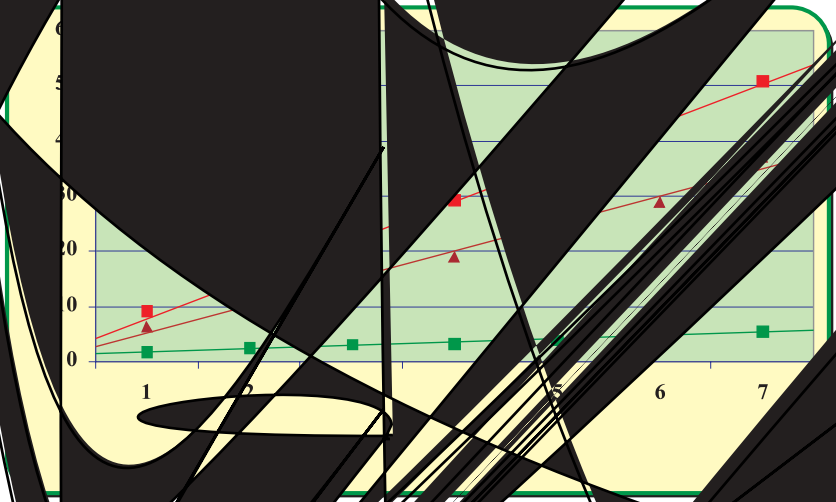
Sabendo-se que a principal causa da perda do solo (e suas conseqüências) é a erosão hídrica, convém conhecer informações sobre a potência desse método de plantio, comparando-o ao plantio convencional, na conservação de água e solo. O quadro 1 é auto-explicativo do efeito conservacionista do plantio direto, mostrando redução de perdas de 17,7 t/ha/ano de solo e incremento da infiltração de água de chuva em 95,2 mm/ano, quando comparado ao plantio convencional. Pode-se interpretar como um "seguro de colheita" natural porque concorre para reduzir danos dos veranicos (pequenos períodos de estiagem na estação chuvosa). Parte dessa água assegura a umidade do solo e, juntamente com a cobertura de matéria seca, reduz a amplitude das variações de temperatura do solo e conseqüente diminuição de estresse das plantas, incrementando de maneira sustentável os rendimentos.

Quadro 1. Comparação de perdas de solo e água no plantio direto e no plantio convencional.

Categoria	Plantio convencional	Plantio direto	Porcentagem reduzida
Perdas por erosão (t/ha/ano)	23,3	5,6	76
Perdas de água (mm/ano)	137,6	42,4	69,2

Fonte: de Maria (1991) – Resumo de trinta experimentos no Brasil.

Pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa) e experiências de produtores da região dos Cerrados asseguram a influência do plantio direto no aumento da produtividade agrícola e sua



cial

Prusky; GPRH/UFV (2002) estima para o Brasil perdas da ordem de US$ 5,3 bilhões/ano resultantes de erosão e considerados apenas os seguintes componentes: perda de nutrientes, depreciação da terra, aumento do custo de tratamento da água e de manutenção de estradas de terra e a redução da vida útil dos reservatórios.

Nesse mesmo trabalho técnico, é evidenciado o plantio direto como método preventivo de perdas de água e solo mostrando, por experimentos, que "as vazões máximas de escoamento superficial obtidas com o plantio direto, foram de 32,6 a 72,5% inferiores às obtidas para plantio convencional. Além disso, o plantio direto promoveu o retardamento tanto do tempo de ocorrência do início como do pico de escoamento superficial, tendo sido os volumes do escoamento superficial no plantio direto de 32,5% a 51,3% inferiores aos encontrados no preparo convencional".

Outros resultados desses esforços são encontrados no trabalho "Uso Agrícola dos Solos Brasileiros" (Embrapa/2002 – por Celso Vainer Manzatto, Elias de Freitas Junior e José Roberto Rodrigues Peres), observando que em todos eles foi levada em consideração, obviamente, a agricultura nos cerrados.

Analisando as perdas anuais internas à fazenda resultantes da erosão hídrica causada pelo uso do plantio convencional e o correspondente carreamento de fertilizantes, calcário e matéria orgânica, os autores estimaram em US$2,64 bilhões/ano o total de prejuízos causados aos produtores diretamente e à sociedade indiretamente.

A estimativa de custos anuais externos à propriedade, devido à erosão dos solos no Brasil, segundo o mesmo documento é de US$ 1,314 milhão, atingindo cerca de US$ 4,0 bilhões/ano, as perdas totais (internas e externas à propriedade).

John Landers (2004) em projeto aprovado pelo Programa Petrobras Ambiental sob o título "Conscientização da Sociedade e de Produtores Rurais e Disseminação de Práticas de Conservação d'Água no Meio Rural" destaca o efeito do plantio direto na "redução das emissões de CO_2 em função do menor uso de óleo diesel e pelo seqüestro de carbono no solo em até 1t/ha/ano". Sabe-se que as pastagens degradadas, ao contrário, são emissoras de CO_2.

São conhecidos e foram destacados por esse autor os seguintes efeitos do plantio direto:

Redução de:	**Incremento de:**
70% de assoreamento em represas, lagos e rios oriundo de lavouras e pastagens.	Fauna aquática e terrestre.
Recarregamento incremental de aqüíferos e regularização das vazões mínimas dos rios; poluição e eutrofização dos cursos de água por partículas de solo em suspensão, produtos químicos e nutrientes, resultantes do escorrimento com erosão.	Desenvolvimento rural e redução da migração, sobretudo para as grandes cidades; biodiversidade.
Riscos de inundações; custos de tratamento de água para abastecimento urbano.	Regularização de vazões mínimas; quantidade e qualidade da água.
Custos dos alimentos para os consumidores, como conseqüência de uma agricultura sustentável e altamente produtiva.	Navegabilidade em cursos d'água.
Contaminação dos recursos hídricos por lixiviação de agrotóxicos, por adoção de controles biológicos, seleção de produtos menos lixiáveis e menos tóxicos e coleta de embalagens de defensivos agrícolas.	Oferta de emprego e renda/inclusão social.
Pressão da ocupação agrícola sobre áreas mais frágeis e mitigação do desmatamento por intensificação do uso da terra.	Estabilidade de renda do produtor.
Consumo de energia (óleo diesel), por tonelada de alimento produzido; custos de manutenção das estradas de terra (rurais, vicinais e mesmo estaduais); emissão de CO_2 em função de menor uso de diesel e pelo seqüestro de carbono no solo entre 0,5 e 1,0 t/ha/ano.	Processo de sustentabilidade agropecuária.

A integração lavoura/pecuária com plantio direto mostra forte efeito sinérgico devendo ser avaliada e entendida na perspectiva de um salto rumo à sustentabilidade agropecuária.

Sobre as perdas do plantio convencional, do ponto de vista da unidade produtiva, chega-se ao extremo em que se estabelece o círculo vicioso entre a pobreza e a degradação ambiental no qual o solo empobrecido gera baixa renda que, por sua vez, limita a possibilidade de sua recuperação. Esse processo dá sustentação ao ditado: "agricultor no vermelho não conserva o verde".

Do ponto de vista ambiental, pode-se afirmar que um solo/pastagem degradada representa a expressão mais abrangente (e pouco percebida) do problema ambiental brasileiro de maior amplitude: a ruptura do ciclo hidrológico. Ou seja, durante as chuvas, a água escorre rapidamente na superfície, impedida de infiltrar e de filtrar-se naturalmente. Quando isso acontece, ela perde a proteção do aconchego do solo/subsolo, deixando de alimentar o lençol freático e recarregar os aqüíferos. Em conseqüência, o armazenamento parcial torna-se insuficiente para a água fluir durante o período seco, reduzindo a perenidade dos corpos d'água. Por isso, em áreas de cerrado, já é comum ouvir-se dizer de nascentes e córregos que secaram e de comunidades rurais e fazendeiros obrigados a buscar água de outras fontes, inclusive perfurando poços, e tornando o problema mais agudo. Afinal, a água somente estará disponível para quem dela cuidar.

Ao lado do uso intensivo e muitas vezes com manejo inadequado do solo, está a exposição da frágil rede hidrológica aos impactos do processo produtivo quando não pautado por práticas conservacionistas. Há que considerar também a existência de solos arenosos e por isso mais susceptíveis à erosão, como parte do oeste baiano. Daí existirem casos em que o manejo inadequado de tais solos (e conseqüentemente da água) haver provocado inúmeras "mortes" ou "agonia" de importantes mananciais naquela região. É no planalto, principalmente nas chapadas, onde se situam as principais áreas de recarga dos aqüíferos e as nascentes; são conhecidos e especiais os olhos d'água como início de formação da extensa rede hidrológica existente nos cerrados.

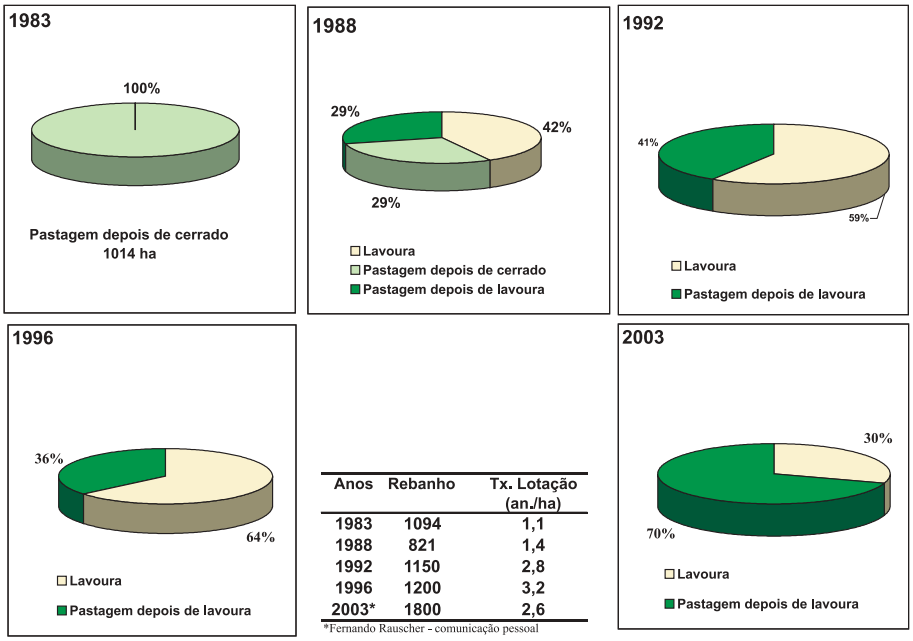
Estes e outros impactos tiveram influência na mudança de conceitos hoje expressos na "Lei das Águas", (Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997), tais como "a água é um recurso finito e vulnerável"; assim também em diretrizes como "articulação da gestão dos recursos hídricos com a do uso do solo".

Ainda sobre degradação de pastagens (em geral plantadas), salientam-se algumas razões:

- má formação;
- manejo inadequado, com superpastoreio;
- inexistência ou insuficiência de fertilizantes na sua manutenção.

Praticamente não se usa fertilizantes em pastagens (irrisórios 6 kg/ha/ano de NPK) para reposição do que é extraído na forma de nutriente.

Aplicando o conceito da integração lavoura/pecuária, foi realizado pela Embrapa/Cerrados experimento em solos de cerrados na Fazenda Santa Terezinha (Uberlândia, MG), cujos resultados são auto-explicativos como mostra a Figura 3.



Anos	Rebanho	Tx. Lotação (an./ha)
1983	1094	1,1
1988	821	1,4
1992	1150	2,8
1996	1200	3,2
2003*	1800	2,6

*Fernando Rauscher - comunicação pessoal

Fonte: Congresso Nacional de Milho e Sorgo/2004. Lourival Vilela et al, Embrapa 2004.

Figura 3. Evolução da rotação de lavoura-pastagem e da capacidade de suporte das pastagens na fazenda Santa Terezinha, Uberlândia, MG. Na fazenda predomina o solo Neossolo Quartzarênico (Areia Quartzosa).

Medindo-se apenas o impacto econômico do processo, verifica-se que, ampliando e melhorando o rebanho e os índices zootécnicos, foi possível liberar 64% da área da fazenda (antes ocupada por pastagem) para a produção de grãos no sistema de integração, ampliando a eficiência econômica e ambiental no uso dos recursos naturais e fatores de produção.

Essas e outras experiências delineadas e assistidas por pesquisadores, além de outras realizadas por produtores, permitem ousar e propor mudança no processo produtivo brasileiro com a retaguarda da competência e liderança do país em tecnologia para sua agricultura tropical e subtropical. Além da articulação público/privada e entre os componentes da cadeia produtiva do agronegócio, é necessário o entendimento entre "ambientalistas" e "produtivistas" em torno do objetivo comum da sustentabilidade por meio de ações pró-ativas. Trata-se de criar um novo paradigma em que o produtor rural, estimulado, deixe de ser considerado vilão, tornando-se um efetivo agente da recuperação/conservação ambiental. Há que debater abertamente as controvérsias, para eliminar percepções errôneas dos extremos, geralmente existentes por falta de informação e diálogo.

Para isso, serão necessárias estratégias e políticas que considerem alguns fatores específicos, tais como:

• baixa rentabilidade da produção agropecuária;

• baixo nível de informações de produtores e trabalhadores sobre processos ambientais;

• característica difusa do processo de degradação (erosão, principalmente);

• crescente demanda por produtos e conseqüente pressão sobre recursos naturais (água e solo);

• necessidade de geração de divisas e emprego pelo agronegócio, abrangendo obviamente pequenos, médios e grandes produtores.

E porque somente agora se intensifica a mobilização para a mudança?

Não se deve simplificar a resposta, mas explicitar algumas razões:

• processo recente de uso intensivo do solo;

• recente consolidação do conhecimento adquirido, disponível para as diferentes categorias dos produtores;

• recente convicção sobre a necessidade de profissionalização da agropecuária como base para a eficiência econômica e para a competitividade (globalização e pressão por preços mais baixos);

• elevação do custo da terra estimulando eficiência em seu uso;

• recente consciência das questões ambientais e sua interconexão com processos produtivos;

• pressão da sociedade sobre agentes produtivos por danos causados ao meio ambiente;

• necessidade de assegurar renda para o produtor, como base para a sustentabilidade do processo produtivo.

PROPOSTA DE AÇÕES PARA INCREMENTO DA INTEGRAÇÃO LAVOURA/PECUÁRIA COM PLANTIO DIRETO

Premissas básicas:

a) Existência de 60 milhões de hectares de pastagens na região dos cerrados com 50% de elevado grau de degradação formando uma base de ação de 30 milhões de hectares, os quais, como visto, são ao mesmo tempo um bloqueio e um caminho para a sustentabilidade da agropecuária.

b) Existência de cerca de 14 milhões de hectares em cultivo de soja, dos quais parcela significativa de forma exclusiva e contínua, configurando a monocultura;

c) Disponibilidade de base tecnológica para suporte à proposta de mudança de paradigma no manejo do solo/água/planta, para pequenos, médios e grandes produtores;

d) Existência de aparato institucional/legal competente;

e) Capilaridade da rede de produtores – atores essenciais no processo.

É razoável considerar a conversão de 30 milhões de pastagens degradadas e 3 milhões de hectares de soja em monocultura para integração lavoura/pecuária em 15 anos, resultando 2,2 milhões de hectares/ano. Trata-se de meta compatível com a dinâmica de crescimento do agronegócio brasileiro e sua função no mercado interno e posição no mercado internacional. Neste sentido, o quadro 2 é apresentado, tomando-se por base índices de produtividade média tecnicamente aceitáveis para a produção de carne, leite e grãos.

Quadro 2. Resultado da conversão de 33 milhões de ha de áreas com pastagens degradadas e soja em monocultura em integração lavoura/pecuária com plantio direto (em 15 anos).

Produtos	Sistema tradicional de produção (áreas degradadas)		Sistema integração lavoura/pecuária		Incremento produção (t)
	Área (milhões de ha)	Produção (t)	Área (milhões de ha)	Produção (t)	
Carne	28,5	855.000	15,750	2.362.500	1.507.500
Leite	1,5	450.000	0,75	1.125.000	675.000
Grãos*	3,0	4.500.000	16,5	74.250.000	69.750.000

* Estimou-se uma produção de 49.500.000 t de milho e 24.750.000 t de soja

O valor da produção anual estimado para o final de 15 anos é superior a R$ 36 bilhões, ampliando-se a partir do primeiro ano em R$ 2,4 bilhões anualmente. Foram considerados preços atuais de R$ 4.133,00/t (carne), R$ 450,00/t (leite), R$ 300,00/t (milho) e R$450,00/t (soja).

Para assegurar objetivos e metas de tal envergadura visando mudanças consistentes rumo à sustentabilidade agropecuária, propõe-se a organização de uma rede da qual participem em processo organizado, franco e aberto:

• produtores e suas diferentes entidades (CNA/Federações, Contag/Federações, OCB/OCEs, sindicatos, cooperativas, associações, etc.);

• instituições (nacionais, estaduais e locais) de suporte a C,T&I (Embrapa, universidades, empresas estaduais de pesquisa agropecuária, etc.);

• empresas estaduais de assistência técnica e extensão rural;

• Sebrae;

• Senar;

• empresas ligadas ao agronegócio, tais como indústrias relacionadas com máquinas e equipamentos, fertilizantes, defensivos agrícolas, frigoríficos, etc.

• empresas de comercialização de produtos agropecuários;

• empresas de consultoria e assistência técnica privadas.

A complexidade da formulação e implementação remete naturalmente para uma abordagem multidisciplinar e interinstitucional, devendo atender decididamente a diretrizes básicas como:

- organização
- descentralização
- compartilhamento
- protagonismo
- empreendedorismo
- mobilização social
- capacitação
- determinação política

É claro que uma ação dessa amplitude necessita de liderança governamental e instrumentos apropriados. Sem simplificar a proposta, há convicção de que com a liderança do Ministério da Agricultura e participação efetiva dos Ministérios do Desenvolvimento Agrário, da Ciência e Tecnologia e outros seja possível alcançar os objetivos e resultados propostos. Articulados pelo governo federal, terão participação fundamental os governos estaduais e municipais.

Pragmaticamente, não se deve criar entidade para tal fim, senão instituir mecanismo (público/privado) flexível com uma equipe de coordenação e articulação para assegurar ritmo e animação ao processo que, em última instância, deverá evoluir para a liderança e gestão autônoma dos agentes das cadeias produtivas envolvidas.

No conjunto, e com forte participação dos produtores e suas experiências serão progressivamente desenvolvidos e adequados, para diferentes condições socioeconômicas e edafo-climáticas, procedimentos em torno da tecnologia básica disponível formando uma verdadeira rede de tecnologia social.

Considerando a experiência específica comprovada, a complementaridade, a afinidade de missões e a necessária flexibilidade operacional, sugere-se a constituição do mecanismo de coordenação e articulação de um programa com as seguintes entidades:

a) Embrapa, consagrada por sua liderança na geração e difusão de tecnologia agropecuária;

b) Companhia de Promoção Agrícola (Campo), com décadas de experiência em questões do Cerrado, sendo a responsável pela implantação do Prodecer (já mencionado); e

c) Associação de Plantio Direto no Cerrado (APDC), constituída por produtores e empresas ligadas ao agronegócio, tem ação respeitada e se articula nas regiões e municípios por meio dos Clubes dos Amigos da Terra.

A agenda é ampla e sua construção deve ser dinâmica. Há necessidade de reconhecimento do produtor como agente prestador de serviços ambientais capaz de operar as mudanças de comportamento para restauração, ainda que incompleta de obra da natureza. Por exemplo, ao realizar o plantio direto, com todos os benefícios para a sociedade, como já mencionado, ele estará, sobretudo recompondo o macrodano ambiental representado pela ruptura do ciclo hidrológico resultante da retirada da cobertura vegetal original realizado para atendimento de demandas da mesma sociedade. Aí ele revela um autêntico produtor de água. O reconhecimento em questão já é previsto na Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000 (artigo 4º, inciso XVII), sobre a responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA): "propor ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos".

Em desdobramento, o CNRH aprovou a resolução nº 15 de 11 de janeiro de 2001, em que se destaca: "Art. 2º – na formulação das diretrizes para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, deverá ser considerada a interdependência das águas superficiais, subterrâneas e meteóricas..." E ainda, no Artigo 3º "na implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos deverão ser incorporadas medidas que assegurem a promoção da gestão integrada das águas superficiais, subterrâneas e meteóricas...".

Não é suficiente o esforço de motivação, via proselitismo. É necessário, além da mobilização e criação de um ambiente em que o produtor sinta-se valorizado socialmente, a disponibilização de recursos de crédito em condições adequadas para que ele realize os investimentos necessários (equipamentos, corretivos, fertilizantes, etc.). Algumas linhas já existem, como Moderfrota; Pro-Pasto e outros necessitam ser adequados. No conjunto, enfatiza-se, é necessário também que o sistema bancário seja acionado para realizar sua parte entendendo a nobreza da operação e de sua condição de permissionário de serviço do governo para a sociedade. E esta seria uma via inédita de banco financiar serviço ambiental.

Associada à complementação de aporte de recursos oficiais necessários para treinamento, capacitação, mobilização, assistência técnica e pesquisa, a articulação com a iniciativa privada (empresas e produtores) resultará em apoio objetivo para as palestras, dias de campo, etc.

A mobilização terá o caráter motivacional, informacional e de comprometimento com essa nova percepção holística pela evolução do atual estágio do processo produtivo para um novo processo resultante da inserção da dimensão ambiental, da visão de longo prazo e da perspectiva social. Isso significa assumir a necessidade de intenso esforço de interação entre todos os membros da comunidade em torno de objetivos socioeconômico-ambientais, com forte interação entre produtores, técnicos e líderes de toda natureza, por meio de palestras, visitas de intercâmbio, dias de campo, discussão de resultados para atualização de material técnico, cursos de diversos formatos e para diferentes públicos, incluindo agentes financeiros e comerciais. Afinal, a sustentabilidade não é setorial. É, antes de tudo, resultado de mudança de mentalidade e responsabilidade de toda a sociedade. E quando se aprofunda em seu componente ambiental, cabe sempre mencionar que "a razão organiza enquanto a emoção mobiliza". Afinal, é via os componentes da natureza (solo, água, luz, ar e calor) que as diferentes formas de vida se desenvolvem e se manifestam. E qual pessoa (produtor ou não) deixará de se emocionar e ver crescer sua auto-estima ao constatar e ver reconhecida sua contribuição para a revitalização de córregos e nascentes?

Recursos necessários

Serão necessários recursos para empréstimos em condições adequadas para custeio e investimento da ordem de R$ 6,4 bilhões/ano.

Para coordenação, articulação, mobilização, assistência técnica/treinamento, pesquisa e outras ações de implementação, estima-se demanda de recursos da ordem de R$ 96 milhões/ano (1,5% do valor dos financiamentos).

Resultados

Do ponto de vista ambiental

No corpo deste trabalho foram mostrados vários efeitos positivos da integração da lavoura/pecuária com plantio direto sobre o solo, a água, a biodiversidade, o ar (seqüestro de carbono). Além disso, ficou evidenciada a sinergia entre os processos naturais e os de produção, assegurando a sustentabilidade.

Resultado especialmente importante a ser aferido na proporção conservadora de 1:1 é a redução da pressão sobre áreas virgens equivalentes a 33 milhões/ha principalmente na Região Amazônica.

É de difícil valoração e quase imensurável, o valor da biodiversidade preservada.

Do ponto de vista da inclusão social

Os efeitos devem ser avaliados sob dois ângulos:

- ampliação do contingente de incluídos;
- prevenção ou bloqueio ao processo de exclusão social.

A ampliação do número de incluídos dá-se principalmente pelo aumento do emprego e da renda. É conhecida a dinâmica e elevada capacidade da cadeia do agronegócio na geração de empregos, como mostra o vigor das novas cidades do Centro-Oeste dependentes e resultantes das atividades a ela relacionadas; podem ser consideradas "cidades rurais".

Estudo do BNDES avalia que entre as dez principais atividades geradoras de empregos, oito são componentes da cadeia produtiva do agronegócio, que, no conjunto, gera cerca de 30% dos empregos no Brasil.

É possível aproximar-se do número de empregos permanentes gerados, tomando-se, por exemplo, dados do IBGE/FVG (1995/1996), em que a área média ocupada por estabelecimentos não enquadráveis no Pronaf era de 134 ha por estabelecimento, gerando dois empregos/ano. Isso resulta que, em 2,2 milhões/ha, poderão ser gerados cerca de 30 mil empregos diretos e, seguramente, 60 mil indiretos, perfazendo 90 mil empregos/ano distribuídos por vasta região a partir do primeiro ano e progredindo até 1.350.000 empregos/ano no final do programa.

Em outra base de cálculo, estima-se que a atividade agropecuária gere um emprego para cada US$ 20 mil investidos, o que, aplicado à presente proposta, resulta em mais de 100 mil empregos anuais, cumulativamente, chegando a 1,5 milhão no 15º ano.

Tomando uma alíquota média de ICMS de 12%, resulta uma arrecadação inicial de R$ 288 milhões que cresce progressivamente até R$ 4,320 bilhões ao final. Isso sem mencionar IPI, ISS, etc. Esse aumento de arrecadação é também fator de inclusão social, pois permite melhorar os serviços básicos de saúde, educação, etc.

Quanto à prevenção da exclusão, mais de 33 milhões de hectares de floresta preservada significam oportunidade para milhares de pessoas que compõem a população local/tradicional atender suas demandas na forma de manejo sustentável. Além disso, é expressiva a importância de áreas preservadas na Região Amazônica para o turismo ecológico.

É sabido que o desenvolvimento local/regional no interior do país funciona como um preventivo à migração para as grandes cidades brasileiras, há muito saturadas pela sua capacidade de recepção, o que significa prevenir exclusão social.

Como se observa, são interligados os processos ambientais e sociais. Então, pode-se também dizer que a comunidade de pessoas e instituições a cargo do programa, contribuindo para o seqüestro de 1,1 milhão de t/ano de carbono inicialmente (chegando a 16,5 milhões em 15 anos) estará melhorando as condições sociais e ambientais regional e globalmente.

Desafios em Telemedicina

Paulo Roberto de Lima Lopes[*]
Ivan Torres Pisa[**]
Daniel Sigulem[***]

Introdução

Telemedicina e telessaúde são termos amplamente utilizados para representar o uso de tecnologias de telecomunicação e de informação para suportar serviços, treinamento e informação em saúde para provedores de assistência médica e pacientes. A essência dessas áreas é a oferta de serviços e informação médicos para indivíduos em suas próprias comunidades excluindo a necessidade de locomoção para os centros de referência. Dessa maneira, telemedicina e telessaúde emergem como novas ferramentas significativas para transpor as barreiras culturais, socioeconômicas e geográficas para os serviços e informação em saúde em centros urbanos remotos e comunidades carentes. Seus benefícios incluem acesso local a especialistas, melhoria na assistência primária em saúde e o aumento da disponibilidade de recursos para a educação médica e informação em saúde em comunidades desprovidas de recursos.

De maneira geral a telemedicina é praticada em hospitais e instituições de saúde que buscam outras instituições de referência para consultar e trocar informações. Atualmente também é aplicada para a obtenção de uma segunda opinião médica, na assistência a pacientes crônicos, idosos e gestantes de alto risco, assim como na assistência direta ao paciente em sua casa (1).

Entretanto, é possível imaginar que um outro cenário para a telemedicina seja a sua aplicação na assistência primária a pequenas

[*] Paulo Lopes é coordenador técnico do Setor de Telemedicina da Universidade Federal de São Paulo.
[**] Ivan Pisa é professor visitante, colaborador do setor.
[***] Daniel Sigulem é professor titular e chefe do Departamento de Informática em Saúde.

comunidades em regiões em desvantagem geográfica ou sociocultural. Uma vez que a assistência primária é um processo participativo, por meio do qual os provedores de serviços de saúde devolvem à população a responsabilidade primária sobre o cuidado com a saúde pessoal e coletiva, a telemedicina assume um papel importante para a assistência remota e disseminação de informação. Assim, acredita-se que a Telemedicina pode ampliar as ações de profissionais e agentes de saúde comunitários, integrando-os aos serviços de saúde localizados em hospitais e centros de referência, mantendo um mecanismo de atendimento contínuo para prevenção, diagnóstico e tratamento.

Medidas recentes de crescimento do número de publicações sobre telemedicina têm demonstrado um crescimento do setor. Moser (2) recuperou 5.911 publicações da MEDLINE (3) de janeiro de 1964 a junho de 2003 e detectou uma distribuição heterogênea de publicações. O tema telemedicina representa 0,05% de todas as publicações no MEDLINE e 97% das publicações tem origem na América do Norte, Europa e outros países classificados como industrializados, sendo que países como Noruega e Finlândia lideram em termos de publicações por milhões de habitantes. Embora a avaliação tenha considerado apenas publicações avaliadas por comitê revisor (4), se forem consideradas as publicações não referenciadas na MEDLINE, verifica-se ainda uma heterogeneidade na distribuição geográfica e um aumento da importância e presença desse tema.

O Setor de Telemedicina (SET) do Departamento de Informática em Saúde (DIS) da Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina (Unifesp/EPM) representa o estabelecimento de um esforço para a disseminação, promoção e desenvolvimento de programas de assistência e cooperação remota em saúde. A página do SET está disponível no endereço eletrônico <http://www.unifesp.br/dis/set>.

A missão do SET é criar um núcleo de excelência da Unifesp na condução da pesquisa, desenvolvimento, ensino e extensão de tecnologias da informação para assistência e colaboração remota em saúde, com os objetivos de:

• pesquisar novos sistemas de informação e conhecimento em saúde multiplataforma, que possam interoperar, a partir de padrões estabelecidos,

com equipamentos médicos e outros sistemas e tecnologias de informação, para desenvolver uma infra-estrutura de programas de telemedicina;

• capacitar o corpo docente e discente da Unifesp na utilização tecnologias e técnicas utilizadas em telemedicina;

• divulgar conhecimentos tecnológicos e operacionais para o desenvolvimento de projetos e utilização de tecnologia no processo de saúde a distância;

• analisar, planejar, implementar e incorporar programas de telemedicina, mediados por computador, no processo de assistência em saúde extramuros da Unifesp, para ampliar as ações de profissionais de saúde e agentes comunitários e aumentar a eficiência dos processos de assistência em saúde.

A equipe principal do SET é constituída pelos pesquisadores:

• Prof. Dr. Daniel Sigulem, Professor Titular, Chefe do Departamento de Informática em Saúde, coordenador do SET;

• Prof. Paulo Roberto de Lima Lopes, MS, coordenador técnico do SET;

• Prof. Dr. Ivan Torres Pisa**,** Professor Visitante, colaborador do SET;

• Profa. Claudia Novoa Barsottini, MS, **c**oordenadora técnica do Centro Alfa para Humanização do Ensino em Medicina, pesquisadora associada;

• Prof. Dr. Paulo Schor, Professor Livre Docente do Departamento de Oftalmologia da Unifesp, professor associado.

METODOLOGIAS E PROJETOS

Para alcançar estes resultados o SET investiga novas tecnologias e soluções desenvolvendo projetos e parcerias. Entre essas metodologias e projetos incluem-se:

LABORATÓRIO DE TELEMEDICINA

Especificamente para atender as crescentes demandas de colaboração virtual da Unifesp/EPM, Sociedade Paulista para o Desenvolvimento da Medicina (SPDM) e a Biblioteca Virtual em Saúde da BIREME (5), está em

implantação o Laboratório de Telemedicina (LAT). O LAT se constitui em uma infra-estrutura para videoconferência que facilita a pesquisa e o desenvolvimento de programas de colaboração em saúde, expandindo a abrangência do conhecimento acumulado na Unifesp tanto para a assistência remota quanto para a educação em saúde.

A Figura 1 apresenta uma foto do LAT com os equipamentos necessários para a execução da colaboração por meio de videoconferência em um anfiteatro para abrigar alunos e demais participantes. O LAT tem sido utilizado para atividades de discussão de casos clínicos por videoconferência, sessões de discussão de conteúdos de saúde por teleconferência e reuniões técnicas para planejamento de trabalho colaborativo em saúde.

Figura 1. Foto do Laboratório de Telemedicina da Unifesp/EPM

Rede Piloto de Telessaúde em Oncologia Pediátrica

Projeto inter-institucional estruturante apoiado financeiramente pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e coordenado pelo Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI), da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP), para oferecer serviços avançados no auxílio da prática médica.

A Figura 2 apresenta uma tela capturada do portal criado para divulgação e acesso aos serviços e informações do projeto <http://www.oncopediatria.org.br>.

Os objetivos desse projeto incluem a construção dos seguintes componentes:

- protocolos de tratamento em oncologia;
- prontuário virtual para o câncer infantil;
- educação à distância em oncologia;
- aglomerado médico, por meio da disponibilização de um supercomputador voltado para aplicações médicas;
- mineração de dados e quantificações de indicadores clínicos.

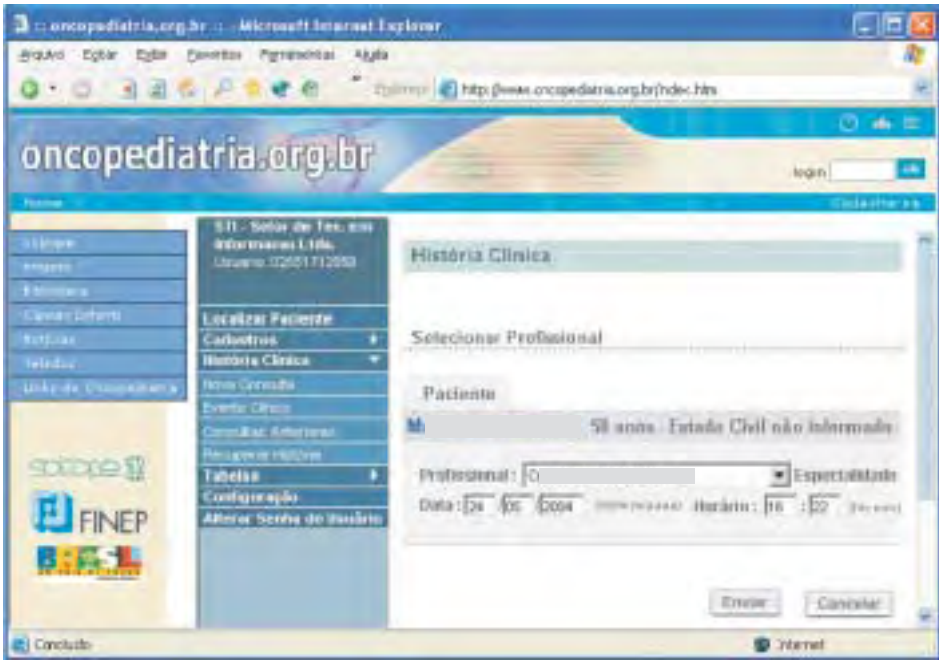


Figura 2. Portal da Rede Piloto de telessaúde em Oncologia Pediátrica.

Centro de Diagnóstico Virtual em Oftalmologia

O objetivo deste projeto é o desenvolvimento e implantação de Centro de Diagnóstico Virtual (CDV) no Departamento de Oftalmologia da Unifesp/EPM, visando o atendimento e a educação à distância em oftalmologia. Esse projeto foi financiado pela Unesco por meio da Coordenação Nacional de DST/Aids do Ministério da Saúde (MS).

Parte desse desenvolvimento é o estudo sobre o compartilhamento de informações clínicas na telemedicina por meio da Internet. A área da telemedicina envolve a transferência remota de dados, sinais e imagens médicas para a elucidação do diagnóstico, tratamento e o acompanhamento do paciente a distância. Quanto mais estruturada for realizada esta coleta de informações para o profissional não especialista (usuário), mais acurado se torna o processo de assistência remota pelo especialista (consultor).

A opção de utilizar um formulário acessível por meio de um navegador de Internet e enviar uma mensagem com informações clínicas para um endereço de correio eletrônico representa uma solução simples, com alto grau de disponibilidade e fácil acesso tanto para o usuário como para o consultor.

Este projeto utiliza um formulário eletrônico acessado via Web que padroniza a coleta de informações da história clínica em oftalmologia de um paciente e também permite anexar fotos complementares, sendo posteriormente enviado para o endereço de correio eletrônico do Centro de Diagnóstico Virtual da Oftalmologia, responsável pelo serviço de consultoria remota.

Inicialmente o objetivo é abranger pacientes de centros satélites na região metropolitana da cidade de São Paulo, com ampliação posterior para atendimento de pacientes no estado de São Paulo e na seqüência, pacientes de todo país, assim como a possibilidade de consulta de segunda opinião com outros centros especializados.

Contudo, o CDV também tem realizado discussões de casos clínicos periodicamente com a Universidade da Califórnia em Davis e outras universidades brasileiras, por meio de videoconferências, criando uma maior disseminação de conhecimento na área da saúde e favorecendo a propagação de uma nova cultura de prática médica digital em oftalmologia.

Ambientes de Colaboração Síncrona na Saúde

O objetivo deste estudo é a implantação e avaliação de um ambiente controlado de colaboração baseado em videoconferência para a teleconsulta e segunda opinião em saúde.

Dois consultórios do Centro Alfa de Humanização do Ensino em Saúde (6) equipados com computadores e sistemas de videoconferência são utilizados por médicos preceptores e estudantes de medicina para a colaboração durante a consulta dos pacientes. No momento estão sendo avaliados três modelos de interação: supervisão, ensino e discussão. Na supervisão o preceptor é um observador da cena, avaliando as circunstâncias da interação do paciente com o aluno, e depois o preceptor discute com o aluno o atendimento, sem que o paciente note a presença do preceptor. No ensino, há uma inversão no qual o preceptor atende um paciente e alunos em outra sala observam os procedimentos básicos e práticas inicias, novamente sem que o paciente note a presença de um grande número de alunos. E finalmente, no último caso, o aluno e o preceptor colaboram por áudio e vídeo para obter um maior entendimento e encontrar uma solução dos problemas durante a consulta, evitando a presença física do preceptor na sala do atendimento.

Portanto, este ambiente é propício para investigar o comportamento dos profissionais e as mudanças de processos originados pela adoção das tecnologias de colaboração síncrona, para então propor e treinar os profissionais da saúde para utilização em ambientes reais de atenção em saúde (7).

Ambientes de Colaboração Assíncrona na Saúde – MedMail

O objetivo desse projeto é fornecer um sistema computacional, sob licença de software livre, de colaboração médica para troca de mensagens com dados médicos multimídias (demográficos, problemas, sinais, sintomas, queixas, diagnósticos, sons e imagens) de forma estruturada, organizada e gerenciada para suportar redes virtuais de assistência para a prática da telemedicina.

Apesar da existir algumas ferramentas colaborativas baseadas em licença de software livre para outras áreas, como educação e engenharia,

ambientes de colaboração específicos para a área de saúde não existem no país. O desenvolvimento de um sistema cliente e servidor destinado a coletar e organizar as informações de saúde, facilitando a interação entre os profissionais, se justifica pela forma da organização do sistema de saúde e seu funcionamento.

A metodologia desse projeto baseia-se na construção de um ambiente de colaboração assíncrono (*store-and-forward* ou pré-armazenado), similar ao modelo do correio eletrônico. Essa solução apresenta-se como mais adequada quando existem poucas solicitações por dia, com baixa conectividade a locais remotos que deverão armazenar um grande volume de informação, por profissionais especializados, com a finalidade, por exemplo, de se estabelecer uma rede de segunda opinião em saúde. A colaboração assíncrona, neste caso, é conveniente para os usuários porque requer pouca disponibilidade de tempo e nenhum agendamento, devido a assincronia da comunicação. Ainda, possibilita utilizar boa qualidade das imagens mesmo quando implantada por meio de uma largura de banda estreita de transferência de dados, a um custo baixo. Além de tudo, requer pouco treinamento devido à simplicidade das funções do ambiente e similaridade da operação, similar ao correio eletrônico.

O desenvolvimento de programas cliente e servidor destinados a capturar imagens de exames e organizar os sinais e sintomas mais prevalentes em cada situação estabelecida é um dos objetivos desse projeto. Porém, sua disseminação e possibilidade de personalização por meio da distribuição do código fonte é a meta fundamental desta proposta.

Ambientes de Colaboração P2P para o Atendimento Ambulatorial

Objetivo deste projeto é desenvolver, implantar e avaliar um ambiente seguro para colaboração com base em modelos *peer-to-peer* (P2P) para profissionais de saúde envolvidos no atendimento ambulatorial do Centro Alfa de Humanização do Ensino em Saúde da Unifesp.

No ambiente do Centro Alfa há uma forte e constante interação do aluno durante o atendimento nos 15 consultórios disponíveis, com o preceptor que se encontra em uma sala de preceptoria equipada com computadores, no mesmo edifício. Esta interação ocorre por meio da supervisão do preceptor em relação às informações introduzidas no

prontuário eletrônico do paciente pelo aluno durante a consulta com o paciente. E, por vezes, o aluno se desloca até a sala de preceptoria ou interfona para o preceptor para discutir ou pedir orientação em relação a algum problema clínico. Quando necessário e solicitado, o preceptor se desloca para o consultório para auxiliar e orientar o aluno na condução do exame físico e outros procedimentos.

Um mecanismo de colaboração P2P, que indique a presença de um aluno ou um preceptor, independente da sala em que ele esta fisicamente, e introduza um mecanismo de colaboração textual ou por áudio com o compartilhamento de informações, poderia melhorar a interação entre aluno e preceptor. Neste caso, avalia-se que recursos disponíveis nas ferramentas como Microsoft Messenger ou Mirabilis ICQ são adequados, mas não suficientes. Estas ferramentas não foram criadas especialmente para as atividades de saúde e não possuem mecanismos de segurança que garantam a privacidade e confidencialidade das informações do paciente. Além disso, a utilização do serviço depende do acesso a servidores externos ao Centro Alfa. Mesmo garantida a conexão de alta disponibilidade, não se tem controle sobre a disponibilidade de servidores e tão pouco qualquer controle sobre as suas funcionalidades para que serviços específicos na saúde possam ser desenvolvidos e utilizados continuamente.

A proposta é desenvolver um protótipo de uma solução de colaboração P2P para a colaboração dos alunos e preceptores do Centro Alfa que possa ficar confinada ao ambulatório, mas que também possa, se necessário, ser integrada a outros domínios. Portanto, este desenvolvimento visa avaliar uma ferramenta de colaboração apropriada ao domínio do atendimento ambulatorial e que preserve a confidencialidade e privacidade das informações, com possível interação ao prontuário eletrônico do paciente.

AMBIENTES DE COMPUTAÇÃO MÓVEL NA SAÚDE

A criação de um aplicativo para dispositivos móveis de computação que possibilite uma coleta de informações em saúde demonstra grande potencial em proporcionar mobilidade a profissionais da saúde, que geralmente precisam de informações com qualidade e segurança para sua assistência em diferentes localidades. O objetivo desse projeto é desenvolver um protótipo para coleta e análise de informações em saúde por meio de dispositivos móveis de maneira organizada e controlada (8).

O protótipo realiza uma coleta de dados clínicos básicos de acordo com o modelo em papel definido por alunos de graduação em medicina da Unifesp/EPM para o atendimento ambulatorial das Unidades Básicas de Saúde do Embu. O protótipo foi desenvolvido seguindo a metodologia de orientação a objetos utilizando a tecnologia Java 2 Micro Edition (J2ME) de forma a garantir sua portabilidade. O sistema foi testado por meio do emulador de PalmOS.

Aplicações de Telemática na Assistência em Saúde – Atenas

Este estudo tem como escopo principal auxiliar na assistência primária em saúde a comunidades carentes, como as favelas nas regiões metropolitanas. O estudo investiga a hipótese de que o uso de recursos tecnológicos pode ampliar as ações de profissionais de saúde e agentes comunitários.

O estudo do processo de saúde na comunidade demonstrou a necessidade de oferecer os recursos básicos mediados por computador, integrando a comunidade, os profissionais de saúde e os agentes comunitários aos serviços de saúde localizados no Hospital São Paulo (HSP), Unifesp/EPM, criando assim um mecanismo de atendimento contínuo para prevenção, diagnóstico e tratamento da população carente. De forma interdisciplinar investiga-se a tecnologia, sua aplicação e adequação a cada tipo de serviço de saúde, assim como seu impacto na assistência primária em saúde.

Telemedicina na Pastoral da Criança

Esse projeto consiste na criação de coleta e armazenamento de dados via web para apoio a atenção primária para comunidades assistidas pela Pastoral da Criança. Atualmente esse atendimento é realizado individualmente e o processamento de dados é manual. Nesse projeto busca-se oferecer um sistema que auxilie os agentes nessa assistência.

O projeto baseia-se no uso de dispositivos móveis, portáteis, conectados ao servidor para efetuar a coleta dos dados do paciente, facilitando o processo, além de poder funcionar como sistema de apoio à decisão instantâneo que envia dados à equipe responsável, agilizando o processo de atendimento pelo médico responsável pela equipe.

Tele-Reabilitação Cognitiva e Inclusão Digital para Idosos Portadores de Demência – DIGICOG

Trabalhos recentes demonstram que pessoas em fase inicial de processos de demência, como comprometimento cognitivo mínimo e doença de Alzheimer, são capazes de realizar novos aprendizados por meio de metodologias de reabilitação cognitiva. Este projeto oferece um sistema baseado na Internet para promover a inclusão digital e telerreabilitação cognitiva por meio da adaptação de sistemas de auxílio cognitivo.

O sistema possui um questionário adaptado do Mini-Mental de Folstein e do resultado funcional BOMFAQ/OARS para definir o estadiamento cognitivo dos participantes. Possui também um conjunto de ferramentas interativas de telerreabilitação que possibilitam novos aprendizados, com conseqüente maior autonomia e adiamento da dependência do portador de déficits cognitivos bem como na diminuição da carga de trabalho, tanto do suporte formal (instituições) quanto do informal (família e comunidade). O projeto está em curso há 4 anos com grupos de idosos com comprometimentos cognitivos em salas de computadores, em rede local, e a distância, com envio por correio eletrônico de atividades interativas adaptadas ao grau de comprometimento observado.

Sistema de Apoio à Decisão Médica Lepidus

O sistema de apoio à decisão médica Lepidus (9) foi desenvolvido para auxiliar profissionais qualificados da área de saúde a diagnosticar doenças a partir de sinais e sintomas clínicos. Apesar do sistema oferecer excelente resposta (cerca de 84% de acerto), a tecnologia empregada para seu desenvolvimento dificulta experimentações científicas e seu uso em situações reais. Ainda, não permite que o acesso ao sistema seja realizado por aplicativos automatizados para que seja possível realizar estatísticas ou mesmo interoperar com outros sistemas de informação em saúde. Somente acesso manual foi considerado.

Este projeto tem por objetivo desenvolver e implementar uma arquitetura distribuída que ofereça um excelente nível de interoperabilidade para o sistema Lepidus por meio do uso de tecnologias de serviços web, usando mensagens XML e protocolo SOAP. Inclui ainda a implementação de um sistema de gerenciamento de usuários e de publicação de interfaces

de seus serviços para que parceiros autorizados possam usufruir da funcionalidade do sistema Lepidus independentemente da plataforma de seus sistemas legados.

Sistema de Apoio à Decisão Médica em Oftalmologia Lepo

O projeto Lepo visa desenvolver uma versão do sistema Lepidus especializada em oftalmologia (10). Esse sistema baseia-se em uma codificação original por meio de funções senoidais amortecidas de sinais e sintomas médicos para descrever doenças. Oferece consulta remota via Internet para auxiliar médicos no diagnóstico de seus pacientes como segunda opinião.

Para adaptar o sistema Lepidus para descritores em oftalmologia torna-se necessário definir o escopo dos sinais, sintomas e doenças, mapear seus relacionamentos, codificar suas funções senoidais amortecidas e utilizar o mecanismo neural de comparação de padrões. A definição do escopo em oftalmologia foi realizada por meio de um questionário disponível na Internet, com acesso controlado para médicos colaboradores do projeto, envolvendo 20 doenças prevalentes ao diagnóstico de olho vermelho. Considerou-se 19 sinais e sintomas e a relevância de 5 informações da história clínica do paciente. Os padrões encontrados sobre as doenças foram comparados com a literatura para permitir codificar um banco de dados específico em oftalmologia.

O sistema Lepo pode oferecer uma ferramenta remota aos profissionais médicos no auxílio ao diagnóstico a partir de descritores simplificados sobre o estado do paciente. Lepo permite avaliar o impacto desse tipo de auxílio computadorizado sobre a triagem e assistência em saúde.

Sistema Distribuído de Imagens Médicas – MIDster

Um modelo distribuído representa a abordagem com melhor relação custo/benefício para a implementação de sistemas de armazenamento e comunicação de imagens (PACS) para aplicações médicas. Entretanto, essa abordagem apresenta o desafio de tornar as imagens médicas armazenadas, distribuídas pela rede PACS, parecerem centralizadas por um único acesso para seus usuários. Um componente fundamental para sistemas não distribuídos é a concepção de uma base de dados central, contendo todos os

estudos que foram armazenados em um PACS. Ao invés disso, PACS distribuídos oferecem uma eficiente emulação de uma base de dados central, porém, distribuída em diferentes equipamentos e sistemas.

Modelos *peer-to-peer* (P2P) estão no centro das discussões sobre gerenciamento de conteúdo distribuído, computação distribuída e colaboração entre pessoas e sistemas. De fato, modelos colaborativos atraem enorme interesse porque permitem maximizar o capital intelectual de uma organização, construindo plataformas de conhecimento. Em particular, serviços web (mensagens XML usando protocolo SOAP) representam uma tecnologia emergente que melhor implementa modelos P2P. Serviços web oferecem software como um serviço, interoperabilidade dinâmica de transações, acessibilidade, eficiência, especificações universalmente aceitas, integração com sistemas legados e novas oportunidades de mercado.

O projeto MIDster – acrônimo para *P2P Web Service Medical Image Distributed System* – propõe um sistema de compartilhamento de imagens médicas baseado em modelos P2P e serviços web (11). A arquitetura MIDster oferece um relacionamento entre usuários e seus recursos em redes Intranet/Internet que define uma plataforma de conhecimento de coleções de imagens médicas. O sistema MIDster desenvolvido suporta produção modular de software; encoraja a reutilização de código; permite a integração de diferentes linhas de programadores, sistemas operacionais e hardwares; e possibilita longevidade na manutenção. O projeto MIDster foi desenvolvido entre 2002 e 2003 no laboratório ImagCom <http://imagcom.org> pertencente ao Departamento de Física e Matemática (DFM), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP), Universidade de São Paulo (USP). Atualmente esse projeto conta com a parceria do Setor de Telemedicina (SET), Departamento de Informática em Saúde (DIS), Unifesp/EPM.

Telerrobótica na Saúde

O objetivo do deste projeto é desenvolver ferramentas para operação remota de dispositivos robóticos com a finalidade de prover telepresença de profissionais em ambientes que necessitem alta capacitação técnica na execução de procedimentos específicos.

O foco de aplicação desse projeto piloto é a telemedicina, pela qual um profissional situado distante do procedimento executado tem a possibilidade de colaboração, visualizando a área de ação, por meio de um conjunto braço robótico e câmera sob seu comando por meio da Internet.

Ambiente Colaborativo Multimídia de Alto Desempenho – GIGAmed

O objetivo do projeto GIGAmed é desenvolver um ambiente controlado de suporte, dentro do projeto GIGA da Rede Nacional de Pesquisa (RNP), para aplicações em saúde baseadas em modelos colaborativos que utilizem informação médica em formato de áudio, vídeo e imagem. Esses modelos geralmente buscam integrar de maneira organizada e eficiente repositórios de arquivos multimodais que originalmente estão distribuídos em diferentes localidades e computadores.

Aplicações médicas com áudio, vídeo e imagem requerem a disponibilidade de uma rede de alto desempenho, com qualidade de serviço e gerenciamento de risco (segurança, disponibilidade, controle de acesso, contingenciamento) para que sejam utilizadas em situações críticas. Portanto, o projeto GIGA proposto pela RNP representa a construção de uma plataforma de integração de conhecimento e serviços que supera os limites da área da saúde, mas encontra nela sua melhor aplicação.

Projeto de Telerradiologia da Unifesp - Saúde Digital

O objetivo principal desse projeto é de internalizar, absorver, aplicar e difundir tecnologias de integração de informações e recursos para a radiologia digital.

Prevê-se que, uma vez alcançados patamares de difusão tecnológica, os conhecimentos gerados a partir do projeto possam oferecer serviços de telerradiologia e promover a cooperação científica e tecnológica entre instituições do setor público e o setor privado, atraindo investimentos diretos para pesquisa e desenvolvimento e para os mercados de equipamentos e serviços.

Telemedicina Rural – Projeto Xingu

O objetivo desse projeto é o desenvolvimento e avaliação de um modelo assistencial e de vigilância sanitária para auxílio dos profissionais de

saúde que prestam assistência no Parque Indígena do Xingu. Uma das metas é diminuir o tempo de diagnóstico em saúde da mulher. Nesse caso, a metodologia a ser empregada considera a definição de dois processos:

• análise remota de imagens citológicas: definir o processo de coleta, preparo das lâminas e envio das imagens a serem analisadas; capacitação técnica para a coleta e preparo das lâminas; análise e definição do padrão da imagem digital a ser usada; construção de um sistema pré-armazenado para gerenciamento dos dados;

• processo de telecolposcopia: análise de equipamentos; análise de comunicação via satélite; definir o procedimento de telecolposcopia; capacitação em telecolposcopia pelos profissionais de saúde.

E ainda considera o desenvolvimento de um sistema de comunicação (Internet sobre radiofonia) de baixo custo para suportar as atividades de coordenação da gestão e educação a distância.

Parcerias

Os projetos de telemedicina são fortemente desenvolvidos em parceria com múltiplos profissionais e entidades que se completam para oferecer uma solução. O Setor de Telemedicina tem procurado desenvolver estas parcerias para seus diversos projetos, favorecendo a avaliação dos projetos pelos órgãos de fomento.

Nossas atividades envolvem parceiros internos, entre eles:

• Setor de Rede de Computadores <http://www.unifesp.br/dis/lrc>;

• Setor de Tecnologia de Informação <http://www.disacad.unifesp.br>;

• Laboratório de Educação a Distância <http://www.virtual.unifesp.br>;

• Centro Alfa de Humanização do Ensino em Medicina <http://alfa.epm.br>;

• Departamento de Oftalmologia <http://www.unifesp.br/doftalmo/indexx.htm>;

• Departamento de Diagnóstico por Imagem <http://www.unifesp.br/ddi>.

E parceiros externos:

• Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP) <http://lsi.usp.br>;

• Instituto do Coração do Hospital das Clínicas (InCor), Universidade de São Paulo (USP) <http://www.incor.usp.br>;

• Departamento de Física e Matemática (DFM), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP), Universidade de São Paulo (USP) <http://dfm.ffclrp.usp.br>, em particular, os grupos de pesquisa Laboratório de Computação de Imagens Médicas (ImagCom) e Laboratório de Sistemas Neurais (SisNe);

Para alguns dos projetos citados temos contado com o apoio das agências de financiamento do Ministério da Saúde (MS), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Desafios em Telemedicina

Uma contribuição para a formulação ou revisão das políticas operacionais e para as alocações de recursos no âmbito de uma ação integrada em telemedicina deve considerar o cenário amplo do sistema de saúde, considerando uma estruturação que atenda à premissa básica da hierarquização.

Serviços de atenção primária de saúde (por exemplo, postos de saúde) compõem a base da pirâmide e devem estar próximos de cada domicílio, cabendo a estes a referência a serviços secundários (por exemplo, clínicas), mais escassos e estrategicamente colocados, e destes para poucos pontos terceirizados (por exemplo, hospitais) que devem cuidar de casos mais eventuais, que demandem alta e cara tecnologia. Em geral, os médicos especialistas estão localizados nos centros terciários, havendo uma escassez relativa de especialistas a nível secundário, com dificuldade diagnóstica e maior morbidade, além de maior deslocamento devido aos encaminhamentos, eventualmente inadequados ou desnecessários.

Apesar da proporção de médicos formados no Brasil ser próxima a preconizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), sua distribuição geográfica cria bolsões de carência profissional. Justificando e exemplificando o fato, o governo tem investido em programas como o Programa de Saúde da Família (PSF) e o Programa de Interiorização do Trabalho em Saúde (PITS). Mesmo estando na direção correta de investimentos na assistência primária, esses programas são de difícil manutenção porque pressupõem a assimilação do médico na comunidade, com sua mudança física e estabelecimento na nova realidade social. No entanto, essa adaptação não é comum e tão pouco fácil de ser realizada, exigindo, inclusive, mudanças de comportamento. Porém, vivenciamos novas ferramentas da tecnologia de comunicação e informação que podem diminuir o isolamento dos profissionais, ajudando-os na solução dos problemas locais.

Por outro lado, uma das etapas envolvidas na promoção da saúde é o combate à doença. Um dos meios de tratar o paciente é por meio da medicina, na qual o médico tem papel importante na determinação de diagnósticos e instalação de condutas, com base em sinais e sintomas, aliado a eventuais exames complementares. Sabe-se que o correto diagnóstico é realizado em aproximadamente 55% dos casos somente pela história clínica, com adicionais 20% sobrevindo ao exame clínico e mais 20% provenientes de exames complementares. A tecnologia atual permite transportar a tradicional técnica médica – notadamente os sinais, sintomas e exames baseados em imagens – a locais distantes de sua aquisição, para a realização de raciocínios clínicos baseados na experiência e informação. Após o processamento humano da informação, seu retorno ao local de origem deve gerar providências de transporte, reexames ou auxiliar em atos terapêuticos individualizados.

Um sistema de colaboração multimídia para a saúde permite a interpretação compartilhada sobre o processo diagnóstico, no qual diferentes profissionais, principalmente aqueles distantes dos centros de referência, se comprometem na busca de um objetivo comum. Isto permite aumentar os diagnósticos corretos, com maior qualidade assistencial a população, menor morbidade, mortalidade e custo.

No entanto, deve-se considerar a diversidade da infra-estrutura tecnológica existente no país. Apesar da disponibilidade de tecnologias de

acesso a Internet em banda larga nos centros especializados e de maior disponibilidade financeira, ainda prevalece a exclusão digital na maioria dos municípios brasileiros com menos acesso aos serviços especializados de saúde. Nesses locais encontra-se uma disponibilidade de comunicação de dados por acesso discado a Internet, na maior parte das vezes discagem direta a distância a um provedor em uma cidade de maior porte. Com essa diversidade de infra-estrutura de telecomunicações deve-se pensar em sistemas de colaboração de baixo custo e maior efetividade.

Por exemplo, a construção de um ambiente de colaboração assíncrono (*store-and-forward* ou pré-armazenado) é conveniente para os usuários da saúde porque requer pouca disponibilidade de tempo e nenhum agendamento, devido a assincronia da comunicação entre os usuários. Oferece boa qualidade das imagens, mesmo utilizando uma baixa largura de banda, a um custo baixo; e requer pouco treinamento, devido à simplicidade das funções do ambiente e similaridade da operação com o correio eletrônico.

Esta solução assíncrona antecede, mas não exclui, a colaboração síncrona (*real-time* ou tempo real) com ferramentas de bate-papo ou videoconferência, para casos específicos de colaboração em que a solução assíncrona não oferece solução adequada. Tais situações exemplificam-se no exame virtual e interatividade direta com o paciente que necessitam baixo tempo de resposta.

Entretanto, a telemedicina não pode ser entendida apenas como a utilização intensiva de tecnologia e novos equipamentos. Ela se apresenta como um processo sucessivo de exploração que requer mudanças organizacionais nos serviços de saúde. Ou seja, telemedicina envolve um processo, não um produto. Para a prática efetiva deve haver um esforço no entendimento sobre o processo. Deve-se responder: o processo é adequado para telemedicina? O processo utilizando telemedicina é efetivo? O serviço de telemedicina tem custo-efetividade? E sua implantação requer ciclos sucessivos, com contínua avaliação dos benefícios e medição dos sucessos. Também requer recursos humanos qualificados para sua prática e a adoção de padrões tecnológicos abertos e diretrizes operacionais que possibilitem a integração e a disseminação dos serviços de telemedicina.

Portanto, para construir uma revisão ou uma nova formulação das políticas operacionais e para as alocações de recursos no âmbito de uma

ação integrada em telemedicina deve-se considerar questões tecnológicas (definição e operação de redes, sistemas e equipamentos etc), clínicas (novas técnicas diagnósticas e terapêuticas, processos de saúde etc), sociais, econômicas, culturais (linguagem etc), geográficas (fuso horário etc), éticas e legais. Essas questões devem ser abordadas pela identificação de prioridades, definição de políticas, desenvolvimento de programas e transferência científica e tecnológica, baseando-se em metodologias e métricas específicas.

COMENTÁRIOS FINAIS

Na prática do processo de atendimento remoto de saúde somente serão amplamente alcançados seus objetivos se a telemedicina deixar de ser um experimento laboratorial, de mera aplicação de tecnologia, e tornar-se uma ferramenta incorporada ao processo completo de saúde, como recomenda a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a União Internacional de Telecomunicações (UIT).

Neste sentido, é necessário investimento em recursos humanos para a produção e difusão do conhecimento em telemedicina, além do domínio sobre a infra-estrutura para o desenvolvimento das aplicações e execução das ações dos programas de assistência remota nos serviços atuais de assistência em saúde. Ainda, é necessário propor e avaliar soluções reais que não gerem falsas expectativas, considerando que se trata de uma mudança que se realiza em longo prazo e que deve contar com o apoio lento e gradual dos atores do processo.

Portanto, necessita-se investimento na elaboração de modelos de serviços e de distribuição para telemedicina que sejam práticos, auto-sustentados e disponíveis para tantas pessoas quanto possível, considerando os diversos níveis do sistema de saúde. Assim, a universalização dos recursos tecnológicos permitiria melhorar minimamente a coleta de informações, o seu processamento, análise e distribuição, para uso correto da informação e possivelmente elevar a qualidade da assistência em saúde.

O SET espera contribuir com o conhecimento acumulado por meio dos projetos apresentados neste artigo e consolidar o papel da telemedicina na Unifesp, e também fora dela, pela formação de recursos humanos e pela parceria com outros grupos de trabalho na área.

Referências

1. WAKEFIELD, B. J. et al. Nurse and patient communication via low-Introduction and high bandwidth home telecare systems. *Journal of Telemedicine and Telecare*, v. 10, n. 3, p. 156-159, 2004.

2. MOSER, P. L. et al. Publication output in telemedicine during the period January 1964 to July 2003. *Journal of Telemedicine and Telecare*, v. 10, n. 3, p. 72–77, 2004.

3. ESTADOS UNIDOS. National Library of Medicine. National Institute of Health. *MEDLINE*. Disponível em: <http://www.nlm.nih.gov>. Acesso em: 02 jul. 2004.

4. YOUNGBERRY, K. Letters to the editor: telemedicine research and MEDLINE. *Journal of Telemedicine and Telecare*, v. 10, n. 3, p. 121-123, 2004.

5. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. *Biblioteca virtual em saúde*: BIREME. Disponível em: <http://www.bireme.br>. Acesso em: 02 jul. 2004.

6. BARSOTTINI, C. N. et al. Centro alfa de humanização do ensino em saúde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2002, Natal, RN. **Anais**... São Paulo : Unifesp/Epm, 2002.

7. _____; WAINER, J. Um modelo taxonômico de teleconsultas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2002, Natal, RN. **Anais**... São Paulo: Unifesp/Epm, 2002.

8. MORAES, D. A.; PISA, I. T.; LOPES, P. R. L. Protótipo para coleta de informações em saúde utilizando dispositivos móveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2004, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** São Paulo: Unifesp/EPM, 2004.

9. SILVA, R., *Lepidus*: sistema especialista em medicina geral. 2000. Tese (Doutorado) – FFCLRP, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2000.

10. ROQUE, A. C. et al. Lepo: sistema de apoio à decisão médica em ofttalmologia baseado no sistema Lepidus. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA EM SAÚDE, 2004, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** São Paulo: Unifesp/EPM, 2004.

11. PISA, I. T. *MIDster*: uma arquitetura de compartilhamento de imagens médicas baseada em modelos peer-to-peer (P2P) e serviços web. 2003. Tese (Doutorado) – FFCLRP, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2003.

Pesquisa em saneamento: elementos para uma tecnologia socialmente inclusiva

Ricardo Toledo Silva[*]

Resumo

Neste trabalho os elementos de inclusão social da pesquisa aplicada ao saneamento, em sentido amplo, são examinados a partir de uma análise da produção em pesquisa no setor desde sua sistematização institucional na década de 1970, mostrando-se que os desdobramentos mais recentes – inclusive quanto a suas dimensões socialmente inclusivas – são tributárias de um processo complexo de amadurecimento da massa crítica, paradoxalmente originado em concepções setoriais a princípio rígidas e centralizadoras. A partir dessa análise os cenários para um maior comprometimento social da produção em pesquisa no setor se mostram mais identificados com um aprimoramento de linhas já definidas nos sistemas existentes de apoio à pesquisa – inclusive fundos setoriais afetos ao saneamento ambiental, o Prosab e o CT-Hidro – do que demandantes de mudanças radicais tendentes a privilegiar "tecnologias de interesse social" como se passíveis de existência independente de um processo mais amplo de desenvolvimento tecnológico.

Introdução

O caráter socialmente inclusivo de uma tecnologia depende do quanto os ganhos em desenvolvimento e inovação sejam dirigidos à eficácia social do serviço que apóia. Não se traduz, necessariamente, na concentração de

[*] Ricardo Toledo Silva é arquiteto, professor titular e atual diretor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

esforços de pesquisa e desenvolvimento para alternativas de baixo custo ou diretamente dirigidos à demanda de baixa renda. Também não se define liminarmente como tal pelo simples fato de inserir-se em uma política tida, em seu conjunto, como essencial e socialmente necessária.

No caso do saneamento, os ganhos parciais de eficiência relacionados a metas operacionais dos serviços nem sempre implicam melhora de eficácia em relação aos objetivos últimos da ação pública. Neste trabalho os referenciais de desempenho associados a diferentes políticas e programas de saneamento são cotejados com as pautas de pesquisa e desenvolvimento predominantes sob cada um deles, tendo em vista identificar os nexos entre gargalos de desempenho e pautas de pesquisa aplicada. Ainda que os programas-chave de P&D das companhias tendesse a privilegiar a inovação e o desenvolvimento tecnológico diretamente afeto às metas de eficiência, a institucionalização da pesquisa propiciada pela organização do setor promoveu ela mesma a investigação de alternativas que passariam a pôr em cheque o modelo setorial estrito.

A produção em pesquisa aplicada ao saneamento básico e ambiental, a partir da instituição do Planasa, superou em muito a agenda estrita da eficiência operacional definida nos referenciais de desempenho do setor. Propostas alternativas e enfoques holísticos sobre saneamento passaram a fundamentar pesquisas tanto de corte tecnológico como de origem nas ciências sociais aplicadas, em um processo extremamente rico de produção do conhecimento. Como regra, a massa crítica formada ao longo das últimas décadas de pesquisa aplicada ao saneamento básico e ambiental mostra-se bastante comprometida com o tema da inclusão social, ainda que não necessariamente referido nesses termos.

As perspectivas atuais de maior comprometimento da pesquisa aplicada em saneamento com a eficácia social se delineiam no âmbito mais amplo do saneamento ambiental e da gestão integrada de recursos hídricos. Nestas se incluem políticas e programas de gestão de demanda como alternativa à ampliação de capacidades como resposta ao crescimento das cidades. Elementos de integração tecnológica e programática recentemente trabalhados pelo autor e equipe nos contextos do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água e de projeto de pesquisa em gestão integrada no âmbito do CT-Hidro são mostrados como embriões de possíveis novos desdobramentos em tecnologia socialmente inclusiva em saneamento.

PESQUISA APLICADA E SANEAMENTO

A pesquisa aplicada, em diversos segmentos, tem constituído elemento-chave para o desenvolvimento da ação governamental no Brasil. Isto é verdade tanto no contexto de grandes projetos estatais centralizados, predominantes sob regimes autoritários, como no de políticas públicas mais abertas à participação da sociedade. As políticas de saneamento não são exceção e, em diversos momentos, têm motivado interações importantes com a pesquisa.

Desde as primeiras intervenções pelo saneamento das cidades no Brasil, a ação pública tem-se apoiado na capacidade inovadora da engenharia nacional na busca de soluções para problemas difíceis.

A princípio, essa capacidade era mais identificada com profissionais de notória competência e criatividade, como Francisco Saturnino de Brito, tornando-se gradativamente mais sistemática e institucional à medida que as políticas cresciam em abrangência, complexidade e generalidade. Com a fundação do Serviço Especial de Saúde Pública, em 1942, vinculado ao Ministério da Saúde, iniciou-se um processo de institucionalização de inovações e contribuições nas ações de saneamento, principalmente no âmbito das autarquias criadas sob aquele modelo. Essas contribuições ainda guardavam relação com os fundamentos da tradição higienista, no sentido de que a obra sanitária era função dos necessários progressos em saúde pública que viessem a possibilitar, que serviriam de base para eventual avaliação de sua eficácia.

Os projetos eram organizados sobre objetivos e metas amplos, para cujo sucesso contribuiriam componentes de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de drenagem urbana, de controle de vetores, de manejo de lixo e de melhoria de salubridade das habitações. As técnicas de avaliação e controle não contavam com o instrumental de gerenciamento de informações que mais tarde viriam a ter, com a formação de bases organizadas de indicadores e séries históricas. O sucesso ou não de uma intervenção estava implicitamente associado a ganhos tangíveis de saúde pública e higiene ambiental. Essa avaliação, ainda que baseada em possíveis impactos objetivos sobre a saúde pública não era totalmente objetiva, em face das dificuldades metodológicas em se estabelecer relações causais entre

intervenção e resultado. O desempenho das obras sanitárias e respectivos serviços, em relação aos objetivos de eficácia final a que se propõem – os ganhos em saúde pública – sempre foi, em maior ou menor medida, implicitamente admitido como função da expansão de sua oferta.

Esse pensamento simplificador tinha raízes no fato de que fatores externos como nutrição, variação de renda, educação e outros, interferem nos padrões de saúde pública em paralelo à melhoria em saneamento, sendo muito difícil isolar relações causais estritas. Estas relações são apenas identificáveis com maior nitidez no caso de intervenções básicas que determinem um salto qualitativo de acesso em benefício de populações anteriormente não servidas, como por exemplo, oferta inicial de água e queda de mortalidade infantil. À medida que a expansão evolui desse patamar básico para a melhoria e generalização do acesso, vai-se tornando cada vez mais difícil a inferência de relações causais diretas[1].

Com o advento do Plano Nacional de Saneamento Básico (Planasa) a partir da década de 1970, tiveram lugar processos importantes de desenvolvimento tecnológico sistemático no âmbito das empresas estaduais de saneamento básico, em colaboração com órgãos e entidades de pesquisa tecnológica ou ambiental dos Estados e com instituições universitárias. Ao longo da história do saneamento no Brasil, este é o processo que determina maior grau de institucionalização e sistematização da pesquisa aplicada em saneamento, envolvendo um grande número de contribuições individuais, em contraste com as conquistas anteriores, em geral identificadas com a autoria de uns poucos profissionais de reconhecida capacidade.

Esta relação entre pesquisa e ação pública, entretanto, mesmo quando sistematizada e institucionalmente disseminada, não é isenta de assimetrias e distorções trazidas pelo modelo político no qual a ação se circunscreve. O Planasa, como modelo gerencial, foi inscrito em uma prática decisória centralizadora e autoritária, e essa inscrição se transmitia na capilaridade das relações entre tecnologia e ação setorial. O próprio desenho do setor, definido sobre os serviços de água e esgoto, em um conceito de saneamento básico

[1] Fiszon (1998), estudando as limitações dos indicadores setoriais de eficiência amadurecidos a partir da sistematização determinada pelo Planasa, desenvolve um sistema híbrido de indicadores qualitativos e quantitativos, que prevê patamares evolutivos de necessidades relativas. Este modelo permite estabelecer faixas desejáveis de melhoria / expansão, segundo uma escala variável de necessidades, em função das condições de oferta prévia dos serviços.

contraposto à visão mais ampla do saneamento ambiental, estabelecia um limite estreito às políticas e programas de inovação e desenvolvimento tecnológico setoriais. Cada conquista tecnológica, cada proposta inovadora, só teria sentido, em princípio, se voltado à geração de benefícios líquidos internamente apropriáveis no âmbito estrito do saneamento básico (água e esgoto).

O modelo oficial dava pouca atenção a pesquisas na interface entre os serviços e as estruturas urbanas nas quais se inseriam, inclusive em relação àqueles integrantes do saneamento em sentido mais amplo, como a drenagem urbana, o manejo de resíduos sólidos e o controle de vetores. Freqüentemente os serviços de água e esgoto, para fins de pesquisa e otimização de eficiência, eram objeto de segmentações internas ainda mais estritas, em nome de uma especialização do conhecimento tecnológico que então era vista como quase sinônimo de eficiência. O entendimento mais holístico do saneamento e suas relações com as cidades eram vistos, pelo núcleo de planejamento estratégico do sistema, como de menor importância e de limitada utilidade prática para efeito do "choque de eficiência"[2] que se entendia necessário para atender à explosiva demanda urbana da época. Essa segmentação, se por um lado poderia tornar mais nítido o foco dos esforços de desenvolvimento e inovação tecnológica apropriado pelo lado da eficiência, por outro deixaria mais obscuras as relações entre cada melhoria parcial e o ganho de eficácia social em relação aos objetivos últimos da ação. Mas, felizmente para o processo de amadurecimento das políticas de saneamento no Brasil, a evolução real dos processos de desenvolvimento científico e tecnológico do setor não foi submetida à visão estrita de eficiência operacional que inicialmente os inspiraram. Ao deflagrar uma organização setorial complexa daquela magnitude, com forte envolvimento de pesquisa e formação de conhecimento, o Planasa deu – ele mesmo – os meios para que se formasse uma massa crítica que mais tarde viria a questionar suas bases.

Não obstante a pouca permeabilidade do modelo oficial a pesquisas voltadas a um entendimento mais amplo do saneamento, elas existiam e se desenvolviam no âmbito das instituições de pesquisa e universitárias, assim como dentro das próprias companhias estaduais e serviços municipais nas

[2] Expressão cunhada por um dos idealizadores do Planasa – o Eng. Rego Monteiro – para caracterizar a prioridade na expansão urgente da oferta de serviços de saneamento básico, deixando temporariamente de lado considerações sobre sua eficácia final (Monteiro 1983).

áreas de atendimento social imediato. Formava-se, em paralelo ao modelo hegemônico do saneamento básico, uma espécie de contracultura tecnológica, voltada ao desenvolvimento de alternativas que pudessem atender às necessidades prementes das populações mais pobres nas grandes periferias urbanas e núcleos isolados. A agenda setorial estrita da inovação e desenvolvimento voltados à melhoria operacional dos serviços era sistematicamente ampliada por demandas geradas nas instituições de pesquisa e em segmentos externos ao saneamento básico, como os de habitação e desenvolvimento urbano.

Esse desenvolvimento paralelo foi apoiado, na década de 1980, pelas grandes agências de fomento internacional – como Banco Mundial e BID – que defendiam uma abordagem alternativa, baseada em tecnologia de baixo custo, para as periferias pobres das grandes cidades de terceiro mundo. Uma extensa bibliografia técnica, baseada em uma revalorização de práticas tradicionais de saneamento local[3], apoiava programas setoriais e integrados de desenvolvimento e capacitação em todo o mundo, sob a égide da Década Internacional da Água e do Esgotamento Sanitário, declarada pelo Sistema das Nações Unidas. Esse modelo alternativo se apresentava como opção real de acesso imediato a melhores condições sanitárias e por isso ganhava, entre seus apoiadores, uma conotação muito mais progressista do que sua origem essencialmente conservadora em princípio admitiria. Na essência, o emprego de tecnologias alternativas para atendimento a necessidades de populações pobres nada tinha de progressista, na medida em que esta oferta dirigida cristalizaria a exclusão de acesso aos serviços convencionais que continuariam a suprir os segmentos mais abastados da população.

Mas no Brasil dos anos 70 e início dos 80, qualquer aceno que permitisse uma aproximação aos graves problemas sociais que se avolumavam era bem-vindo. A pesquisa sobre alternativas tecnológicas para a população de baixa renda, impulsionada pelos incentivos dos programas internacionais, muito mais do que aprofundar tecnologias de baixo custo passou a questionar o caráter excludente do sistema oficial e a propugnar por transformações no interior deste. Para entender melhor o contraste entre as ênfases de desenvolvimento tecnológico setorial inicialmente propugnadas pelo modelo oficial e as propostas de alternativas mais abrangentes de saneamento que emergiram

[3] Ver, como referências fundamentais, Kalbermatten et al. (1980 a, b).

ao longo desse processo, é preciso antes entender a relação que se estabelecia entre as metas de desempenho setorial e as prioridades de desenvolvimento tecnológico que em princípio se afigurariam como hegemônicas.

Metas de desempenho setorial e prioridades de pesquisa

De maneira geral, os marcos referenciais de desempenho setorial são elementos importantes de definição de prioridades de desenvolvimento tecnológico e, por conseguinte, das próprias políticas setoriais de pesquisa e desenvolvimento. Se um sistema é concebido e avaliado com base em um conjunto definido de indicadores de desempenho, suas prioridades de gestão e metas de desenvolvimento setorial serão definidas com vistas a melhorar seu desempenho em relação a esse conjunto de indicadores. Em um processo organizado de gestão e desempenho, a eficiência é buscada e avaliada com base nos referenciais acordados e as eventuais dispersões em relação a essas metas – mesmo quando motivadas por atendimento a necessidades sociais prementes – contam contra a eficiência setorial. Por isso esses marcos de desempenho constituem bons indicadores em relação às prioridades de desenvolvimento tecnológico, voltadas a superar os gargalos mais diretamente afetos à eficiência.

Para se ter uma idéia do marco referencial de desempenho dos serviços desenvolvidos a partir do modelo do Planasa, optamos por examinar inicialmente os Cabes[4] em sua estrutura de indicadores de eficiência dos serviços. Como regra, os Cabes e mais recentemente os relatórios do SNIS[5], trabalham principalmente indicadores de eficiência operacional.

---

[4] Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (Cabes). Publicação anual da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (Abes) que sistematizava os relatórios de desempenho técnico-operacional dos serviços predominantemente prestados pelas companhias estaduais de saneamento básico, nos moldes exigidos pelo Planasa. Os Cabes começaram a ser publicados em 1977 e até 1995 constituíam-se na única fonte sistemática de dados padronizados de desempenho do setor.

[5] Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS). Base de dados hoje coordenada pelo PMSS, que dá conta do desempenho dos serviços de saneamento em todo o país. Os relatórios anuais do SNIS começaram a ser publicados em 1996, com dados de 1995, com uma estrutura de informações compatível com aquela dos Cabes, de maneira a permitir a construção de séries históricas. Os diagnósticos mais recentes do SNIS incluem elementos de qualidade na prestação dos serviços – como intermitência, qualidade da água, vazamento de esgoto e atendimento a reclamações – que denotam preocupação com a eficácia da prestação. Ainda assim, não constituem diagnósticos voltados à eficácia social.

A estrutura típica de informações de um Cabes (baseada no Cabes XVIII abrangendo os anos de 1993 a 96), organiza-se inicialmente em informações relacionadas à cobertura dos serviços e depois desdobra-se em dados e indicadores relacionados ao desempenho operacional.

Dados gerais sobre os sistemas de abastecimento de água:

- localidades com sistemas responsáveis pela operação;
- sedes municipais com sistemas;
- número de economias;
- população abastecida;
- sedes municipais sem sistema;
- sedes municipais atendidas (%);
- população abastecida / economia.

Dados gerais sobre sistemas de esgotos:

- localidades com sistemas responsáveis pela operação;
- sedes municipais com sistemas;
- número de economias;
- população atendida;
- sedes municipais sem sistema;
- sedes municipais atendidas (%);
- população atendida / economia.

Trata-se de uma informação agregada, voltada mais à avaliação de abrangência e capilaridade da companhia estadual de saneamento em sua jurisdição do que à detecção de cobertura dos serviços como tal. Este dado (cobertura) só é trabalhado de forma desagregada nos censos demográficos, que por sua vez sofrem da imprecisão técnica, originada no pouco conhecimento que entrevistador e entrevistado têm sobre a variável pesquisada.

Em seguida, sem definir elementos para um quadro de atendimento em relação aos segmentos de demanda presumivelmente mais necessitados, o sistema de avaliação parte diretamente para dados operacionais da empresa.

Recursos humanos

Faturamento / arrecadação

- Relação arrecadação / faturamento.

Sistemas de abastecimento de água – dados operacionais (desagregados capital e interior):

- população abastecida;
- população urbana total das cidades operadas pela empresa de saneamento;
- número de ligações;
- número de economias;
- ligações com hidrômetros;
- extensão da rede;
- número de ETA operadas;
- número de sistemas fluoretados;
- população beneficiada com fluoretação;
- volume produzido;
- volume tratado;
- volume micromedido;
- volume faturado.

Sistemas de esgotos sanitários – dados operacionais (desagregados capital e interior):

- população atendida;
- população urbana total das cidades operadas pela empresa de saneamento;

- número de ligações;
- número de economias;
- extensão da rede;
- número de ETE operadas;
- volume coletado;
- volume tratado;
- volume faturado.

Esses dados operacionais precisam ser entendidos no contexto de um modelo gerencial que estabelecia como objetivo estratégico central a auto-sustentação financeira do serviço. A concepção do Planasa foi baseada no reconhecimento de que a expansão da oferta – na magnitude exigida pela explosão urbana das décadas de 1960 e 70 – apenas seria viável se assente sobre subsídios cruzados internamente praticados. Não se colocava mais como alternativa o financiamento público direto do saneamento, o Planasa envolvia uma engenharia econômica complexa, que apontava para uma participação crescente da receita operacional dos serviços no financiamento de sua expansão. Essa foi a razão principal pela qual os serviços foram organizados em companhias de abrangência estadual – na suposição de que áreas operacionais menos rentáveis seriam subsidiadas pelas receitas extraordinárias realizadas em áreas de maior retorno operacional – e organizados na concepção estrita de saneamento básico (água e esgoto) passível de individualização de atendimento.

Cada elemento operacional considerado nas bases de informações brutas seria depois tratado na forma de indicadores de eficiência operacional que permitiriam um monitoramento de desempenho em relação à expansão de oferta e à perspectiva de auto-sustentação. É marcante a concentração de esforços no sentido de aumentar a produtividade de pessoal, mais adiante tratada sob a forma de número de empregados por número de economias. Igualmente marcantes são os esforços para melhorar a relação entre volumes faturados e produzidos, tanto em abastecimento de água como em esgotamento sanitário. Os indicadores operacionais construídos adiante denotam ainda preocupação com a produtividade de diferentes insumos-chave na produção de água tratada.

Alguns indicadores operacionais:

• população abastecida / população urbana (cidades operadas) – água;

• população abastecida / população urbana (cidades operadas) – esgoto;

• índice de tratamento (água): volume tratado / volume produzido;

• índice de tratamento (esgoto): volume tratado / volume produzido;

• índice de micromedição: volume micromedido / volume produzido;

• índice de faturamento: volume faturado / volume produzido ;

• índice de perda de faturamento: (volume produzido – volume de água faturado) / volume produzido;

• tarifa média: receita operacional direta / volume faturado (água + esgoto);

• tarifa necessária: custo do serviço / volume faturado (água + esgoto);

• tarifa média de água: faturamento de água / volume de água faturado;

• tarifa média de esgoto: faturamento de esgoto / volume de esgoto faturado;

• margem de despesas de operação e manutenção: despesas de operação e manutenção / receita operacional;

• margem de despesas com pessoal: despesas com pessoal / receita operacional

• custo médio anual por empregado: despesa com pessoal / número médio de empregados no ano;

• margem de despesas com material: despesas com material / receita operacional;

• margem de despesas com serviço de terceiros: despesas com serviço de terceiros / receita operacional;

• margem de despesas de exploração: despesas de exploração / receita operacional;

- margem de serviço da dívida: serviço da dívida / receita operacional direta;
- custo médio anual de exploração: despesas de exploração / número médio de economias (água + esgoto);
- rentabilidade do capital próprio: lucro disponível / patrimônio médio;
- grau de endividamento: exigível médio / patrimônio líquido médio;
- liquidez corrente: ativo circulante / passivo circulante;
- indicador de desempenho financeiro: receita operacional direta / custo do serviço;
- participação da despesa com energia elétrica: despesas com energia elétrica / despesas de exploração;
- participação da despesa com produtos químicos: despesas com produtos químicos / despesas de exploração.

Esses indicadores resultantes de cruzamentos padronizados de informações coletadas já dão uma idéia de prioridades de pesquisa e desenvolvimento aplicáveis à superação de gargalos específicos em relação às metas de expansão de oferta e auto-sustentação dos serviços. São notórios os esforços concentrados de desenvolvimento tecnológico em micromedição, com vistas a ampliar os volumes micromedidos e faturados sobre os volumes produzidos, assim como os elementos componentes das diferentes margens de despesas calculadas sobre a receita operacional: operação, manutenção, pessoal, material e exploração, todas cotejadas com a mais insidiosa delas, a margem de serviço da dívida. Com base em um mix de repasse de recursos orçamentários e endividamento junto ao Sistema Financeiro do Saneamento (SFS), era preciso concentrar esforços no sentido de que a receita operacional, descontadas as margens de exploração e outros elementos diretos de investimento e custeio, superasse o serviço da dívida, sem o que os serviços estariam inexoravelmente condenados à falência financeira. E como o serviço da dívida era condicionado por indexadores econômicos que fugiam ao controle dos operadores setoriais, a alternativa era concentrar esforços na redução das demais margens de base operacional.

Nessa linha, o elenco de indicadores de desempenho dos serviços, derivado das bases de dados sistematizados nos relatórios anuais das empresas, conduz para a melhoria de produtividade em relação à cobertura e faturamento dos serviços.

Alguns indicadores de desempenho dos sistemas:

- sedes municipais com água da empresa / total de municípios da UF;
- sedes municipais com sistema de esgoto da empresa / total de municípios da UF;
- municípios com sistema de esgoto / municípios com sistemas de água (empresa);
- extensão da rede de água / número de ligações de água;
- extensão da rede de esgoto / número de ligações de esgoto;
- volume produzido de água / população abastecida;
- volume coletado de esgoto / população atendida com sistema de esgoto;
- consumo de cloro / volume tratado de água;
- consumo de sulfato / volume tratado de água;
- consumo de cal / volume tratado de água;
- volume coletado de esgoto / volume produzido de água;
- população abastecida / ligações de água;
- população abastecida / economias de água;
- economias de água / ligações de água;
- economias de esgoto / ligações de esgoto;
- ligações com hidrômetros / ligações de água;
- volume faturado total / total de economias de água;
- volume faturado total / total de ligações de água;

- valor faturado de água / valor total faturado;
- valor faturado de esgoto / valor total faturado;
- número de ligações de água e esgoto / número de empregados;
- número de economias de água e esgoto / número de empregados;
- consumo medido: volume de água micromedido / número de ligações com hidrômetros.

Estes são os principais parâmetros de produtividade que motivaram as empresas de saneamento a investir em pesquisa e desenvolvimento em uma escala sem precedentes. Provavelmente a motivação primeira dos programas de pesquisa e desenvolvimento das Cesbs era na área de desenvolvimento operacional diretamente relacionado aos padrões de desempenho acima relacionados. Esta era a posição majoritariamente defendida pela hierarquia dos serviços nos diversos foros de pesquisa e desenvolvimento promovidos na época[6], em contraposição às entidades e grupos de pesquisa cada vez mais numerosos que propugnavam por uma agenda ampla.

É interessante notar que o clima de debate sobre a agenda de pesquisa e sua estreita relação com alternativas de organização gerencial era propiciado pela própria institucionalização da pesquisa inicialmente voltada à agenda estrita da primeira formulação do Planasa. A ampliação do espectro de pesquisas e de novas alternativas tecnológicas e gerenciais que mais tarde viriam a determinar alterações substantivas no próprio modelo oficial apenas foi possível no contexto da grande massa de conhecimento que se gerava no próprio sistema.

Testemunho dessa evolução são as comunicações de produção em pesquisa aplicada registradas nos anais de congressos de engenharia sanitária, que de um formato estritamente técnico e operacional evoluíram para corpos multidisciplinares de estudos e pesquisas de interesse do saneamento básico e

[6] Entre outros, Seminário de Pesquisa e Desenvolvimento em Saneamento Básico em Curitiba, promovido pelas OPS, Abes, BNH e outras entidades do setor, em 1982, no qual se registraram acalorados debates entre correntes defensoras de uma visão estrita de melhoria operacional dos serviços e representantes de instituições de pesquisa que advogavam uma agenda ampla e flexível de temas de interesse para o saneamento.

áreas afins. Por ocasião do VII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, em 1971, de 15 trabalhos publicados apenas um – sobre a solução integrada para a disposição de esgotos de São Paulo, do PMDI – abordava interfaces do saneamento básico com outros sistemas urbanos e elementos de planejamento e métodos gerenciais. Todas as demais comunicações versavam sobre tecnologia "dura", em processos e produtos de engenharia para serviços de água e esgoto, sem qualquer contribuição em resíduos sólidos, drenagem urbana, saúde pública ou outras áreas do saneamento ambiental em sentido mais amplo.

Anos depois, já evoluídos os debates sobre o Planasa e novas alternativas tecnológicas e gerenciais para o setor, o 13º Congresso, em 1985 (primeiro ano de vigência da "Nova República"), apresentava a seguinte distribuição temática dos 284 trabalhos registrados em seus anais: 67 (24%) em abastecimento de água, 38 (13%) em esgotamento sanitário, 22 (8%) em resíduos sólidos, 12 (4%) em aproveitamento de recursos hídricos, 31 (11%) em ecologia e conservação ambiental, 67 (24%) em controle da poluição, 24 (8%) em eficácia operacional, 5 (2%) em recursos humanos para o saneamento ambiental, 7 (2%) em consultoria, obras e serviços, materiais e equipamentos para engenharia sanitária e ambiental e 11 (4%) em outros temas. Outros anais pouco depois davam conta de uma ampliação quantitativa e de abrangência temática ainda mais marcantes, como os do 14º Congresso, de 1987, cuja estrutura temática recepcionava contribuições de pesquisa em esgotamento sanitário, abastecimento de água, resíduos sólidos, drenagem urbana, recursos hídricos, proteção ambiental, controle da poluição, saúde pública, recursos humanos, consultoria, obras, serviços e materiais de saneamento e outros temas.

À produção inovadora e multifacetada apresentada nos congressos correspondiam movimentos significativos de revisão de posturas de planejamento e gestão dos serviços nas próprias Cesbs. A Sabesp, a partir de 1982 quando sua diretoria foi formada sob a égide de um governo estadual democraticamente eleito, iniciou um processo de revisão de metas que passava a incluir elementos inovadores de gestão de demanda como elemento-chave do planejamento, contrapondo-se à visão clássica de planejamento pelo lado da oferta, exclusivamente com base em medidas estruturais. Seu diretor de planejamento à época publicava trabalhos inovadores que admitiam, entre outros, o planejamento de demanda a partir de elementos de análise urbanística (Nucci 1983), rompendo com o

isolamento setorial que caracterizava a hierarquia do sistema, e a diferença entre as lógicas de eficiência empresarial e interesse social nos níveis de micromedição dos serviços (Nucci et al. 1985). Lidas no contexto de hoje essas inovações talvez não despertem grande admiração, mas à época significavam uma grande ruptura com os dogmas de eficiência setorial que fechavam o sistema, tornando-o permeável a um grande número de contribuições que emergiam das entidades e grupos de pesquisa que se dedicavam à matéria.

Pelo lado das alterações sobre paradigmas físicos, foi notório o trabalho da Caern, empresa estadual de saneamento do Rio Grande do Norte que abrigou processo consistente de pesquisa e inovação em redes coletoras de esgoto que resultou na tecnologia de rede condominial, legitimada como alternativa válida às redes convencionais de coletores públicos em áreas de habitação, a menor custo e desempenho equivalente.

Sem aprofundar em uma listagem exaustiva das iniciativas inovadoras em tecnologia e gestão daquela época, é possível afirmar que os desdobramentos posteriores que hoje abrem caminho para múltiplas alternativas de arranjo gerencial e tecnológico para os serviços de saneamento, em uma perspectiva mais integradora e socialmente inclusiva, constituem mais uma evolução lógica de propostas originadas no processo de institucionalização de pesquisa aplicada em saneamento desde então do que rupturas radicais em relação àquele. As estruturas de programas atuais como o Prosab e o CT-Hidro, entre os fundos setoriais de pesquisa, e de políticas integradoras de esforços de pesquisa e ação pública em áreas de integração, como as de conservação e uso racional da água (PNCDA) e a gestão integrada dos recursos hídricos, são tributárias de um processo gradativo de amadurecimento da pesquisa em saneamento ambiental no Brasil, e dentro dessa perspectiva.

A breve reconstrução dessa trajetória relativamente recente da pesquisa em saneamento no Brasil mostra que o amadurecimento da massa crítica do setor, contemplando as distorções distributivas típicas de uma sociedade socialmente injusta como a brasileira, deu-se em meio a um processo amplo de desenvolvimento tecnológico, a despeito de sua vocação inicial baseada em referencial estrito de eficiência operativa. O processo de desenvolvimento tecnológico é complexo e multifacetado, justapondo-se

elementos de tecnologia convencional e não-convencional, *soft* e *hard*, de origem em áreas de conhecimento tecnológico ou das ciências sociais. No exercício do contraditório entre ênfases na eficiência operativa e na eficácia social alimentam-se mutuamente a formulação de proposições inovadoras específicas – no âmbito de segmentos isolados – e a de enfoques holísticos voltados essencialmente à eficácia social dos serviços. Esse processo rico em desafios mútuos conduz à conclusão lógica de que a fixação de uma agenda estrita de pesquisa voltada diretamente ao atendimento de necessidades das populações carentes certamente não teria gerado tantas inovações de interesse dessa população como no contexto do amadurecimento amplo de um desenvolvimento tecnológico abrangente.

ELEMENTOS DE INCLUSÃO SOCIAL EM PESQUISAS SOBRE GESTÃO DA DEMANDA E GESTÃO INTEGRADA

A linha de argumentação defendida neste trabalho busca comprovar a hipótese de que não existe uma pesquisa direta e estritamente dirigida à inclusão social, mas um processo amplo de desenvolvimento da massa crítica que conduz à formulação de alternativas socialmente inclusivas. Se isto é verdade, os arcabouços de referência para eficiência operativa, inicialmente evocados como elementos indutivos a uma tecnologia estritamente voltada ao preenchimento de metas gerenciais rígidas, deveriam eles mesmos se mostrar minimamente permeáveis às mudanças ocorridas. Um exame de três referenciais recentes – quadro de qualidade dos serviços nos diagnósticos do SNIS, quadro referencial de pesquisa e desenvolvimento do PNCDA e linhas de integração entre gestão urbana e de recursos hídricos no âmbito do projeto Urbagua / CT-Hidro – mostram que de fato essa permeabilidade se observa, no sentido de um compromisso crescente de amarração entre metas de eficiência gerencial e objetivos de eficácia social.

Os novos arcabouços de avaliação dos serviços de saneamento básico, hoje sistematizados no SNIS, passaram a considerar elementos de qualidade e desempenho adicionalmente aos indicadores de eficiência operacional consagrados. As informações de qualidade sistematizadas nos Diagnósticos do SNIS são[7]:

[7] SNIS. Informações de qualidade dos serviços. SNIS 7 base 2001 (Brasil PMSS 2002).

Paralisações em sistemas de água:

- número de ocorrências;
- duração;
- economias atingidas.

Intermitências em sistemas de abastecimento de água:

- número de ocorrências;
- duração;
- economias atingidas.

Amostras para análise:

- cloro residual;
- turbidez;
- coliformes fecais.

Extravasamentos de esgoto:

- número de ocorrências;
- duração.

Reclamações e serviços executados:

- reclamações e solicitações de serviços;
- serviços executados;
- tempo de execução dos serviços.

Esses indicadores são importantes na caracterização de qualidade da prestação dos serviços – e por conseguinte na objetivação de exigências de desempenho por parte do sistema regulador – embora não se traduzam imediatamente em eficácia social. Esta, quando reconhecida a dificuldade metodológica e operativa em se resgatar correlações sistemáticas entre cobertura e ganhos de saúde pública, terá que ser buscada no âmbito de um

referencial mais amplo de saneamento ambiental, que permita a combinação de métodos quantitativos e qualitativos na avaliação do conjunto das condições sanitárias e ambientais de uma determinada área.

Não obstante, a generalização de exigências de desempenho na prestação dos serviços, traduzidas em indicadores sistemáticos, conduz a uma condição de eqüidade real de acesso que indiretamente contempla a eficácia social. Indiretamente, padrões de prestação de serviço como os relacionados no arcabouço de análise do SNIS dão conta de condições operacionais objetivas que interferem na eficácia dos serviços. A exigência de um padrão aceitável de paralisações e intermitência, por exemplo, afeta diretamente o interesse público e sanitário do serviço, diferentemente daquelas voltadas essencialmente à resolução da equação econômico-financeira dos sistemas, como os indicadores operacionais sistematizados nos Cabes.

Em uma análise sobre conceitos contraditórios de cobertura aparente e acesso efetivo a serviços públicos de infra-estrutura urbana (Silva 2000), mostramos que a tendência inercial dos serviços é pela cobertura generalizada. A existência de áreas absolutamente desprovidas de conexão física ou funcional à infra-estrutura urbana é típica de processos acelerados e recentes de expansão, que tendem a ser superados com o tempo. Isto não significa, por outro lado, que a existência da conexão potencial, pela presença próxima da rede física ou da possibilidade de conexão se traduza efetivamente em uma igualdade de acesso. As redes de infra-estrutura são vetores de distribuição de capacidades, como tal passíveis de enormes assimetrias no território que cobrem.

No que respeita as redes de serviços de saneamento, essas assimetrias implicam desigualdades nas condições ambientais e de saúde pública internamente às cidades e regiões. Por exemplo, a intermitência no abastecimento de água – objeto de preocupação entre os paramétrios de qualidade do SNIS – muito mais do que um incômodo ao usuário individual é determinante de problemas sanitários graves nas áreas periféricas das cidades. Combinadas a instalações prediais precárias, nas quais os pontos de consumo e esgotamento freqüentemente não contam com desconexão hidráulica da rede pública de abastecimento, as redes de periferia ficam sujeitas ao retorno de águas residuárias sempre que ocorrerem interrupções no abastecimento. A pressão positiva na rede, nesses casos, é a única garantia

de não retorno e contaminação e quando se interrompe o abastecimento inevitavelmente ocorrem pontos de pressão negativa provocando a sucção de águas servidas eventualmente acumuladas junto aos pontos de consumo.

Esse exemplo mostra o interesse dos indicadores de desempenho de serviço como elementos de avaliação indireta de eficácia final, a despeito de não trabalharem diretamente relações causais com mortalidade, morbidade e outros de saúde pública e higiene ambiental. Nessa média mostra também a evolução dos próprios referencias de desempenho operativo, quando absorvem em sua própria estrutura indicadores objetivamente conexos à eficácia final.

Continuando na mesma linha de argumentação, sobre o caráter indissociável da pesquisa socialmente inclusiva em relação a um processo mais amplo de desenvolvimento tecnológico, é importante examinar a estrutura atual da agenda do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) em relação às linhas de inovação e desenvolvimento tecnológico que lhe deram origem.

Um dos primeiros estudos sistemáticos sobre economia de água em sistemas prediais no Brasil se deu no âmbito do projeto "Estudo e Desenvolvimento de Unidade Hidráulico-Sanitária", desenvolvido pelo IPT[8] em início da década de 1980, por solicitação do Departamento de Pesquisa (Depea) do BNH. Tratava-se de pesquisa aplicada voltada à dotação de instalações sanitárias prediais de baixo custo para projetos de embriões habitacionais e lotes com serviços. As restrições de consumo associadas a prováveis restrições de acesso à água tratada em quantidade suficiente determinaram que se buscassem soluções técnicas de baixo consumo. Essa exigência deu origem a um processo mais amplo de pesquisa e desenvolvimento que resultou em propostas avançadas de bacias sanitárias e sistemas de descarga a níveis de desempenho inéditos para a época. Os protótipos desenvolvidos no IPT alcançavam, em 1982, reduções para até cinco litros por descarga, atendendo às especificações de desempenho fixadas em normas estrangeiras de diferentes origens[9].

[8] Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

[9] Não havia, naquela época, qualquer especificação brasileira relativa a essa matéria. Os sistemas foram ensaiados principalmente em relação a normas inglesas, escandinavas e americanas.

Dessa experiência, originou-se um processo mais amplo de estudo e pesquisa sobre conservação e economia da água em sistemas prediais, em conexão com demandas da área de planejamento da Sabesp, então preocupada em rever os padrões de consumo que fundamentavam cenários de demanda metropolitana futura. Desse esforço conjunto resultou uma revisão crítica do estado da arte no Brasil e no exterior, cujas principais conclusões ficaram consignadas nos anais de evento ocorrido no IPT (São Paulo, 1986), que paradoxalmente encerrava um ciclo que somente viria a ser retomado, em toda a sua amplitude, em 1996 com a criação do PNCDA.

As principais conclusões daquele ciclo de estudo e pesquisa apontavam para a necessidade de um enfoque amplo e abrangente para a matéria, que embora envolvesse interesse social sensível – a oferta de água em benefício dos estratos mais pobres da população – não poderia se ater a componentes e sistemas diretamente voltados a ela. Na formulação inicial do projeto "Unidade Sanitária" do IPT, as propostas se encaminhavam todas para os componentes e instalações que integrariam diretamente as áreas de intervenção, com vistas à redução de demanda naquele local, naquele momento. No entanto uma visão mais ampla dos perfis de demanda urbana mostrava que a eficácia dos programas de conservação e uso racional da água dependeria de uma gestão ampliada de demanda, que inibisse o consumo não só entre os pobres mas principalmente entre os que consumiam mais, os consumidores de renda média e alta. Nesses termos, a estratégia inicial da "Unidade Sanitária", cujos protótipos resultaram em "cabeça de série" para a produção de louça sanitária de linha popular, mostrava-se equivocada, pois jamais os custos de transferência tecnológica daquele estágio seriam cobertos pelo mercado popular. Mostrava-se, na prática, a necessidade de justaposição de estratégias para transferência da inovação, hoje confirmadas pela disseminação das bacias sanitárias de seis litros de descarga não primariamente no mercado popular, mas no mercado de sistemas prediais em geral.

A estrutura de pesquisa e desenvolvimento do PNCDA, concebida depois de amadurecidas essas reflexões sobre estratégias de gestão de demanda, já se apresenta de uma forma abrangente tanto em relação a seus

Quadro 1. PNCDA. Síntese de medidas de conservação e uso racional da água em níveis crescentes de complexidade. MPO / Sepurb 1998.

Natureza da atividade	**Nível básico**	**Nível intermediário**	**Nível avançado**
Produção de informações sobre eficiência do sistema.	Indicadores confiáveis de perdas físicas e não físicas combinadas (ANF e ANC).	Indicadores confiáveis de perdas físicas somente. Indicadores de eficiência hídrica dos segmentos.	Fatores de ponderação de pressão na rede. Indicadores de perda física linear incl. ramais prediais.
Previsão de demanda.	Índices de consumo per capita estatisticamente controlados.	Consumos residenciais monitorados por classe. Consumos n. residenciais monitorados por tipo.	Previsão de demanda integrada com normas e planos urbanísticos. Consumos residenciais associados a elasticidade de demanda Modelos de previsão por múltiplas variáveis.
Gestão integrada de recursos.	Enquadramento em diretrizes regionais / GRH.	Articulação com normas regionais e urbanísticas. Articulação com produção de aparelhos poupadores. Articulação c/ conservação de energia e pr. químicos.	Planos regionais e locais integrados c/ usos não urbanos da água. Normas restritivas de uso da água. Normas de preservação de mananciais. Incentivo à produção de aparelhos poupadores. Planos conjuntos com áreas de energia e outros recursos.
Gestão da demanda.	Contas explicativas do consumo. Campanhas de esclarecimento junto a população diretamente beneficiária de medidas ativas de conservação. Grandes consumidores - incentivo à conservação auto-gerida.	Adoção de aparelhos poupadores em novas instalações. Campanhas públicas de esclarecimento. Campanhas educacionais em escolas isoladas. Grandes consumidores – parcerias isoladas. Intensificação de progressividade na tarifa.	Incentivos diretos à troca de aparelhos. Campanhas educacionais na rede escolar. Grandes consumidores - ações setoriais. Paisagismo poupador de água p/ parques e jardins. Estrutura tarifária baseada em elasticidades medidas.
Manejo de cadastros.	Cadastramento da rede primária. Correção / complem. do cadastro de consumidores.	Cadastramento completo da rede de distribuição. Integração dos cadastros comercial e operacional Implantação de SIG.	Cadastro dos ramais prediais. Integração do SIG com aquisição automática de dados operacionais.
Macromedição.	Macromedição principais unidades prod / reserv.	Macromedição de usos públicos. Aferição medidores e unificação de leituras c/ micromedição.	Telemetria. Registro contínuo em unidades estratégicas.
Micromedição.	Implantação de medidores p/ a maioria das ligações residenciais.	Substituição / reparo de medidores antigos ou de capacidade inadequada. Micromedição em favelas e assemelhados.	Leitura c/ emissão automática de contas.

Detecção e reparo de vazamentos na rede.	Detecção e reparo de todos os vazamentos aflorantes. Geofonamento nas áreas de maior pressão.	Geofonamento de toda a rede. Estratégia de reparo para toda a rede.	Programa de manutenção preventiva das redes.
Controle de pressão na rede.	Setorização seletiva. Instalação experimental de VRPs em zonas de maior pressão.	Setorização abrangente. Sistema seletivo de VRPs.	Sistema de válvulas telecomandadas. Integração com SCADA Programas avançados de análise B/C.
Redução de consumo operacional.		Gerenciamento de limpeza e teste de pressão na rede.	Redução de consumo em ETAs.
Sistemas prediais - manut. e aparelhos poupadores.	Monitoramento de consumo predial. Reparo de vazamentos Regulagem de válvulas e registros.	Adoção de aparelhos poupadores existentes. Substituição de aparelhos em instalações públicas. Desenvolvimento tecnológico de novos aparelhos poupadores.	Programas setoriais de recuperação de sistemas prediais e substituição de aparelhos. Revisão de critérios de dimensionamento das instalações. Rotinas especiais de manutenção [por setor].
Sistemas prediais - gestão da qualidade de produtos e processos.	Normalização técnica – especificações e métodos de ensaio. Programas isolados de melhoria de qualidade. Calibração de ensaios laboratoriais.	Certificação de aparelhos poupadores. Laboratório institucional. Programas setoriais de qualidade.	Programas intersetoriais de qualidade.

componentes específicos como em relação aos objetos intermediários e finais de ação. No PNCDA articulam-se as escalas da grande conservação na bacia, do controle de perdas no sistema público de abastecimento e do uso racional dos sistemas prediais em um conjunto articulado de instrumentos tecnológicos e gerenciais, sintetizados na matriz que segue.

Sem aprofundar em especificidades do PNCDA que fogem ao escopo central desta análise, o quadro apresentado mostra que o objetivo de ganho tecnológico, voltado em última análise à ampliação de oferta relativa para benefício dos estratos sociais mais vulneráveis, exige uma articulação equilibrada entre componentes de pesquisa. Estes envolvem capacitação em planejamento / diagnóstico, melhoria operacional dos serviços e normalização dos sistemas prediais, à parte um processo de capacitação sistemático e contínuo. Destaca-se a gradação de medidas de nível básico, intermediário e avançado, aplicável a cada segmento de pesquisa e desenvolvimento definido, em um processo cumulativo de capacitação e resposta.

Os documentos técnicos são enfáticos no sentido de estabelecer pré-condições aos diferentes estágios de adiantamento das medidas de conservação e uso racional, mostrando que em qualquer dos campos e escalas abrangidas pelo sistema a adoção de medidas avançadas sem que se tenham preenchido os patamares anteriores de resposta, tende a gerar benefícios muito inferiores que os normalmente associados àquelas medidas. É o caso, por exemplo, de sistemas de distribuição de água que adquirem sofisticados instrumentos de monitoramento informatizado de vazões em tempo real, sem que seus subsistemas de captação e distribuição primária contem com macromedição adequada.

A eficácia social dos programas de gestão de demanda não é garantida por definição. É preciso ter presente que, com a privatização dos serviços, tem-se constatado – a nível mundial – uma tendência à minimização de consumos de baixo retorno financeiro (os pobres e os serviços públicos) tendo em vista reservar capacidades para destinação a usuários com maior propensão a pagar. Esse não é absolutamente o caso do PNCDA mas é um problema latente associado a qualquer programa ou projeto de gestão de demanda. Estudos recentes sobre a abrangência de programas de conservação da água no exterior (Rothert 2001, McGranahan 2002, Gleick et al. 2003) e pesquisas do autor atualmente em desenvolvimento, apontam para a necessidade de se estabelecerem métodos de monitoramento e avaliação sistemática sobre a eficácia social dos programas de gestão da demanda. Não existe uma identidade natural ou automática entre os interesses "do lado da demanda", em abstrato, e o interesse social objetivo.

Finalmente, abordando a agenda da gestão integrada dos sistemas de recursos hídricos, destaca-se a sistematização de referenciais de políticas públicas e desenvolvimento de instrumentos de gestão trabalhadas pelo projeto Uubagua[10] no âmbito do Fundo Setorial CT-Hidro, que envolveu um esforço articulado e multidisciplinar de pesquisadores da Universidade de São Paulo[11] e da Universidade Federal de Minas Gerais[12].

---

[10] Instrumentos de gestão integrada da água em áreas urbanas. Subsídios ao Programa Nacional de Despoluição das Bacias Hidrográficas e estudo exploratório de um programa nacional de apoio à gestão integrada. Convênio Finep CT-Hidro 23.01.0547.00.

[11] Pesquisadores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (Dep. de Tecnologia da Arquitetura) e Escola Politécnica (Dep. de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Dep. de Engenharia de construção Civil), coordenados pelo Núcleo de Pesquisa em Informações Urbanas da Pró-Reitoria de Pesquisa.

[12] Pesquisadores da Faculdade de Engenharia (Dep. de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Dep. de Engenharia Sanitária e Ambiental).

A estrutura de integração de instrumentos tecnológicos e gerenciais trabalhada no âmbito daquele projeto é sintetizada na lista hierárquica que segue, que dá conta de múltiplas interações que se estabelecem entre campos de ação da gestão de recursos hídricos, da gestão urbana e do saneamento ambiental, com base no caso da bacia do Alto Tietê (RMSP) que dão origem a instrumentos tecnológicos e gerenciais de interface (Urbagua MF5 2004).

(...)

DESENVOLVIMENTO DA LEGISLAÇÃO E INSTRUMENTOS DE GESTÃO

LICENCIAMENTO URBANO E AMBIENTAL E CERTIFICAÇÃO DE AGENTES E USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS DO ALTO TIETÊ

Instituição de diretrizes unificadas para desenvolvimento e gestão dos PDPA

a) Desenvolvimento de modelo unificado de correlação entre uso do solo e processos de comprometimento dos recursos hídricos (combinação dos conceitos de cargas meta e vazões de restrição).

b) Desenvolvimento do Sistema de Informações da Bacia, servindo ao modelo unificado de correlação, aos sistemas de informação gerencial das sub-bacias e ao controle público dos atos do Sistema de Gestão Integrada (SIU e SIG).

   i) Harmonização de bases cartográficas georreferenciadas sobre hidrografia, redes de infra-estrutura, processos de degradação ambiental, informações socioeconômicas e urbanização.

   ii) Extensão do sistema de monitoramento sobre a qualidade da água (parâmetros específicos sobre água potável e vida aquática) para todos os mananciais metropolitanos, inclusive efeitos de poluição difusa.

   iii) Fixação de vazões de restrição em todos os compartimentos de drenagem da Bacia.

   iv) Estudos extensivos sobre processos hidrodinâmicos internos e outros necessários à avaliação de cargas admissíveis nos mananciais de superfície.

c) Flexibilização normativa / hierarquização de normas

i) Planejamento de um sistema orgânico de normas aplicáveis à gestão integrada, diferenciando instrumentos aplicáveis no âmbito de cada sub-bacia e de eficácia sobre a Bacia como um todo segundo seus objetos funcionais.

1. Funções setoriais diretamente relacionadas ao uso da água

2. Processo de urbanização / uso e ocupação do solo

3. Funções setoriais não usuárias diretas da água

4. Articulação com bacias vizinhas (importação / exportação)

ii) Estratégia de articulação com as esferas de governo e entidades administrativas de planejamento metropolitano e setoriais com vistas à criação, supressão e modificação de normas segundo as prioridades funcionais acima e de acordo com a hierarquia aplicável nos níveis:

1. normas estabelecidas em lei, de observância compulsória e incondicional;

2. posturas de observância compulsória e caráter transitório / preliminar, passíveis de superação por lei específica superveniente;

3. normas de observância condicionada a compensações estabelecidas em lei;

4. normas de observância compulsória quanto a parâmetros finais, com flexibilidade em relação a parâmetros parciais aplicados internamente a cada área de referência;

5. diretrizes de adesão incentivada, organizadas segundo sistema de conformidade a metas do Plano de Bacia.

Instituição de diretrizes metropolitanas para licenciamento urbano e ambiental

a) Instrumentos de vinculação do licenciamento urbano e ambiental de empreendimentos ao atendimento combinado de parâmetros regionais de restrição de vazões e de aporte de cargas poluentes conforme modelo unificado de correlação.

   i) Desenvolvimentos de procedimentos para licenciamento, inicialmente de forma centralizada nos órgãos e entidades estaduais, com possibilidade de descentralização em função da capacitação e da conduta de municípios e outros agentes públicos integrantes da Bacia.

   ii) Revisão e desenvolvimento de normas paramétricas aplicáveis ao licenciamento, considerando futura articulação com o Código Metropolitano de Posturas Urbanísticas e Edilícias.

b) Descentralização do licenciamento dentro de um processo de certificação dos agentes públicos.

   i) Definição de níveis de capacitação técnica e de conformidade da conduta dos agentes públicos com os objetivos de gestão dos recursos hídricos.

   ii) Definição, em função do nível alcançado pelo agente público em relação à conformidade a metas do Plano de Bacia, de graus diferenciados de:

      1. possibilidade de flexibilização das exigências da regulamentação metropolitana;

      2. descentralização do licenciamento ambiental e urbano;

      3. acesso a recursos do Fehidro[13];

   iii) Estabelecimento de uma sistemática de avaliação e certificação dos níveis de capacitação técnica e de conformidade da conduta dos agentes públicos.

[13] Fundo Estadual de Recursos Hídricos (do Estado de São Paulo).

1. definição de objetivos e metas locais e setoriais de gestão dos recursos hídricos.

2. registro de legislação, normas e procedimentos dos agentes públicos.

3. avaliação de pessoal e condições materiais para execução descentralizada da política de gestão dos recursos hídricos;

4. avaliação dos instrumentos de controle da execução da política;

5. sistemática de auditorias externas periódicas e independentes, sob a supervisão dos comitês de bacia.

c) Desenvolvimento de um Código Metropolitano de Posturas Urbanísticas e Edilícias voltado à preservação dos mananciais e ao controle das inundações.

i) Desenvolvimento de posturas edilícias ou urbanísticas de âmbito metropolitano.

1. Normas paramétricas relativas a:

a. qualidade das águas dos mananciais;

b. vazões de restrição do sistema regional de macrodrenagem.

2. Posturas urbanísticas e edilícias metropolitanas, de aplicação compulsória, na forma de projetos de leis estaduais, referidas a normas paramétricas, voltadas a:

a. conservação e uso racional de água de abastecimento público;

b. limitação das vazões afluentes ao sistema de macrodrenagem da Bacia Hidrográfica ;

c. melhoria de qualidade das águas afluentes aos sistemas de drenagem de águas pluviais.

3. Normas legais de gestão urbana metropolitana concernentes à:

   a. transferência de potencial construtivo entre municípios, em operações urbanas interligadas, orientadas para objetivos de gestão dos recursos hídricos;

   b. pagamento de compensações entre municípios ou a fundos regionais e/ou execução de obras mitigadoras em casos de empreendimentos causadores de impactos regionais sobre a quantidade e qualidade das águas.

ii) Desenvolvimento ou melhoria de posturas edilícias ou urbanísticas municipais voltadas a:

1. conservação e uso racional de água de abastecimento público;

2. limitação das vazões afluentes aos sistemas de drenagem de águas pluviais;

3. melhoria de qualidade das águas afluentes aos sistemas de drenagem de águas pluviais;

4. adequação dos sistemas de transportes urbanos a objetivos de preservação dos mananciais e controle de inundações;

5. direcionamento da política habitacional com vistas a preservação dos mananciais e controle de inundações;

6. articulação entre sistemas de infra-estrutura com vistas a preservação dos mananciais e controle de inundações.

(...)

Trata-se de uma agenda complexa, que não interessa comentar em nível de detalhe neste trabalho. Mas mostra com clareza como, no segmento de legislação e instrumentos de gestão de interesse da gestão integrada, articulam-se componentes de pesquisa aplicada e desenvolvimento gerencial indispensáveis para que se realizem os objetivos de integração. Problemas complexos como a relação entre poluição de bacias e oferta de água não se

resolvem apenas no âmbito da tecnologia, mas envolvem instrumentos de planejamento e gestão integrada articulados, que permitam o alívio das sobrecargas na origem. É uma grande evolução das ciências ambientais, da engenharia sanitária e do urbanismo o entendimento de que no âmbito restrito de cada uma dessas áreas não se resolvem os complexos problemas de interface na origem da escassez da água. A disponibilidade de água para uso urbano é reconhecida hoje como uma dupla função de quantidade e qualidade, associada a padrões de demanda que condicionam a utilização adequada das capacidades existentes. Um problema de escassez nem sempre vai ser respondido por uma ampliação de oferta, mas por um conjunto de medidas que tornem mais úteis e criteriosamente utilizados os potenciais existentes.

Nessa linha descortinam-se novos campos de investigação ainda pouco explorados no Brasil e no exterior, como os impactos específicos de diferentes formas de urbanização sobre os corpos de água (Walsh 2000; Paul e Meyer 2001, Power et al. 2005) e o desenvolvimento de instrumentos específicos de apoio à decisão (Shaley e Kennedy 2003). No âmbito do Projeto Urbagua, três sistemas de apoio à decisão foram desenvolvidos com vistas a apoiar a tecnologia e a gestão das interfaces. São eles um sistema de informações urbanas (SIU), que sistematiza informações ambientais e socioeconômicas de interesse para a definição de prioridades de intervenção, um sistema de informações gerenciais (SIG), voltado ao cadastro de ações públicas voltadas à resolução dos problemas identificados no SIU e um sistema de apoio à decisão para a pré-qualificação e escolha de alternativas de tratamento de esgoto em diferentes contextos, este último trabalhado com base na estrutura de um modelo pioneiro voltado à análise de alternativas de reatores de fluxo ascendente (Uasb) desenvolvido por equipe da UFMG e da UnB no âmbito do Prosab.

Mais uma vez, essa experiência mostra que a pesquisa voltada à interface, com forte motivação social, não se esgota em seus próprios objetivos específicos, mas é beneficiária e contribuinte de um processo mais amplo que não prescinde de diferentes segmentos de pesquisa e inovação, mesmo que não direta e explicitamente direcionados à integração e à inclusão social. É o conjunto articulado de produção do conhecimento que produz a massa crítica e não seu direcionamento imediato para finalidades de escopo restrito de difícil identificação – enquanto tal – como linhas de pesquisa.

NOVOS HORIZONTES

Os novos horizontes de pesquisa, com forte motivação social e intensa atividade na interface entre áreas de conhecimento e segmentos de atividade, definem-se como decorrência do amadurecimento de um processo e não por ato deliberado de direcionamento ao interesse dos estratos sociais mais vulneráveis. Não existe a pesquisa "para a baixa renda" enquanto tal, ela não conseguiria superar o paradoxo de ter que suportar os maiores custos unitários de disseminação. Provavelmente esta constatação vale para a maioria dos campos de interesse da pesquisa aplicada, voltada a políticas públicas e certamente para o caso do saneamento ambiental, em estudo.

Na construção de novos caminhos de pesquisa e inovação é importante não perder de vista a dimensão histórica e a inserção social mais ampla dos processos. Na construção da pesquisa e das políticas setoriais da infra-estrutura urbana, a convergência de pesquisas de corte tecnológico e das ciências sociais aplicadas sempre foi decisiva para o monitoramento e avaliação de eficácia do desenvolvimento e da inovação. A pesquisa tecnológica não tem o condão de enxergar, por seus próprios meios, as condições de contexto e inserção mais adequadas à transferência e disseminação, no interesse público, de seus progressos. Evans et al. (1999) abordam a complexidade dessas relações como parte de estudos sistemáticos de eficácia dos instrumentos de gestão pelo lado da demanda em serviços de infra-estrutura pública, mostrando que existe um papel central reservado às pesquisas em sociologia do conhecimento científico no debate sobre a utilidade social do conhecimento tecnológico. A adequação social da pesquisa tecnológica não é matéria tratável por meio de simples vontade política, mesmo que apoiada no escrutínio entre os segmentos sociais majoritários, mas envolve relações causais de grande latência temporal e difícil controle de origem.

Na trajetória de pesquisa e desenvolvimento originada na institucionalização da pesquisa em saneamento promovida pelo Planasa, o conjunto de efeitos virtuosos que resultaram em um universo complexo e multifacetado de pesquisas em saneamento ambiental e áreas afins jamais foi concebido enquanto tal nas origens do sistema. No entanto, assim resultou por força da contraposição entre propostas e contraditórios, em um processo no qual todas as posições têm jogado um papel fundamental em seu crescimento. Na perspectiva de novos horizontes de pesquisa e patamares

mais ambiciosos de inclusão social no saneamento, é importante valorizar e ter presente essa dialética que se estabeleceu entre os diferentes segmentos de pesquisa e inovação, abrindo caminhos para maior convergência entre pesquisas de interesse da eficiência operativa, da gestão da qualidade, da integração intersetorial e das alternativas de aplicação direta em áreas socialmente vulneráveis, reforçando-se os elos entre referenciais de eficiência operacional e eficácia social.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (Rio de Janeiro). *XVIII Catálogo brasileiro de engenharias sanitária e ambiental*: guia do saneamento ambiental no Brasil, 1993-96. Rio de Janeiro, 1998.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (Brasília, DF). *Diagnóstico dos serviços de água e esgotos*. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, 2002.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA (Brasília). *Apresentação do programa*. Brasília: Secretaria Especial de Política Urbana, 1998. (Documento técnico de apoio, n. A1).

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 7., 1973, Salvador, BA. **Anais**... [São Paulo]: Companhia Metropolitana de Saneamento de São Paulo, [1973?]. 1 v.

_____, 13., 1985, Maceió, AL. **Anais**... [Rio de Janeiro]: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, [1985?]. 2 v.

_____, 14., 1987, São Paulo. **Anais**... [Rio de Janeiro]: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 3 v. em 6 t.

EVANS, R.; GUY, S.; MARVIN, S. Making a difference: sociology of scientific knowledge & urban energy policies. *Science*, *Technology*, & *Human Values*, v. 24, n. 1, p. 105-131, Winter 1999.

FISZON, J. T. *Análise de serviços de saneamento:* elementos para a observação do desempenho no atendimento às demandas essenciais da população. 1998. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

GLEICK, Peter H. et al. *The potential for urban water conservation in California*. [S. l.]: Pacific Institute, 2003. Disponível em: <http://www.pacinst.org/reports/urban_usage/waste_not_want_not_full_report.pdf>.

HALEY, H.; KENNEDY, S. *Decision support tool for environmental sustainability*. [Toronto]: University of Toronto. Department of Civil Engineering, 2003.

KALBERMATTEN, J. M.; JULIUS, D. S.; GUNNERSON, C. G. *A summary of technical and economic options*: appropriate technology for water and sanitation. Washington, DC: World Bank, 1980b.

KALBERMATTEN, J. M. et al. *A planner's guide*: appropriate technology for water and sanitation. Washington, DC: World Bank, 1980a.

MAGALHÃES, R. A. Planasa: intervenção pioneira do governo federal na matéria. **Anais**... Os desafios do saneamento ambiental. São Paulo: Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993. 23 p.

MCGRANAHAN, G. *Demand side water strategies and the urban poor*. London: International Institute for Environment and Development, 2002. (PIE series, n. 4.)

MONTEIRO, J. R. A. P. R. Saneamento básico e conjuntura. *Engenharia Sanitária*, v. 22, n. 3, p. 272-280, 1983.

NUCCI, N. L .R. Avaliação da demanda urbana de água: aspectos econômicos e urbanísticos: a área edificada como possível variável explicativa. *Revista DAE*, n. 35, p. 22-29, 1983.

_____; RODRIGUES, E. A.; REIS, L. B. Modelo de determinação do nível ótimo de micromedição: enfoque privado e social, um estudo de caso. *Revista DAE*, v. 45, n. 42, p. 282-289, 1985.

PAUL, M.; MEYER, J. Streams in the urban landscape. *Annual Review Ecology*. Syst., n. 32, p. 333–365, 2001.

POWER, M. E. et al. Inland water ecosystems. *Front. Ecol. Environ.*, v. 3, n. 1, p. 47–55, 2005.

ROTHERT, S. Water conservation and demand management potential in southern Africa: an untapped river. *Int. Journal of Water*, v. 1, n. 1, p. 118–144, 2001.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, 1986, São Paulo. **Anais**... São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, [1986?].

SILVA, R. T. The connectivity of the infrastructure networks and the urban space of São Paulo in the 90s. *International Journal of Urban and Regional Research*, Oxford, v. 24, n. 1, p. 139-164, 2000.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Núcleo de Pesquisa em Informações Urbanas. *Instrumentos de gestão integrada da água em áreas urbanas*: subsídios ao Programa Nacional de Despoluição das Bacias Hidrográficas e estudo exploratório de um programa nacional de apoio à gestão integrada. MF 5 Diretrizes para arranjo institucional da gestão integrada e instrumentos de apoio. Relatório de pesquisa. São Paulo, 2004. URBAGUA. Convênio FINEP CT-HIDRO 23.01.0547.00.

WALSH, C. J. Urban impacts on the ecology of receiving waters: a framework for assessment, conservation and restoration. *Hydrobiologia*, n. 431, p. 107-114, 2000.

Dilemas e avanços da responsabilidade social empresarial no Brasil: o trabalho do Instituto Ethos

Ricardo Young[*]

1. Desenvolvimento da responsabilidade social empresarial (RSE) no Brasil

O Brasil apresenta características importantes para se entender o rápido desenvolvimento da agenda de responsabilidade social empresarial (RSE) nos países em desenvolvimento nos últimos anos.

O fato de se constituir como um país de grande diversidade socioambiental, em um ambiente político democrático em consolidação e uma economia expressiva (15ª do mundo), porém dependente, faz com que grandes oportunidades convivam com profundas desigualdades.

O governo brasileiro ainda tem uma capacidade de atuação social limitada pelos profundos ajustes fiscais; a face moderna do modelo de desenvolvimento, fortemente exportador, baseia-se em tecnologia intensiva e no *agribusiness*, reduzindo-se os aspectos de inclusão social e geração de emprego; e as políticas macroeconômicas ao privilegiarem o combate à inflação e o ajuste fiscal para o pagamento do serviço da dívida externa, inibem o crescimento, retroalimentando um círculo vicioso que contém uma perigosa perversidade: o aprofundamento das desigualdades sociais, da exclusão e do desequilíbrio ambiental.

Alguns estudos de organismos internacionais apontam a incompatibilidade de crescimento econômico, competitividade e ética com a péssima distribuição de renda e ignorância. O Brasil tem que manter taxas

[*] Ricardo Young é presidente do UniEthos.

de juro elevadas para atrair capitais externos, o que, novamente, inibe nosso crescimento. O alto custo financeiro apropria-se da maior parte dos recursos dos orçamentos públicos e deteriora os serviços governamentais para os mais necessitados, além de inibir investimentos em infra-estrutura.

A pobreza e exclusão social no Brasil são conseqüência direta de nossa histórica produção de desigualdades sociais. No século XX, o PIB brasileiro cresceu mais de 100 vezes e a população saltou de 17 milhões para 170 milhões, segundo recente estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)[1]. A riqueza que produzimos, porém, não foi distribuída: a concentração da renda também aumentou. Enquanto em 1960 os 10% mais ricos tinham uma renda 34 vezes maior que os 10% mais pobres, em 2001 essa proporção era de 47 vezes. Na virada do século XXI, a renda do 1% mais rico era praticamente igual aos dos 50% mais pobres[2]. Em função desse quadro, cerca de um terço da população brasileira convive com a insegurança alimentar no país que, em 2003, alcançou o posto de maior exportador mundial de carne e soja, e que teve uma produção recorde de grãos, cerca de 120 milhões de toneladas.

Esses dados reforçam a constatação de que, nos últimos 100 anos, o Brasil expandiu-se reproduzindo a pobreza. É necessário e urgente que o crescimento ocorra de maneira sustentável e supere a profunda desigualdade social. A concentração de renda no Brasil – quarta maior do mundo – mantém na pobreza mais de 50 milhões de pessoas. E os pobres brasileiros, além da insuficiência de renda, convivem com a dificuldade de acesso aos serviços básicos de educação, saúde, assistência social e habitação.

A boa notícia é que o retorno à democracia a partir de 1990 possibilitou a reorganização da sociedade civil que, no intervalo de uma década, foi provavelmente o segmento mais dinâmico e transformador no país. O surgimento e a intensificação de movimentos sociais, tais como o combate à fome[3], as inúmeras iniciativas em educação e saúde fizeram com que o Brasil desse grandes saltos na área da alfabetização, universalização da educação básica, expansão da população universitária, combate à Aids, diminuição da mortalidade infantil, combate ao trabalho infantil e

---

[1] *Estatísticas do século XX*, IBGE, 2003, <http://www.ibge.gov.br>

[2] Ibidem, <http://www.ibge.gov.br>

[3] *Ação da Cidadania Contra a Fome, a Miséria e pela Vida* – movimento liderado pelo sociólogo Herbert de Souza, o Betinho, fundador da ONG Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (Ibase).

consolidação do Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) são algumas das significativas conquistas alcançadas a partir da participação ativa da sociedade civil organizada.

Inúmeras organizações empresariais foram criadas para lidar com temas sociais, direitos humanos e sustentabilidade ambiental – o Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre), o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS). Em relação ao desenvolvimento comunitário e social criou-se o Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (Ibase), o Instituto de Cidadania Empresarial (ICE), o Grupo de Institutos, Fundações e Empresas (Gife), a Fundação Abrinq pelos direitos da criança e do adolescente, entre outras. Já para tratar de responsabilidade social corporativa, fundou-se o Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social, organização criada para promover a cultura da gestão empresarial balizada por princípios éticos, abrangendo todos os públicos impactados pelas atividades das empresas tornando-as parceiras na construção de uma sociedade sustentável e justa.

2. AVANÇOS DA RSE NO BRASIL: DA FILANTROPIA À RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL

Devido às grandes desigualdades sociais existentes no Brasil, a responsabilidade social empresarial teve uma longa tradição de filantropia. Se considerarmos apenas as ações sociais voluntárias da comunidade empresarial – de acordo com a pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)[4], de 2001, mais de 60% das empresas pesquisadas realizam investimentos na área social, seja diretamente, em forma de doações e/ou parcerias com ONGs.

Todavia, a preocupação com o desenvolvimento sustentável e a considerável ação dos grupos de pressão (consumidores, clientes, investidores, ONGs, sindicatos, mídia, entre outros) tem aumentado desde os anos 90, devido ao esgotamento progressivo de recursos naturais, ao agravamento das tensões sociais e à deterioração das condições ambientais do planeta.

[4] *Bondade ou interesse? Como e por que as empresas atuam na área social*. Ipea, 2001. <http://www.ipea.gov.br/asocial>

O advento da Rio 92, no Rio de Janeiro, da Rio+10, em Johannesburgo, do Fórum Social Mundial, em Porto Alegre, foram fatores chaves na demonstração de que não há possibilidade de construção de um mundo justo e saudável – social, econômica e ambientalmente – se a questão da sustentabilidade não for incorporada na gestão das organizações e do próprio Estado. Embora seja difícil definir o que é sustentabilidade, é bastante claro o que não é sustentável: a pobreza, a deterioração ambiental, o desperdício e a violência não são sustentáveis. Então, ao constatar o mundo que nós não queremos, torna-se possível vislumbrar o mundo desejado. Porque, se não há um consenso sobre o que é sustentabilidade, é possível, por outro lado, criar pactos que disciplinem, normatizem e limitem a insustentabilidade.

No âmbito da responsabilidade social empresarial (RSE), os avanços são bastante expressivos. Tomemos como exemplo o Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social, organização não-governamental, sem fins lucrativos, que se tornou o principal líder das ações de RSE no Brasil. Quando o Instituto Ethos foi criado, em 1998, com apenas 11 empresas afiliadas, muitos viam seu objetivo de promover a responsabilidade social empresarial como uma grande utopia. Em apenas sete anos – no início de 2005 – o Instituto Ethos contava com a participação de cerca de 1000 empresas associadas, que empregam mais de 1,3 milhão de trabalhadores e cuja receita agregada equivale a 30% do PIB nacional. Esse crescimento notável é um indicador de que a RSE encontrou grandes oportunidades por aqui.

Atualmente, o Instituto Ethos mantém várias parcerias com instituições nacionais e internacionais. No Brasil, cerca de 70 parcerias, incluindo entidades de classe e ONGs, quase uma dezena de veículos de mídia de abrangência nacional com suplementos especializados, além de uma rede com cerca de 470 instituições de ensino superior. No exterior ele é parceiro do *Forum Empresa* (América Latina); Business for Social Responsability (BSR), Rockfeller Center, Harvard, International Finance Corporation – IFC (Estados Unidos); Accountability e SustainAbility (Reino Unido). O Instituto Ethos conta com o apoio financeiro das empresas associadas, da Fundação Avina, da Fundação Hewlett, da Interchurch Organization for Development Cooperation (ICCO), da International Finance Corporation – IFC, e da Inter American Foundation – IAF.

Em relação ao mercado internacional, a RSE vem ganhando destaque nas diferentes agendas e instâncias da governança global. Hoje, o Instituto Ethos é interlocutor em diversos organismos multilaterais e tem assento em significativos conselhos internacionais de RSE, entre os quais o Global Compact**,** da ONU, Global Reporting Initiative (GRI), Accountability, Sustainability.

No Brasil, hoje, há lideranças empresariais conscientes de que a responsabilidade social é uma estratégia de negócio que contribui para a competitividade e sustentabilidade das empresas. Essa consciência também está presente entre os formadores de opinião, nas universidades, nos centros de pesquisa e setores de governança corporativa. As políticas de gestão baseadas na responsabilidade social e seus resultados começam a ser objeto de investigação científica e elaboração prática. Com isso, os empresários já dispõem de ferramentas que lhes permitem planejar, implantar e avaliar essas políticas com método e segurança.

Os *Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial* [5], bem como o modelo *Ethos de Balanço Social* [6], associados ao *Banco de Práticas*[7], compuseram um novo referencial de primeira qualidade para orientar as empresas dos

---

[5] Os *Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial* são uma ferramenta de aprendizado e avaliação da gestão no que se refere à incorporação de práticas de RSE ao planejamento estratégico e ao monitoramento do desempenho geral da empresa. Constitui-se de um amplo questionário sobre os sete grandes temas da RSE: Valores e Transparência; Público Interno; Meio Ambiente; Fornecedores; Consumidores e Clientes; Comunidade; e Governo e Sociedade. A pontuação obtida pela empresa será apresentada no Relatório de Diagnóstico, permitindo que ela compare seu desempenho com o do grupo de *benchmarking* (as dez empresas que apresentaram os melhores resultados) e com a pontuação média de todas as empresas que responderam ao questionário. <http://www.ethos.org.br/docs/conceitos_praticas/indicadores>.

[6] O *Guia de Elaboração do Balanço Social*, desenvolvido pelo Instituto Ethos, é uma ferramenta de gestão que propõe a padronização de relatórios para a apresentação de indicadores de responsabilidade social. Para sua elaboração foram realizados estudos de *benchmarking* de diretrizes para relatórios no Brasil e no exterior. Optou-se por tomar por base a estrutura e conteúdo de relatórios sociais propostos pela *Global Reporting Initiative* (GRI), pelo *Institute of Social and Ethical AccountAbility* (ISEA), assim como a associação entre *Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial* e o *Modelo de Balanço Social do Instituo Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas* (IBASE). <http://www.ethos.org.br/docs/conceitos_praticas/guia_relatorio>.

[7] Espaço de divulgação de experiências cujas práticas se destacaram nos *Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial* e assim potencializar a responsabilidade social no país. Estes casos se dividem em *Benchmarking, Caso Concreto e Atitude* e reúnem casos elaborados de maneira sistematizada e com profundidade, relatando, além das ações desenvolvidas, seus resultados, desafios, aprendizagens, e dicas das empresas que não mediram esforços para transformar seus projetos em realidade. <http://www.ethos.org.br/docs/conceitos_praticas/banco_praticas>.

mais variados portes no ingresso ou no aperfeiçoamento das práticas de RSE. Ganhos imediatos obtidos com essas ferramentas de gestão foram a descaracterização da mera filantropia e ação social como a única face da RSE, inserindo no conceito a preservação e a educação ambiental, bem como a extensão da responsabilidade da empresa aos *stakeholders* situados ao longo de toda a cadeia de valor.

Prever e controlar os impactos socioambientais de seus produtos e serviços são ações que não se confundem com filantropia. Hoje, essas ferramentas, notadamente os *Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial*, permitem às empresas saber em que nível qualitativo se situam como praticantes da RSE – tal como esta é definida nos seus sete temas. Permitem também determinar se atingiram o grau de excelência em RSE ou a que distância se encontram deste, podendo traçar a evolução de suas práticas no tempo e dispondo de referências externas que permitem a comparação de suas pontuações com as obtidas pelas demais empresas integrantes ao universo do Instituto Ethos, além de indicadores internacionais.

Os consumidores brasileiros também estão bem sensibilizados quanto a RSE e esperam um comportamento ético das empresas, querem conhecer suas práticas de responsabilidade social, rejeitam a propaganda enganosa e estão atentos à saúde dos funcionários e à poluição que eventualmente elas provocam no meio ambiente. Uma pesquisa divulgada no Brasil sobre *a Percepção do Consumidor Brasileiro*[8] aponta que os principais motivos de rejeição da sociedade na compra de um produto são a propaganda enganosa, efeitos nocivos aos trabalhadores e aos consumidores, poluição, uso de mão-de-obra infantil e colaboração com políticos corruptos. Por outro lado, as pessoas referem-se a colaboração com a comunidade, a contratação de pessoas com deficiência, a adoção de medidas de proteção ao meio ambiente e o cuidado com as pessoas nas campanhas publicitárias como fatores positivos para o consumo de produtos ou serviços de empresas que agirem de acordo com esses princípios.

---

[8] *Responsabilidade Social das Empresas – Percepção do Consumidor Brasileiro, 2002*. Iniciativa conjunta do Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social e da Indicator Pesquisa de Mercado, que realizam no Brasil, a terceira edição da pesquisa. Este levantamento brasileiro faz parte da pesquisa *Corporate Social Responsibility – Global Public Opinion on the Changing Role of Companies*. É um estudo global desenvolvido pela *Environics International Ltd.*, instituto de pesquisa com sede no Canadá, e reúne parceiros em 20 países.

Também podemos observar consideráveis iniciativas nas áreas de mídia[9] e de produção acadêmica[10] para pesquisar e tratar o tema de RSE no Brasil. Esse movimento é exponencial e tem sido protagonizado fundamentalmente pela sociedade civil organizada e pela comunidade empresarial, com pouca ou nenhuma participação do governo e com alguma colaboração de entidades internacionais, notadamente o *Global Compact* e os bancos de fomento como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Banco Mundial.

A responsabilidade social vem conquistando espaço nos aspectos claramente econômicos do mundo dos negócios. Já se observa, por exemplo, em várias esferas, uma nítida tendência de estabelecer as práticas de responsabilidade social empresarial como balizadoras de relações de mercado. Grandes corporações como a Petrobras, petróleo, a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), energia, e o ABN Amro Bank, financeira, entre outras, começam a adotar critérios de responsabilidade social para avaliação dos seus fornecedores. O mesmo ocorre na composição de carteiras de investimentos e na inclusão de cláusulas socioambientais em contratos de concessão de crédito.

No final de 2003, os fundos de pensão brasileiros, por meio de sua entidade setorial – a Associação Brasileira das Entidades Fechadas de Previdência Complementar –, deram início à construção de um programa de responsabilidade social que terá grande impacto no mercado brasileiro. O programa, além de construir instrumentos para orientar as práticas administrativas do setor, também está consolidando diretrizes e critérios orientadores para seus investimentos, privilegiando empresas que se pautem pela gestão socialmente responsável, baseada na ética e na sustentabilidade. Considerando que os fundos são os maiores investidores institucionais do país, pois administram recursos na ordem dos US$ 70 bilhões, pode-se imaginar o efeito multiplicador dessa atitude na economia brasileira.

---

[9] O *Prêmio Ethos de Jornalismo*, em sua terceira edição, contou com 550 trabalhos inscritos nas áreas de RSE. A *Rede Ethos de Jornalistas*, criada em 2000, reúne 360 jornalistas em âmbito nacional, permanentemente alimentados de informações sobre o movimento de RSE no Brasil e no mundo.

[10] Na sua quinta edição, o *Prêmio Ethos-Valor*, que premia os melhores trabalhos acadêmicos na área de RSE, conta com mais de 355 trabalhos inscritos e o suporte de 470 instituições de ensino superior. Neste ano, o Instituto Ethos lançou o UniEthos, entidade irmã dedicada exclusivamente à capacitação empresarial, suporte a universidades, aprofundamento de pesquisa e estudos de caso e criação de um amplo centro de referência e publicações em RSE.

Outro indicador de que os investidores começam a se sensibilizar pelas questões da sustentabilidade é a criação, pela Bolsa de Valores do Estado de São Paulo (Bovespa), de um índice de acompanhamento do desempenho das ações de empresas que adotam critérios de responsabilidade social no âmbito da governança corporativa – chamado Novo Mercado[11]. Índices semelhantes são o Dow Jones SustainAbility Index, de Nova Iorque, e o FTSE4GOOD Index, de Londres.

O engajamento das empresas na obtenção de certificados de padrão de qualidade e de adequação ambiental, como as normas ISOs, SAs, AA1000 entre outras, em centenas de empresas brasileiras, também é outro símbolo dos avanços que têm sido obtidos em alguns aspectos importantes da responsabilidade social empresarial.

Outro fator importante para o avanço da RSE no Brasil foi a adesão de 1.200 empresas signatárias, de todas as regiões do mundo, ao Global Compact. Ele funciona como uma rede e articula, além das empresas, cinco agências da ONU, governos e organizações da sociedade civil. A realização do Learning Forum no Brasil, em dezembro de 2003, conquistou a adesão 200 empresas signatárias ao Global Compact. Um dos desdobramentos do encontro no país foi a formação do Consórcio Internacional de Competitividade Responsável, coordenado pelo Accountability, do Reino Unido, e formado por doze instituições de pesquisa e empresas, entre as quais o Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social. Elas vão desenvolver pesquisas com base no Índice de Competitividade Responsável, que visa verificar e quantificar a contribuição da responsabilidade social empresarial para competitividade das nações.

Outra boa medida da penetração dessa nova mentalidade no mercado é a presença das questões de responsabilidade social na agenda sindical e na

[11] O Novo Mercado é um segmento de listagem destinado à negociação de ações emitidas por empresas que se comprometem, voluntariamente, com a adoção de práticas de governança corporativa e *disclosure* adicionais em relação ao que é exigido pela legislação. A entrada de uma empresa nesse mercado significa a adesão a um conjunto de regras societárias, genericamente chamadas de "boas práticas de governança corporativa", mais rígidas do que as presentes na legislação brasileira. Essas regras, consolidadas no Regulamento de Listagem, ampliam os direitos dos acionistas, melhoram a qualidade das informações usualmente prestadas pelas companhias e, ao determinar a resolução dos conflitos por meio de uma Câmara de Arbitragem, oferecem aos investidores a segurança de uma alternativa mais ágil e especializada.

pauta de diversas organizações do Terceiro Setor. O mais significativo, porém, é o avanço no relacionamento das empresas com as comunidades de seu entorno ou que de alguma forma são afetadas pelo seu negócio. Esse avanço pode ser traduzido por vários indicadores e um dos mais evidentes é o aumento expressivo da rubrica "investimento social privado" nos orçamentos das empresas.

Diversos atores sociais, tanto no Brasil, como no plano internacional, há muito investem tempo e recursos na concepção e experimentação de processos, instrumentos e indicadores capazes de dar transparência à atividade empresarial diante dos seus mais diferentes públicos. O grande número de empresas que aplicam regularmente os *Indicadores Ethos de Responsabilidade Social* (cerca de 250) e publicam Balanços Sociais no Brasil (cerca de 150), sendo que algumas já utilizam as diretrizes do *Global Reporting Initiative* (GRI), refletem seu compromisso crescente com essa demanda da sociedade. Como pano de fundo desse movimento estão a ética entre as empresas e seus diversos públicos, o conceito de desenvolvimento sustentável e uma expectativa crescente de que a atividade econômica seja capaz de propiciar um bem-estar social amplo e equânime.

3. RSE e desenvolvimento sustentável

Desde a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johannesburgo, África do Sul, em 2002, lançou-se um alerta sobre os riscos que a humanidade está impondo à sua própria sobrevivência. Cientistas concordam com o fato de que os sistemas ecológicos estão se modificando em decorrência das práticas de uso de recursos naturais usadas pelo homem. O relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), conhecido como Global Environment Outlook 3 (GEO-3), lançado em 2002, mostrou que a degradação ambiental está provocando o aquecimento acelerado do planeta, o derretimento das camadas polares e a elevação do nível dos mares. Cem espécies animais desaparecem a cada dia e as florestas que ainda existem estão submetidas à progressiva destruição. As reservas de água potável caminham para o esgotamento: mais de 2 bilhões de pessoas já enfrentam escassez desse recurso fundamental e até 2025 esse número deve saltar para 4 bilhões[12].

[12] *Global Environment Outlook 3 (GEO-3)*

Nesse cenário extremamente preocupante, cresce a percepção de que as mudanças são possíveis, necessárias e urgentes. A preocupação com o desenvolvimento sustentável tem aumentado com a intensificação da globalização. Uma sociedade que se guia pela sustentabilidade busca atender às necessidades básicas dos seres humanos; evitar a degradação ambiental e manter o equilíbrio dos ecossistemas; evitar desperdícios e a injustiça social.

Para as empresas a sustentabilidade deve assegurar o sucesso do negócio no longo prazo, contribuindo simultaneamente para o desenvolvimento econômico, social e o equilíbrio entre meio ambiente e sociedade. A definição mais aceita é a que afirma que o desenvolvimento sustentável "atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas necessidades[13]". Portanto, a sustentabilidade é uma oportunidade para as empresas melhorarem suas práticas de gestão ambiental, incluírem em sua pauta preocupações sociais e aprimorarem práticas de governança corporativa.

Responsabilidade social corporativa e cidadania corporativa são conceitos que muitas vezes são tomados como sinônimos de sustentabilidade. Preferimos considerar que a responsabilidade social das empresas é um caminho que pode conduzir à sustentabilidade. O Instituto Ethos adota o conceito de responsabilidade social definido pela qualidade da relação que a empresa estabelece com todos os seus públicos (*stakeholders*) no curto e no longo prazo. Estes públicos variam de acordo com a organização e são definidos segundo o contexto em que a empresa atua ou quer atuar. De modo geral, os *stakeholders* se constituem em inúmeras organizações de interesse civil, social e ambiental, além dos públicos imediatamente reconhecidos pelos gestores, como público interno, fornecedores, acionistas, consumidores/clientes, entre outros.

Empresas socialmente responsáveis buscam ainda qualidade de relação com o governo e controlam os riscos ambientais de suas atividades procurando diminuir os impactos ambientais de suas atividades e para a sociedade. Há uma ética que orienta a tomada de decisões e a relação da empresa com seus vários públicos.

---

[13] Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD 1987). Este relatório também é conhecido como 'Relatório Brundtland', em referência à ex-primeira ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland, que presidiu a comissão.

Toda atividade econômica envolve muitos fatores que devem ser levados em conta para a tomada de decisões. A capacidade de identificação de riscos e oportunidades, bem como sua avaliação, influi diretamente no sucesso da iniciativa. Não se pode, no entanto, garantir o sucesso comercial das empresas que adotam a estratégia de sustentabilidade e melhoram seu desempenho administrativo, social e ambiental. O que se pode assegurar é que a capacidade de identificar riscos e oportunidades na área social e/ou ambiental ganha espaço no cotidiano das empresas que estão sendo convocadas a repensarem seus negócios em função da diminuição na geração de resíduos, ciclos com pouco ou nenhum desperdício, fontes de energias sustentáveis, além de desenvolverem novos modelos de gestão em sintonia com as demandas do desafio sustentável.

Da necessidade de encontrar evidências de efeitos positivos para os negócios decorrentes da adoção, por parte das empresas, de ações no campo ambiental e da responsabilidade social, o Instituto Ethos, a SustainAbility, consultoria britânica especializada em desenvolvimento sustentável, e a International Finance Corporation (IFC), entidade ligada ao Banco Mundial, realizaram um estudo inédito em mercados emergentes. Trata-se da pesquisa *Criando Valor – O business case para sustentabilidade em mercados emergentes*[14], que analisa os benefícios advindos da adoção de ações sociais e ambientais em 240 casos de 176 empresas, sendo que 20 casos foram do Brasil.

Entre as oportunidades mais significativas proporcionadas pela busca efetiva por negócios mais sustentáveis identificadas pelo estudo *Criando Valor* estão:

• Redução de custos pela diminuição dos impactos ambientais e pelo bom tratamento aos funcionários;

• Aumento de receitas devido aos cuidados ambientais e ao favorecimento das economias locais;

[14] Com base em mais de 240 exemplos colhidos em cerca de 60 países, *Criando Valor* é o primeiro estudo em larga escala a analisar o *business case* para sustentabilidade em mercados emergentes como África, Ásia, América Latina, Europa Central e Europa Oriental. Este estudo em inglês – *Developing Value* – lançado em 2002, pode ser pedido diretamente à SustainAbility, pelo site <http://www.sustainability.com/store>, ou à World Bank Publications, pelo site <http://www.worldbank.org/publications>. A versão em português está disponível para associados ao Instituto Ethos no site <http://www.ethos.org.br/docs/empresas_entidades>.

- Redução de riscos por meio do envolvimento com *stakeholders*;
- Desenvolvimento do capital humano por meio de gestão de recursos humanos mais eficazes;
- Acesso ao capital por meio de melhores práticas de governança corporativa.

Outra contribuição importante deste estudo é a "Matriz de Evidências", que relaciona aspectos fundamentais da sustentabilidade a uma série de reconhecidos fatores de sucesso nos negócios – indicando graficamente onde encontrar um *business case* viável. Essa Matriz foi adaptada de um estudo anterior da *SustainAbility – o Buried Treasure*[15] –, que examina o *business case* para sustentabilidade em países desenvolvidos.

Comparando-se os dois estudos, observa-se que, em países desenvolvidos, valor da marca e reputação são os fatores que têm a relação mais forte com os esforços de sustentabilidade da empresa, superando economia de custos e crescimento de receitas. Essa constatação leva à hipótese de uma diferença na forma de percepção das empresas em países desenvolvidos e em países emergentes. Tal fato pode ser explicado pela concentração de esforços em mercados emergentes na sobrevivência da empresa e baixa preocupação com reputação ou valor de marca. Outro motivo seria que nos países desenvolvidos as marcas estão mais estabelecidas e recebem mais investimentos e melhor gerenciamento. No entanto, à medida que os mercados emergentes se desenvolvem, cresce a importância e a atenção dada às marcas na estratégia das organizações. Prova disso foram as empresas nacionais que tiveram maior ganho com sua reputação por meio de melhoras no processo ambiental. No Brasil, a marca da empresa pode se vincular à reputação do proprietário.

Outro critério importante são as empresas que investem em certificações, pois passam por uma intensa revisão de seus procedimentos, que resulta em melhor controle da gestão, redução de custos e incremento da produtividade. Isso pode ajudá-las a ganhar mercados ou a ter maiores preços de venda no mercado, mas nem sempre as certificações estão adequadamente adaptadas às condições dos mercados emergentes como o Brasil.

---

[15] *Buried Treasure: Uncovering the Business Case for Corporate SustainAbility,* 2001. <http://www.ifc.org/sustainability>

Aumentam as pressões para as empresas melhorarem seus processos de gestão e sua governança e também os benefícios para as que adotam boa gestão. Há iniciativas de organizações como o Banco Mundial e a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) para fomentar o desenvolvimento de estruturas de governança corporativa. O número de empresas com certificação ambiental e social também têm aumentado. Sistemas de gestão corporativa e melhora do processo ambiental demonstram ser o mais forte vínculo para acesso ao capital no caso dessas empresas. Não há sinais de que este fenômeno venha a perder importância, uma vez que as empresas tendem a competir por mercados e acesso ao capital.

3.1 Novos indicadores de sustentabilidade

Durante o início da década de 90, a ecoeficiência foi uma das primeiras estruturas amplamente reconhecidas desenvolvidas para aplicação de alguns dos conceitos de sustentabilidade no setor privado. As "Empresas Ecoeficientes" sempre buscaram formas de criar produtos e serviços mais úteis – que agregam maior valor –, ao mesmo tempo em que reduzem continuamente seu consumo de recursos e sua poluição[16].

Uma das grandes contribuições dadas por teóricos contemporâneos como Styglitz, Charles Handy, Elisabete Sahtouris, Margareth Whitley e, recentemente, pela ambientalista e economista, Hazel Henderson, foi evidenciar que existe uma outra forma de pensar a economia e novas abordagens em relação a indicadores macroeconômicos, a indicadores de desempenho e ao conceito de competitividade das nações.

O debate iniciado durante o Fórum Social Mundial, em Porto Alegre/RS, pela economista Hazel Henderson teve prosseguimento e deu origem a uma articulação de organizações da sociedade civil que, após dez meses de trabalho, realizou a Conferência Internacional de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida – Icons 2003[17], em Curitiba/PR.

O objetivo inicial desse grupo foi fazer um levantamento dos indicadores de sustentabilidade que estão sendo usados no mundo e sua

[16] Schmidheiny. S., and BCSD (Business Council for Sustainable Development), 1991. Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment (Cambridge, MA: The MIT Press).
[17] <http://www.sustentabilidade.org.br/portal/sustentabilidade.htm>

relação com os indicadores convencionais. As discussões apontaram para os dois grandes eixos que devem servir de parâmetros para o desenvolvimento sustentável: a Agenda 21, estabelecida na Conferência Internacional Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio 92, e os objetivos da Meta do Milênio, firmados pela ONU em 2000.

No entanto, novas oportunidades surgiram nesses dez meses. Uma delas foi a consideração progressiva dos indicadores de responsabilidade social como condições necessárias para a melhor competitividade internacional dos países. Outra mudança ocorreu na política do Banco Mundial, na qual compreendeu que o crescimento econômico dos países só pode se dar se forem incorporados critérios sociais ao desenvolvimento. Passou, então, a realizar uma série de monitoramentos e teve que sistematizar indicadores para poder definir melhor os critérios de financiamento dos países em desenvolvimento.

A terceira novidade foi um movimento de expoentes da economia que passaram a rever pressupostos clássicos da política fiscal e monetária. Dois deles, Joseph Stiglitz (Prêmio Nobel de Economia em 2001) e Albert Fishlow, questionaram algumas formulações que eram inatacáveis, como, por exemplo "o controle da inflação é condição necessária e suficiente para a retomada do crescimento". Ou, ainda, que "a taxa de juros é o instrumento monetário mais eficaz para o controle da inflação". E que "a política de superávits primários e uma taxa cambial favorável à exportação necessariamente levam ao desenvolvimento".

Com a consolidação desses novos parâmetros, os economistas do *establishment* passaram a considerar a dimensão social um pressuposto de qualquer ação de desenvolvimento, devendo ser pensada dentro de preceitos de sustentabilidade. Também reconheceram que a sustentabilidade só pode ser garantida por forte cultura de responsabilidade social corporativa e de engajamento social do Terceiro Setor.

Outra influência importante foi a iniciativa do Secretário-Geral da ONU, Kofi Annan, destacando o compromisso da sociedade civil para as metas das Nações Unidas e anunciou a criação de um comitê (liderado pelo ex-presidente do Brasil, Fernando Henrique Cardoso) para estudar e revisar as práticas atuais e passadas da ONU, além de fazer recomendações para melhorar a interação entre a sociedade civil e as Nações Unidas. O Painel

de Cardoso, como foi chamado, deve apresentar as propostas ao final de 2004.

Com esses ingredientes e dessa perspectiva o Observatório Brasil nasceu na Icons 2003 para ser uma espécie de guardião dos valores contidos na Agenda 21 e as Metas do Milênio, que a grande maioria da humanidade efetivamente compartilha, mas as políticas nacionais e os organismos multilaterais não conseguiram fazer, ainda, com que fossem refletidos nas suas ações e nas suas tomadas de decisão.

O Observatório Brasil pretende ser uma referência importante desses objetivos de desenvolvimento sustentável. Ele vai atuar de maneira insistente, chamando permanentemente a discussão das ações dos governos estaduais e federal sob a ótica desses parâmetros de sustentabilidade. Será sua tarefa eleger uma métrica, um conjunto de instrumentos e ferramentas que permitam avaliar as políticas governamentais e monitorar o impacto que elas têm no conjunto da sociedade. Terá, ainda, o papel de comunicar isso de uma forma criativa, dinâmica e mobilizadora para o conjunto da sociedade.

Composto por entidades do Terceiro Setor e sindicatos, o Observatório vai funcionar numa dinâmica de redes. Ele vai se constituir num fórum, em que estarão presentes organizações e movimentos da sociedade, trabalhadores e empresários. Será uma entidade aberta na sua participação, mas extremamente focada na sua missão de monitoramento, na seleção desses instrumentos e na estratégia de comunicação. Além disso, terá desdobramentos locais e regionais.

A idéia é, portanto, que o Observatório Brasil seja um catalisador das forças da sociedade civil na preservação de uma visão de desenvolvimento sustentável, do acompanhamento dos parâmetros de sustentabilidade e na pressão sobre os governos para que incorporem esses parâmetros em suas políticas.

Além disso, o campo da sustentabilidade também aponta para a análise dos sistemas sociais. Portanto, um elemento essencial dessas questões é assegurar que o sistema econômico seja restaurador não apenas de sistemas naturais, mas também de sistemas sociais.

4. Impacto das políticas de organizações intergovernamentais no Brasil

a) Banco Mundial

Embora o Banco Mundial e o BID tenham desenvolvido uma série de iniciativas na área de estímulo ao desenvolvimento da RSE e do Desenvolvimento Sustentável – e uma mudança notável no seu entendimento do papel que a sociedade civil desempenha no processo de formulação e implementação das ações decorrentes dessas políticas –, estas iniciativas têm sido ainda tímidas. Isso pode ser constatado pela inclusão formal de estruturas funcionais dentro dessas organizações para a articulação com a sociedade civil, como o Civil Society Team, do Banco Mundial, e a Divisão para Sociedade Civil do BID (IADB). Observe-se ainda o esforço de 15 meses dedicados pelo Banco Mundial, por meio do CSR Group, na tentativa de sedimentar conhecimentos sobre a articulação do setor público (governos nacionais) com a responsabilidade social, objetivando utilizar essas conclusões como apoio para as políticas de decisão que norteiam o Country Assistance Strategy (CAS).

A despeito desses esforços, há uma clara dialética interna nesses organismos sem que a contribuição da sociedade civil transpareça nos procedimentos e políticas que vêm sendo tradicionalmente adotados por eles de forma sistemática. Suas interlocuções têm-se dado mais com setores governamentais em projetos pontuais que pouco ou nada se relacionam com o movimento de RSE. A iniciativa do Banco Mundial de correlacionar práticas de RSE, comércio e investimento internacional pouco produziu de prático para o Brasil, sendo que a iniciativa Growing Sustainable Business in Least Developed Countries (LDC) não se aplica à realidade do Brasil pelo fato de o país não ser um LDC.

b) Global Compact

Não se pode falar o mesmo em relação à iniciativa da ONU, chamada Global Compact (UNGC ou simplesmente GC). Vale recuperar o histórico dessa iniciativa no Brasil para entender sua importância. Desde o lançamento do Global Compact há quatro anos, o Brasil revelou-se o país onde a iniciativa não só teve grande receptividade como também reuniu, desde então, um número significativo de organizações signatárias e desenvolveu

atividades relevantes para o avanço do movimento. No primeiro semestre de 2000, o Instituto Ethos conduziu, de forma pioneira, um processo de engajamento das empresas brasileiras no importante desafio proposto pelo secretário-geral das Nações Unidas, Kofi Annan, em seu discurso para o Fórum Econômico Mundial, em 1999. Na ocasião, 206 organizações brasileiras atenderam à convocação do Instituto Ethos e tornaram-se signatárias do Global Compact, o que garantiu um papel de liderança das empresas do país, já que, no total, 300 empresas haviam assinado o compromisso no âmbito internacional até aquele momento.

A relação das empresas brasileiras que aderiram ao Global Compact foi entregue ao secretário-geral Kofi Annan em uma reunião no dia 26 de julho de 2000, em Nova York, da qual participaram executivos das maiores corporações do mundo, diretores-gerais de diversas agências da ONU, além de representantes de organizações não-governamentais de diversos países e de sindicatos de trabalhadores. Nessa reunião, que contou com ampla cobertura da mídia internacional, o Instituto Ethos apresentou uma série de propostas que incluiu a realização de um grande evento para tratar da aplicação dos princípios do Global Compact no Brasil, o qual se realizou no segundo semestre de 2001, em Belo Horizonte/MG. Chamado de *Diálogo Empresarial sobre os Princípios do Global Compact*, o evento contou com a presença de mais de 300 pessoas, entre representantes de empresas, de organizações da sociedade civil, do meio acadêmico, de jornalistas e de agências das Nações Unidas. Esse encontro, uma realização do Instituto Ethos em parceria com o Conselho de Cidadania Empresarial da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (Fiemg) e com a The United States Agency for International Development (Usaid), foi uma oportunidade extremamente importante para o avanço do processo de discussão dos princípios do Global Compact no Brasil.

A intensidade do engajamento brasileiro nos últimos anos foi marcada por altos e baixos, pois o próprio Global Compact passou por transformações internas significativas. Como exemplo, o processo de aprendizagem chamado Learning Forum. Em seu primeiro ano, 2001, as empresas signatárias foram convidadas a desenvolver estudos de caso, mas não havia critérios e metodologias comuns a serem seguidas. Essa atividade foi reavaliada, à luz de críticas da sociedade civil e acadêmica sobre a relevância e legitimidade dos testemunhos empresariais. Assim, a segunda edição do Learning Forum,

em 2002, já contou com a apresentação de estudos de casos independentes, aumentando a credibilidade das experiências coletadas junto às empresas por autores da comunidade acadêmica e da sociedade civil. Nessa ocasião, a participação brasileira se deu por meio do desenvolvimento e apresentação do estudo de caso da empresa Samarco, mineração, desenvolvido pela Fundação Dom Cabral. No ano de 2003, o Brasil sediou a terceira edição do *Learning Forum*[18], recebendo em Belo Horizonte/MG empresas, sindicatos, organizações da sociedade civil e agências da ONU de diversos países.

Outro avanço do movimento da RSE no Brasil e as estratégias do Global Compact estão reunidos em publicação[19], editada pelo Instituto Ethos, que selecionou e organizou cerca de 300 casos empresariais brasileiros e suas ações de RSE e elaborou um quadro comparativo que apresenta os pontos de intersecção entre os princípios do Global Compact e os Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial.

Há também outras instâncias de engajamento, como os eventos Policy Dialogues, com os quais organizações brasileiras reconhecidas internacionalmente por sua liderança em temáticas específicas podem contribuir para o avanço da agenda internacional. O Policy Dialogue sobre cadeias de fornecedores, por exemplo, contou com a participação do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), apresentando sua experiência no desenvolvimento de pequenas e micro empresas por meio de encadeamentos empresariais (*business linkages*) em *clusters* setoriais e regionais. O Policy Dialogue também possui uma agenda regional, cujo objetivo é implementar no contexto e realidade locais as soluções discutidas em âmbito internacional. Em 2003, o Brasil também sediou o Policy Dialogue latino-americano sobre cadeia de fornecedores.

---

[18] <http://www.domcabral.org.br/learningforum/program.aspx>

[19] Práticas Empresariais de Responsabilidade Social: relações entre os princípios do global Compact e os Indicadores Ethos de Responsabilidade Social. Para facilitar a pesquisa, o intercâmbio de informações entre as organizações e a disseminação das melhores práticas, a publicação reúne os melhores casos empresariais a partir do preenchimento e envio dos Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial pelas empresas. Desta forma, as informações foram organizadas com base no Banco de Práticas do Instituto Ethos que serve como referência e inspiração para que outras empresas possam aperfeiçoar a adoção de critérios de responsabilidade social empresarial como estratégia de negócio. Além de boas práticas desenvolvidas pelas empresas, a publicação também dispõe de um índice remissivo com base nos nove princípios do *Global Compact*, criado para mobilizar a comunidade empresarial internacional na promoção de valores fundamentais nas áreas de direitos humanos, relações de trabalho e meio ambiente.

Atualmente, 229 organizações brasileiras são signatárias do Global Compact, na maioria empresas, sendo que 86 delas participam ativamente da iniciativa (seus nomes são reconhecidos no site oficial do GC *www.unglobalcompact.org/Portal/Default.asp*) e 37 constituem o Comitê Brasileiro do Global Compact, fundado em dezembro de 2003. Esse comitê tem a função de representar e multiplicar as atividades do GC em nível local, mobilizando e auxiliando as empresas na implementação dos princípios do GC, e criando uma ponte de diálogo com a iniciativa internacional. Como objetivos, destacamos:

- Massificação dos seus princípios;
- Ampliação da adesão de empresas;
- Criação de uma Rede Nacional que trabalhe os princípios do GC;
- Apoio às empresas brasileiras para a implantação dos princípios;
- Promoção de troca de experiências, facilitação de aprendizados e desenvolvimento de ações práticas relacionadas aos princípios do GC (Learning Forums e Policy Dialogues);
- Promoção de parcerias que envolvam os princípios do GC e demais objetivos das Nações Unidas (Iniciativas de Parceria);
- Exercício das funções de articulador internacional com as demais redes do GC e com o escritório em Nova York;
- Promoção do vínculo entre os princípios do GC e as Metas do Milênio;
- Assessoramento ao representante brasileiro no Global Compact.

O Comitê do Global Compact é composto por agências da ONU, entidades empresariais, organizações de trabalhadores, organizações da sociedade civil que trabalham com temas ligados a direitos humanos, meio ambiente e RSE, instituições de ensino, governo e empresas. Como exemplo de atividades planejadas pelo comitê para o ano de 2004, destacam-se:

- Consulta às empresas brasileiras sobre a proposta de inclusão de um décimo princípio sobre corrupção, juntamente com a possibilidade de desenvolvimento de um diálogo aprofundado sobre o tema;

• Desenvolvimento de seminários para a troca de experiências e aprendizado sobre incorporação de práticas empresariais que tragam avanços para o alcance das Metas do Milênio promovidas pela ONU; e

• Verificação junto às empresas multinacionais que operam no Brasil, e que aderiram ao GC por meio da matriz, sobre sua posição com relação à assinatura dos princípios também no Brasil; enviar proposta para o escritório do GC de que as multinacionais também devem assinar os princípios localmente.

Observa-se, portanto, que a razão do sucesso da iniciativa se deve a um conjunto de fatores. Primeiro é que o GC apoiou-se fortemente no desenvolvimento do movimento de RSE no Brasil e contou com colaboradores e parceiros dessa iniciativa o Instituto Ethos e outras importantes entidades da sociedade civil. Segundo, o fato de os princípios do GC serem suficientemente universais e subscritos por grande parte dos governos faz deles uma moldura segura para o desenvolvimento das iniciativas de RSE nas empresas, notadamente nas transnacionais. Terceiro, por sua flexibilidade os princípios do GC permitem uma articulação ampla com diversas iniciativas de RSE, catalisando-as e possibilitando uma convergência de esforços. Quarto, a natureza voluntária do GC permite que as diversas "velocidades" de adesão empresarial ao movimento possam ser contempladas, assim como empresas de portes diversos, facilitando a inclusão de pequenas e médias ao movimento. Quinto, a natureza de *multistakeholder* da iniciativa faz com que o diálogo do GC com a sociedade civil organizada se dê sem a intermediação de governos, permitindo agilidade e independência. E, finalmente, o fato de o GC ser uma iniciativa de diálogo das Nações Unidas a partir do gabinete de seu secretário-geral dá às empresas associadas a percepção de fazer parte de um movimento global e prioritário no cenário da globalização.

Os aspectos que têm sido levantados como fraquezas do GC são, a nosso ver, o que permite sua rápida disseminação e sua utilização como referência em diversos ambientes. Ao estabelecer princípios universalmente aceitos e de adesão voluntária, o GC não pode ser interpretado como uma iniciativa impositiva, unilateral, ideológica ou geopolítica, o que o torna ideal para pautar a RSE em ambientes nos quais o conflito de interesses político-econômicos a rotulariam de tendenciosa. Esse é o caso da Organização Mundial do Comércio (OMC), para a qual o Instituto Ethos

tem defendido a inclusão dos princípios do GC como fatores decisivos para a obtenção dos objetivos da Rodada Desenvolvimentista de Doha/Genebra. Ao incluírem os princípios da GC nas negociações, os governos, longe de estarem propondo condicionantes que pudessem ser interpretadas como barreiras não-tarifárias, estariam reiterando compromissos anteriormente assumidos.

Isso também é verdadeiro quando falamos de ferramentas e certificações. O GC pode representar o primeiro passo que as empresas precisam dar na direção da RSE e do desenvolvimento sustentável. A discussão e a adoção dos princípios do *Global Compact* podem ser uma forte indutora de mudança cultural e de reflexão estratégica, permitindo que as empresas iniciem uma busca mais sistemática de ferramentas e indicadores de RSE. O crescente apoio do GC às orientações da Global Reporting Initiative (GRI) é um bom exemplo disso. No Brasil, a publicação Práticas Empresariais de Responsabilidade Social – Relação entre os Princípios do Global Compact e os Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial, editada pelo Instituto Ethos, faz uma análise matricial dos princípios do GC com os Indicadores Ethos, apontando a sua aplicação em inúmeros casos concretos exemplificados no Banco de Práticas da instituição. Essa iniciativa ilustra como os conceitos norteadores dos princípios do GC podem ser aplicados concretamente e avaliados no contexto da RSE, oferecendo fortes elementos para as empresas aprofundarem suas iniciativas.

5. Articulação público-privado em RSE: o caso das cisternas

Durante o lançamento do relatório da Royal Institute of International Affairs (RIIA)[20], um dos principais institutos para análise de assuntos internacionais do mundo, em abril de 2004, foram apontadas iniciativas de *multistakeholders* em diversos setores promovendo a RSE, tais como o projeto da The Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD) e o World Commission on Dams[21]. Gostaria de contextualizar, de forma sumária, um belo caso brasileiro que infelizmente não foi citado no relatório, mas

[20] The Royal Institute of International Affairs (RIIA), also known as Chatham House, is one of the world's leading institutes for the analysis of international issues. RIIA is membership-based and aims to help individuals and organizations to be at the forefront of developments in an ever-changing and increasingly complex world. <http://www.riia.org>

[21] RIIA Interim Report, pages 46-49.

demonstra como a sociedade civil, empresas e Estado podem consolidar forças para o desenvolvimento sustentável. Trata-se do Programa de Convivência com o Semi-Árido Brasileiro.

A região Nordeste do Brasil sempre foi marcada pela seca e pela pobreza. É uma região conhecida como Semi-Árido e engloba 11 Estados brasileiros e corresponde a 18,3% da área total do país. Os piores índices sociais, ambientais e econômicos do país concentram-se nessa área – constituídas historicamente por caracteres específicos da geografia – e sucessivas tentativas de combate à seca têm sido empreendidas por diversos governos, durante décadas, sem sucesso. O resultado mais visível das políticas empregadas até então foi o fortalecimento de poderes locais, os quais têm na "indústria da seca" sua mais poderosa arma política.

A partir de soluções benemerentes locais adicionados de um movimento empreendido por um conjunto de ONGs organizadas em uma entidade chamada Articulação no Semi-Árido Brasileiro (ASA)[22], partiu de soluções locais e criou-se uma grande rede de escala, não apenas na implementação de um programa social, mas buscando-se inserir dentro das políticas públicas para as regiões com grave problema geográfico. Neste contexto, a ASA propôs à Federação Brasileira das Associações de Bancos (Febraban), com intermediação do governo federal, no escopo do Programa Fome Zero[23], a construção de 10 mil cisternas[24] individuais que acabariam por beneficiar cerca de 50 mil pessoas. Se essa etapa inicial fosse alcançada, seria possível dar início a uma meta bem mais ousada, que seria a da construção de um milhão de cisternas, as quais praticamente erradicariam o problema da seca na região.

---

[22] <http://www.asabrasil.org.br>.

[23] O *Programa Fome Zero* foi anunciado como prioridade de governo no primeiro discurso do presidente eleito Luiz Inácio Lula da Silva, em novembro de 2002. O Fome Zero foi uma iniciativa do Instituto Cidadania, entidade independente apartidária fundada por Lula há dez anos. O projeto teve início em meados de 2000 e reuniu uma equipe com mais de 50 pesquisadores e colaboradores, entre os maiores especialistas do Brasil em políticas sociais, alimentação, nutrição e saúde. O Programa está estruturado em três conjuntos de políticas articuladas entre si, com foco na segurança alimentar, tais como Políticas Estruturais, Políticas Específicas e Políticas Locais. <http://www.fomezero.gov.br>.

[24] Cisterna, de forma geral, é um reservatório (tanque), abaixo do nível do solo, onde se conservam as águas de chuva. Já a cisterna implementadas pela ASA são de placas, especificamente, é uma construção de baixo custo que utiliza técnicas simples, de forma cilíndrica, coberta e semi-enterrada. Seu funcionamento prevê a captação de água da chuva, aproveitando o telhado da casa, escoando por meio de calhas (bicas) até o reservatório ou tanque. Cada cisterna tem capacidade para reservar 16 mil litros de água e leva, em média, seis a oito meses de consumo para uma família com cinco pessoas.

Embora a proposta da ASA já estivesse amadurecida à luz de inúmeras experiências desenvolvidas na região, coube à Febraban, que já havia analisado várias alternativas de projetos ligados à temática da fome, tendo como objetivo o desenvolvimento de uma parceria que estivesse em linha com o momento do país, com o apoio do governo federal, abordar o programa a partir de uma visão de RSE e desenvolvimento sustentável, para que ele se tornasse autônomo e sustentável ao longo do tempo. Essa abordagem incluía um programa de capacitação da população da região em metodologias de construção a partir de recursos locais e capacitação em administração de recursos hídricos, até o suporte tecnológico e administrativo para que os recursos aplicados no projeto fossem geradores de renda e emprego. Portanto, o programa passou a ser revestido de todos os componentes necessários para a sustentabilidade e responsabilidade social: os bancos entraram com recursos e apoio a sistemas de gestão e estrutura microeconômica; a ASA, com capacitação, gestão local e desenvolvimento de metodologias de construção de baixo custo; e o governo, como fomentador da iniciativa e facilitador do diálogo.

O resultado da primeira fase foi plenamente alcançado e as decorrências sócio-político-ambientais são evidentes: 50 mil pessoas libertadas do jugo político e das pesadas restrições impostas pela falta d'água; elevação do nível educacional e da consciência socioambiental das populações locais; capacitação das famílias e populações locais, reduzindo-se sua dependência externa; aquisição de competências para soluções de baixo custo; ativação das economias locais; e geração de renda. O projeto está agora em sua Fase 2, durante a qual mais 10 mil cisternas serão construídas.

A Fase 2 contempla um conjunto de propostas de ações a serem implementadas em grupos temáticos como Inclusão Social e Combate à Desigualdade; Recuperação da Capacidade Produtiva do Semi-Árido; e Preservação, Conservação e Uso Sustentável de Recursos Naturais. Um fator importante é que a recuperação da capacidade produtiva do semi-árido envolverá espaços para a inserção do sistema financeiro na aplicação de recursos de crédito (microfinanças) às famílias e/ou comunidades.

Os resultados por si só já demonstram o fortíssimo potencial das parcerias tripartites – empresas, governo e ONGs – na indução de políticas socioambientais e de RSE. Há de se considerar, porém, todos os ganhos

intangíveis dessa iniciativa, tais como: redução de custos sociais futuros, avanço na cidadania, geração de renda, diminuição da dependência, elevação da solidariedade e otimização geral de recursos.

Várias conquistas já podem ser percebidas como o número de beneficiados (50 mil indivíduos) pelo programa a partir de atividades de mobilização e capacitação, além de infra-estrutura necessária para o seu desenvolvimento. A ASA teve como principal ganho a concretização de um sonho, o de conseguir colocar em operação um programa de extrema complexidade, de tamanha abrangência geográfica, repleto de variáveis específicas. O governo que teve, neste projeto, um dos poucos, para não dizer o único projeto, cuja matriz inspiradora foi a chamada ao problema da fome e que precisava de apoio para sua principal causa. E a Febraban, que além do ganho de imagem, ampliou a oportunidade de aprendizado deste trabalho e ampliou a inserção da temática no seu processo de RSE e desenvolvimento sustentável.

6. A SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA COMO INDUTORA DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Como pudemos observar nos itens anteriores, a sociedade civil organizada tem sido o principal indutor de iniciativas nos campos da RSE e do desenvolvimento sustentável, ora multiplicando ações, ora tomando a iniciativa, ora capacitando atores, ora estimulando e tomando parte ativa em diálogos multissetoriais. No entanto, há que se estabelecer uma definição mais precisa dos pontos em que os papéis dos organismos multilaterais, governo e sociedade civil organizada se complementam, estabelecem sinergia e fazem avançar o plano de implementação de Johannesburgo tanto em RSE como em desenvolvimento sustentável.

Acreditamos firmemente que a RSE é uma nova cultura de gestão empresarial que emerge no contexto dos desafios impostos pelo desenvolvimento sustentável. Só será possível alcançar-se um modelo de desenvolvimento sustentável se os valores que impulsionam a atividade econômica incorporarem o conceito de *triple bottom line*, cidadania empresarial e visão sistêmica. Quando falamos de modelo de desenvolvimento, este incorpora necessariamente atores das áreas pública, privada e não-governamental, ou seja, o conjunto de gestores que movem a sociedade.

Para a incorporação desses conceitos, a universalização desses valores se faz absolutamente necessária. Para tanto, os conceitos de RSE e desenvolvimento sustentável não podem mais ser acessórios ou marginais em qualquer instância em que governo, sociedade e organismos multilaterais estiverem presentes. Essa presença – RSE e desenvolvimento sustentável – dar-se-á necessariamente na razão direta da capacitação dos agentes gestores em todos os níveis (universidades, empresas e governo), mas também da vontade política de seus agentes. Nesse sentido, acreditamos que a sociedade civil organizada, apoiada pelas iniciativas de entidades multilaterais, tem um papel decisivo.

A natureza "horizontal" dos movimentos da sociedade civil, das empresas transnacionais e dos organismos multilaterais dá a essas instâncias precedência, se não preferência, e legitimidade para induzir governos a incorporarem estas premissas em suas iniciativas. Desafios como o de desenvolver a regulação de iniciativas que beneficiem e estimulem empresas que têm adotado estratégias de RSE são apenas um dos aspectos importantes na esfera governamental. Outros aspectos relevantes quanto ao marco regulatório são:

• Possibilitar que ações de RSE e desenvolvimento sustentável desenvolvidas pelas empresas possam inspirar políticas públicas;

• Estabelecer incentivos para empresas que vão além da conformidade com a legislação;

• Possibilitar ações de redirecionamento fiscal em projetos de inclusão social e sustentabilidade;

• Disseminar e promover políticas sociais;

• Criar mecanismos de monitoramento de RSE e desenvolvimento sustentável em conjunto com a sociedade civil organizada;

• Criar o Fórum Nacional de Responsabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável;

• Facilitar e catalisar esforços para que agentes dispersos atuem em programas comuns e convergentes;

• Estimular a criação de um conselho e órgãos técnicos que dêem suporte científico às iniciativas de RSE e desenvolvimento sustentável;

• Disseminar nas universidades públicas e privadas programas de capacitação em gestão socialmente responsável;

• Reciclar gestores públicos em conceitos de RSE e desenvolvimento sustentável;

• Incorporar nas agendas de negociação acordos e tratados internacionais, como OMC, Alca, Mercosul, FMI, Banco Mundial, BID, Unctad e outros, bem como critérios e mecanismos de apoio à RSE e ao desenvolvimento sustentável;

• Reforçar os acordos e as decisões das conferências multilaterais que tratam do tema, esforçando-se para implementá-los.

7. Conclusão

As políticas do governo, entendidas como ações deliberadas do Estado e dos poderes públicos constituídos para atender às demandas da sociedade e ao interesse comum exercem, de fato, um papel central no combate à pobreza e na resolução de problemas sociais. Porém, a participação do setor empresarial tem um papel fundamental por sua capacidade de mobilização, por seu poder econômico e político, por sua co-responsabilidade diante das questões socioambientais e por seu potencial de utilizar-se de todos os recursos financeiros e tecnológicos para desenvolver ações inovadoras passíveis de replicação por outros atores sociais.

A construção de um novo modelo implica uma nova articulação entre governo, empresas e sociedade civil organizada levando-se em consideração, inclusive, aqueles setores com maior capacidade de geração de emprego, renda e cadeias produtivas de sustentabilidade, incluindo as pequenas e médias empresas.

Há razões exponenciais para o crescimento da RSE no Brasil. Hoje, contamos com fortes lideranças no movimento da RSE, existe o apoio internacional e a demanda crescente do mercado para fatores de sustentabilidade, muitos casos empresariais estão disponíveis para pesquisa e replicação, estratégia de mídia e ferramentas inovadoras de gestão.

Para a construção desse novo modelo, é necessário expandir a RSE como uma ferramenta prática e concreta para uma sólida referência de um modelo econômico sustentável. Isso significa avançar nos métodos, instrumentos, indicadores[25] e processos de capacitação que possibilitem a internalização de uma nova cultura gerencial e processos negociais estratégicos sustentáveis. É preciso também que os sistemas de informação ao mercado, relatórios, índices, balanços e toda a comunicação com clientes e investidores sejam revestidos de máxima transparência e orientados por sólidos princípios éticos.

Para atingir esses objetivos e consoante com as recomendações do relatório da RIIA, o Instituto Ethos iniciou em 2004 uma área de políticas públicas com os seguintes objetivos:

• Articular as práticas de gestão socialmente responsável com políticas públicas, criando-se mecanismos de comprometimento das empresas com as Metas do Milênio[26];

• Criar condições de competitividade e sustentabilidade para as empresas que adotam a RSE, principalmente para as pequenas e médias;

---

[25] Com o objetivo de fornecer às empresas a possibilidade de um autodiagnóstico mais preciso e aprofundado, o Instituto Ethos vem desenvolvendo indicadores de responsabilidade social empresarial que abordam dilemas e peculiaridades de cada setor. Dando seqüência a este trabalho, o Instituto Ethos lança os "Indicadores Ethos Setoriais de Responsabilidade Social Empresarial", focalizando inicialmente os setores financeiro, de mineração e de papel e celulose. Os questionários setoriais desenvolvidos são complementares aos Indicadores Ethos gerais, e compostos exclusivamente por questões binárias (sim/não), permitindo à empresa avaliar as oportunidades e desafios típicos de seu setor de atuação.

[26] "Compromisso das Empresas com as Metas do Milênio". Publicação lançada pelo Instituto Ethos, durante a XI Conferência da Unctad no Brasil, em junho de 2004, que reúne um conjunto de iniciativas empresariais desenvolvidas no Brasil que contribuem com o país no enfrentamento de questões globais apontadas pela ONU nas "Metas do Milênio", em 2000. Foi possível relacionar cada uma das atividades das Metas do Milênio com os Indicadores Ethos de Responsabilidade Social. Desta forma, para cada Meta do Milênio é apresentado um quadro com indicadores sociais quantitativos relativos ao Brasil e também um quadro relacionando os Indicadores Ethos com as iniciativas empresariais e a respectiva Meta do Milênio. As ações empresariais contidas nessa publicação foram selecionadas a partir de uma consulta do Instituto Ethos, realizada em fevereiro de 2004, às empresas que participam do projeto "Empresas Transnacionais, o Fome Zero e o Desenvolvimento Sustentável no Brasil", coordenado pela Fundação Dom Cabral, pela Unctad e pelo Instituto Ethos. No entanto, essa publicação funciona como uma referência de oportunidades de atuação para o agente social que tiver como horizonte estratégico a sustentabilidade econômica, social e ambiental do planeta.

• Possibilitar que a incorporação da gestão socialmente responsável na visão estratégica das empresas seja também fator estratégico para o desenvolvimento sustentável;

• Permitir um ambiente de mercado mais favorável aos negócios com a articulação entre políticas públicas e práticas de RSE, criando-se sinergia entre rentabilidade, competitividade e sustentabilidade, e comprometimento entre empresas, governo e sociedade;

• Incorporar a RSE nas agendas e programas dos agentes públicos e das instituições multilaterais;

• Por meio da RSE, promover a participação das empresas no controle social das políticas públicas e governamentais, ampliando a transparência, combatendo a corrupção e promovendo a gestão eficiente dos recursos públicos.

Outro desafio da RSE no Brasil é que o conceito de sustentabilidade empresarial ainda não foi desdobrado a ponto de se dispor de uma versão capaz de permitir às organizações realizar sua formulação estratégica dentro das propostas e prescrições da sustentabilidade. Ampliou-se também a percepção de como a RSE se relaciona hoje a uma gama de conceitos, entre os quais ética corporativa, governança, cidadania empresarial, ecologia, gestão estratégica, formando um conjunto de áreas de conhecimento multidisciplinar que facilita a prática e o alcance do ideal do desenvolvimento sustentável. Além disso, os líderes da área dos negócios podem vislumbrar uma empresa viável que saiba identificar e eliminar os problemas gerados pelo sistema desde o início do processo, permeando por toda a cadeia produtiva, integrando os fatores de sustentabilidade econômicos, ecológicos e sociais em uma proposição de valor, estratégia e operações essenciais.

Pensando nisso, o UniEthos – Educação para a Responsabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável[27] nasceu, por iniciativa do Instituto Ethos, para representar uma inovação que responda ao crescimento exponencial do movimento de RSE e às novas demandas que ele tem gerado. Enquanto o Instituto Ethos aprofunda a ação de mobilização e articulação das empresas, inclusive na sua relação com políticas públicas,

[27] <http://www.uniethos.org.br>

o UniEthos volta-se para a capacitação, a pesquisa e a produção de conhecimento. Dessa maneira, atua de forma complementar, com ações e programas próprios, compatíveis com suas missões específicas, e uma intersecção de interesses da gestão e disseminação de conhecimento relativo à responsabilidade social empresarial.

Para a sociedade brasileira a tarefa que se coloca hoje é imensa no sentido da dificuldade, e ao mesmo tempo, grandiosa no sentido histórico. Por um lado, há uma oportunidade extraordinária dos empresários, do Terceiro Setor, dos trabalhadores, dos setores organizados da sociedade civil, avançarem de uma forma irreversível na direção da sustentabilidade. Por outro lado, as forças de desagregação e de ameaça à sustentabilidade – desde o capital financeiro mundial, até os agentes dos conflitos geopolíticos, religiosos etc. – continuam presentes e atuantes. No entanto, o momento histórico pelo qual o Brasil passa é de tal ordem que, ao superar esses desafios e enormes obstáculos e conseguir realizar essa agenda alternativa, nosso país se tornará uma referência de democracia e de justiça econômica e social com poucos precedentes no mundo moderno.

Acreditamos fortemente que, com essas iniciativas e com uma atuação concertada das entidades representativas da sociedade civil, os objetivos da Conferência de Johannesburgo e seu plano de implementação encontrarão a ressonância necessária para sua implementação na escala necessária.

Desenvolvendo sustentabilidade

Roberto S. Waack[*]
Sergio Amoroso[**]

A relação da Ciência e Tecnologia com os temas da Inclusão Social e do Meio Ambiente atinge atualmente um dos mais altos patamares. A convergência se dá notadamente na questão da sustentabilidade. O termo "desenvolvimento sustentável"[1] é talvez um dos mais usados pela sociedade atual. Refere-se à "utilização de recursos para atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atender as suas próprias necessidades". As metas do milênio[2] expressam desafios que alinham o universo da C&T com o da responsabilidade social. A erradicação da fome e da pobreza extrema só será possível com tecnologias desenvolvidas e adaptadas às regiões menos desenvolvidas do planeta. Inovações serão necessárias nos campos da técnica, da administração e das ciências sociais e econômicas. O mesmo vale para as metas relacionadas à redução da mortalidade infantil e maternal, ao combate à Aids, malária e outras doenças infecciosas, à conquista da sustentabilidade ambiental. A criação de alianças globais para o desenvolvimento pressupõe novos arranjos políticos e econômicos. Nesse contexto, não há mais como separar inovações tecnológicas das relativas à gestão empresarial, social e ambiental.

---

[*] Roberto S. Waack é diretor-presidente da Orsa Florestal S.A.
[**] Sergio Amoroso é o principal acionista e controlador do Grupo Orsa.

[1] O conceito de desenvolvimento sustentável foi definido pela Comissão Mundial para Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987. No nosso caso, engloba o conjunto de atividades sociais, ambientais e agroindustriais, voltadas para garantir a geração de desenvolvimento econômico na região do Jari de uma forma equilibrada. Visa a exploração de riquezas oriundas da floresta nativa e seu entorno (produtos madeireiros, não-madeireiros e agrosilvicultura), transformando-a em floresta nativa economicamente produtiva, garantindo com isso sua conservação para futuras gerações.

[2] As metas do milênio, ou Millenium Development Goals sumarizam objetivos elencados em vários fóruns mundiais e consolidados pela ONU.

Este texto tangenciará alguns aspectos da inovação no campo da administração, necessária para a implementação de atividades industriais e tecnológicas que envolvam agentes econômicos e sociais muito distintos, tais como comunidades ribeirinhas das florestas tropicais agindo em conjunto com empresas intensivas em tecnologia. Desta forma, não serão abordados temas técnicos, mas sim do campo da gestão de pessoas e negócios. O objetivo é difundir a experiência do Grupo Orsa[3] em seu compromisso com a criação de um modelo de desenvolvimento sustentável na Amazônia. Os principais desafios serão apresentados em forma de questões críticas a serem superadas pelos agentes envolvidos na implementação de negócios na região.

"The world's rainforests are owned by the mainly poor countries they cover – but at the same time they are a global asset. Cutting them down for profit, or free land for farming, is a tempting source of income for their owners. Left intact, on the other hand, the forests are sinks that withhold carbon from the atmosphere, mitigating the problem of man-made global warming; and they are rich storehouses of biodiversity, another global resource, as well. Plainly, a balance between local and global interests must be struck. How exactly?".

O editorial da revista "The Economist"[4] descrito acima é angustiante. É evidente que o tema extrapola as fronteiras nacionais e toca na capacidade de construir um mundo melhor, contemplando a integração dos vetores econômico, ambiental e social, nas florestas tropicais. Algo que a humanidade ainda não conseguiu, se considerados os aspectos ambientais nos países desenvolvidos.

Há dez anos, o Grupo Orsa decidiu enfrentar, com um modelo próprio, o tema da responsabilidade social, instituindo a Fundação Orsa. Criou-se uma organização dotada de intenso dinamismo, muitas idéias, ações e proximidade da realidade. A mudança para uma sociedade melhor tem sua base nas ações com as gerações futuras. Crianças e adolescentes são o alvo das iniciativas da organização.

---

[3] O Grupo Orsa é um conglomerado de empresas 100% nacionais que ocupam posição de destaque entre os produtores integrados de celulose, papel e embalagens de papelão ondulado. Em 2004 o grupo faturou cerca de US$ 410 milhões gerando mais de 6 mil empregos. É pioneiro em responsabilidade social corporativa, investindo 1% de suas vendas brutas na Fundação Orsa cuja missão é promover a formação integral de crianças e adolescentes em situação de risco. Nos últimos dez anos, a Fundação Orsa investiu R$ 94 milhões em programas realizados em todo o país.

[4] Editorial da edição do 24-30 de julho de 2004.

Há quatro anos, foi adquirida a Jari Celulose S.A.[5] Novos desafios em várias frentes. Financeiros, tecnológicos, comerciais e, especialmente humanos e ambientais. Com diagnósticos muito consistentes, as mudanças na região eram necessárias, urgentes e amplas. Pobreza, falta de oportunidades, educação deficiente, aspectos sanitários precários eram evidentes ao visitante dos centros urbanos e comunidades da região. Uma enorme pressão sobre a floresta nativa convivendo com a deplorável prática da prostituição infantil eram aspectos menos visíveis, mas igualmente (ou mais...) apavorantes. A Fundação Orsa expandiu suas atividades para educação ambiental e programas de geração de riquezas. Teve que absorver novas tecnologias sociais, adaptar sua estrutura administrativa e repensar a estratégia.

Como gerar alternativas de renda e desenvolvimento para as populações que vivem no entorno das florestas nativas da região? Como reduzir a pressão ambiental sobre a floresta? Como enfrentar essa situação em uma sociedade que tem no extrativismo e na agricultura de subsistência suas principais atividades econômicas? Como abreviar o tempo necessário para uma mudança cultural de tão grandes proporções? Como equilibrar essa mudança com a manutenção da riqueza de conhecimentos dos "homens da floresta"?

O foco em crianças e adolescentes assegurava um caminho: o da educação como principal ação transformadora da sociedade. Graças à experiência adquirida em vários projetos no Brasil, foi iniciada a empreitada com o conceito de educação infantil, contemplando a fase dos 0 a 6 anos, idade de extrema importância para a formação do raciocínio do ser humano. Foram criados programas de educação complementar (arte-educação, inclusão digital, idiomas, educação ambiental e outras atividades) para a faixa de 7 a 17 anos de idade. Também houve investimentos em educação profissionalizante para jovens acima de 17 anos, contemplando não só os aspectos técnicos como administrativos e organizacionais. E essas atividades foram complementadas com programas de geração de renda para adultos em pequena escala (foco em artesanato).

[5] A Jari Celulose S.A. é um dos maiores produtores mundiais de celulose branqueada de eucalipto. A empresa foi fundada nos anos 60 pelo empreendedor americano Daniel Ludwig que desejava implementar um pólo agroindustrial integrando celulose e produtos alimentares na Amazônia. O projeto enfrentou inúmeros problemas tecnológicos associados à adaptação de espécies de árvores destinadas à produção da celulose. No ano 2000, foi adquirida pelo Grupo Orsa.

Mas não era o suficiente. Os jovens formados nos programas profissionalizantes não tinham onde exercer seu aprendizado. Novo desafio. Como desenvolver a capacidade empreendedora em um ambiente tão desfavorável? Como vencer a distância ao mercado? Como ter acesso ao crédito?

Nova proposta: a criação da Orsa Florestal. Uma empresa que tem como missão o uso múltiplo da floresta nativa e seu entorno para geração de negócios sustentáveis na Amazônia. Um laboratório empresarial, com grandes escalas produtivas aliadas ao compromisso com o desenvolvimento sustentável. Um negócio que tem que ser tão rentável quanto o de seus competidores, garantir a preservação da floresta nativa e seus rios, e também gerar desenvolvimento social. Uma utopia?

Criada em 2003, a Orsa Florestal é hoje o maior projeto de manejo florestal sustentável com certificado FSC em matas nativas tropicais do mundo[6]. A intimidade com a floresta, proporcionada pelas técnicas do manejo sustentável, abre perspectivas de produtos não-madeireiros, e nos aproxima, de forma organizada e profissional, da rica complexidade da biodiversidade.

Mas não é suficiente. Como integrar os resultados da agregação de valor à floresta às comunidades? Um empreendimento privado tradicional, por mais responsável que venha a ser, é limitado em sua capacidade de

[6] A atividade de manejo florestal sustentável fundamenta-se em técnicas de colheita seletiva de árvores nativas com o mínimo impacto na floresta, garantindo as condições para que a biodiversidade continue preservada para gerações futuras. Cem por cento das árvores são identificadas, plotadas em mapas georreferenciados e um completo planejamento de vias de acessso é realizado, cuidando para que zonas de preservação permanente garantam o mínimo impacto em cursos d´água e áreas com biodiversidade diferenciada. O projeto de exploração divide a floresta em 30 áreas. A cada ano, apenas uma área é explorada e então permanentemente fechada para completa recuperação da floresta. Desta forma, o ciclo de produção dura 30 anos, período teoricamente aceito pela comunidade científica como suficiente para reposição da biomassa retirada. A floresta nativa torna-se dessa maneira um ativo economicamente produtivo, aumentando-se o incentivo para que permaneça em pé. Trata-se de tecnologia que conta com suporte integral de organizações como WWF, Greenpeace, Conservation International e outras. Há pouco mais de dez anos, essas ONGs criaram a organização FSC (Forest Stewardship Council, com sede em Bonn, na Alemanha) para certificar as atividades florestais que usam essa prática e promover o conceito de floresta sustentável perante consumidores de madeira do mundo todo. No Brasil, a atividade é regulamentada pelo Ministério do Meio Ambiente e Ibama, que vem buscando incentivar essa prática em substituição ao corte raso das florestas da Amazônia. A Jari realiza experiências com manejo há mais de 20 anos, com diferentes intensidades de exploração. Mesmo nas mais intensas e recentes uma visita às florestas manejadas atesta a sua capacidade de recuperação. Atualmente a área de manejo de nativas com certificação FSC atinge uma área de 550 mil hectares.

equilibrar a distribuição da riqueza. A pressão sobre a floresta e os problemas sociais, embora reduzidos, continuarão, comprometendo a sustentabilidade da iniciativa.

Acionistas, executivos, toda a equipe acredita na necessidade de medidas fortes. Por que não intervencionistas? O tempo é fundamental para enfrentar as queimadas e as desgraças infecciosas da prostituição infantil.

A Orsa Florestal inicia neste momento alguns empreendimentos compartilhados com as comunidades e jovens da região. São negócios de boa escala tais como uma fábrica de amido para fins industriais e uma marcenaria especializada em cadeiras. O modelo é envolver parceiros locais em arquiteturas organizacionais e societárias inovadoras.

A fábrica de amido será montada pela Orsa Florestal com base na produção de mandioca por comunidades do entorno da floresta. Não se trata apenas de um modelo tradicional de integração vertical, via contrato de fornecimento, em que a comunidade participa com a fase de menor valor agregado (agrícola). Ela terá participação nos resultados da fase industrial também. Além de receber assistência técnica agronômica, contará com a Fundação Orsa no desenvolvimento educacional, sanitário e de promoção social. Já conta com as iniciativas do Grupo Orsa na regularização da sua situação fundiária.

A fábrica de cadeiras tem um modelo ainda mais avançado. Os jovens formados em marcenaria por um programa da Fundação Orsa foram convidados a se organizarem em sociedade (uma associação ou cooperativa) e a serem os sócios da Orsa Florestal no empreendimento. As matérias-primas serão fornecidas pela empresa, compondo uma iniciativa de maximização do valor dos resíduos madeireiros da operação do manejo sustentável certificado. Um designer de grande prestígio juntou-se ao projeto para garantir que o produto seja desejado por consumidores de todo o mundo. Uma rede de lojas de móveis se alinhará ao empreendimento garantindo o fluxo ao mercado. Uma organização do setor financeiro desenha engenharia própria para os compromissos dos sócios comunitários da Orsa Florestal.

O papel do Grupo Orsa como agente mobilizador de uma rede de organizações fica evidente. No caso da fábrica de cadeiras, vai-se mais longe. Juntos, a Orsa Florestal, a Fundação Orsa, os parceiros do projeto e as

comunidades envolvidas têm o compromisso de estimular o consumo responsável de produtos madeireiros. Acreditamos que o consumidor de móveis deva se preocupar com a origem da madeira que compra, e dar prioridade aos bens que se assentem sobre a garantia da preservação ambiental e do desenvolvimento social. A pequena fábrica de cadeiras tem sua origem na educação infantil, passa pela educação complementar e profissionalizante, obtém sua matéria-prima em florestas bem manejadas e contribui fortemente para a redução da pressão sobre a mata nativa.

Mas não é tão simples. Há dilemas e desafios inquietantes. Eis algumas perguntas adicionais:

Como garantir que esse processo gerará a tão desejada independência econômica a essas comunidades? O que acontecerá quando o grupo sair (e ele deve sair!)? Que instrumentos construir para minimizar a dependência?

Que modelos de organização as comunidades deverão utilizar para se aglutinarem em torno do empreendimento? Cooperativas? Associações? Empresas? Como lidar com a falta de cultura associativista da região?

Que modelos de contratos a Orsa Florestal deverá ter com essas organizações? Como prever suas cláusulas em meio a tanta complexidade?

Quais as rotinas de monitoramento terão que ser implementadas? Qual o grau de intervenção que a Orsa Florestal e a Fundação Orsa deverão ter nas organizações das comunidades?

Que rotinas deverão ser implementadas para minimizar ações oportunistas de líderes comunitários? Como acontece no mundo dos executivos, líderes comunitários também desenvolvem agendas próprias não alinhadas com os objetivos das comunidades que lideram. Ou seja, quais os modelos de governança corporativa devem ser utilizados?

Quais as escalas ideais? Qual a velocidade de implementação correta?

Que engenharias financeiras poderão ser implantadas para apoiar as comunidades?

Quais abordagens novas serão necessárias para garantias, e custos das operações?

Como atrair bancos privados para essas iniciativas?

Que formas de distribuição de resultados deverão ser utilizadas?

Que arquiteturas financeiras poderão ser desenvolvidas para financiamento dos negócios integrados (Orsa Florestal + Comunidades)? Partindo do princípio de que esses negócios são economicamente viáveis e competitivos, como atrair investidores institucionais e estratégicos para empreendimentos tão inovadores e complexos?

Como contemplar o nebuloso ambiente institucional que impera nas áreas da fronteira do desenvolvimento antrópico? "Terras sem lei", questões fundiárias confusas, regras do jogo indefinidas.

Como construir uma blindagem às iniciativas políticas inescrupulosas? Muitas vezes, esses empreendimentos representam riscos ao status político vigente.

O Grupo Orsa acredita que as empresas são suficientemente dinâmicas e inteligentes para absorverem a responsabilidade social e o compromisso com o desenvolvimento de negócios sustentáveis em suas estruturas de custos. Demonstrações desta capacidade não faltam. Qualidade total e as questões ambientais são exemplos recentes. Quantas vezes falaram da inviabilidade dessas iniciativas? Hoje, quem não as domina tem dificuldades de sobrevivência. O compromisso com a sustentabilidade e com o consumo responsável seguirá o mesmo caminho.

Inovação é chave nesse processo. O desenvolvimento sustentável em regiões como a Amazônia depende do desenvolvimento de novos produtos, novos mercados e, especialmente, novas rotinas de gestão. Negócios com compromissos triplos (pessoas, meio ambiente e lucro) atingirão mercados diferentes dos atuais. Produtos com características específicas (matérias-primas alternativas, ambientes e modos de produção inovadores, embalagens especiais) demandarão grande esforço de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Oportunidades se consolidarão para institutos de pesquisa e universidades das regiões menos desenvolvidas do país. O desafio da qualidade em P&D para essas iniciativas é muito grande. A sustentabilidade não será atingida com padrões menos exigentes que os demandados para produtos tradicionais. A exploração da biodiversidade é um exemplo claro.

Propriedade intelectual, distribuição de resultados entre os agentes envolvidos (das comunidades às universidades e empresas), garantias de impactos controláveis em ambientes complexos como as florestas nativas são desafios de grande vulto. A difusão horizontal dessas inovações é crítica para ganhos de escala e mudanças institucionais. A harmonização das demandas de agentes que até pouco tempo atrás eram oponentes (ONGs, governos e empresas) poderá abrir oportunidades até então não vislumbradas.

Os conceitos da moderna gestão tecnológica se encaixam com perfeição nesse contexto. P&D não poderão ser realizados isoladamente, mas estarão intrinsecamente ligados ao negócio, em relação de interdependência. A participação de profissionais das diversas áreas da organização terá que ser estruturada, pró-ativa, matricial. Serão necessários portfólios de projetos com riscos e chances de sucesso equilibrados. As iniciativas deverão ser multi-organizacionais, envolvendo cadeias de negócios integrados (sistemas de inovação em redes de negócios), com *networks* simbióticas orientadas pelo ambiente global (exemplo: ações que se relacionem com mudanças climáticas). Os efeitos dessas inovações deverão ter seus impactos avaliados de maneira mais ampla, considerando não só resultados tangíveis mas, especialmente, os intangíveis, com mensuração complexa. Aí também reside farto campo para inovações.

O Brasil tem condições únicas para ser o celeiro de inovações em desenvolvimento sustentável. A convivência nem sempre harmoniosa entre as regiões e atividades de grande sofisticação tecnológica poderá se transformar em híbridos com fortes componentes inovativos. Aliando-se a biodiversidade com a rede de centros de pesquisa e desenvolvimento já implantados, a criatividade e desprendimento do empresariado nacional e as inovações amplamente reconhecidas no campo da responsabilidade social empresarial, o país poderá ser chave para o cumprimento das Metas do Milênio em regiões tropicais.

Inclusão digital, *software* livre e globalização contra-hegemônica

Sérgio Amadeu da Silveira[*]

Este texto pretende relacionar a política de inclusão digital e o movimento de *software* livre como um nexo fundamental da malha de iniciativas pelo desenvolvimento sustentável do país, de combate à pobreza e de globalização contra-hegemônica. Primeiro, serão apresentados alguns dos principais elementos constitutivos de uma política de combate à exclusão digital. Em seguida, será discutida a questão do *software* livre e suas implicações econômicas, sociais, políticas e ideológicas. Por fim, a conclusão buscará demonstrar que as medidas de universalização do acesso e uso intensivo de tecnologia da informação contra a miséria não devem ser adotadas em descompasso com as políticas tecnológicas e de autonomia coletiva dos segmentos socialmente excluídos, sob pena de tornar as políticas de inclusão em mais uma forma de expansão dos mercados e de consolidação de monopólios informacionais.

Sem dúvida, nesta introdução será necessário tratar um conjunto preliminar de questões, tais como, a utilidade, precisão e as prováveis finalidades do conceito de exclusão digital, a emergência da denominada sociedade informacional e o uso das tecnologias da informação na consolidação da globalização hegemônica e da ampliação das desigualdades no planeta.

Afinal, em um país com 11,4 % de analfabetos entre as pessoas acima de dez anos de idade e com 50,7% da população recebendo até dois salários mínimos[1], qual o sentido de se falar em exclusão digital? A exclusão digital não seria uma mera decorrência da exclusão social? Seu enfrentamento não seria conseqüência da melhoria de condições de vida e renda da sociedade?

---

[*] Sérgio Amadeu da Silveira é diretor-presidente do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação.

[1] Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 2001.

Em outras palavras, até que ponto o combate a essa exclusão seria importante diante de tantas carências?

Para responder a tais indagações é indispensável decidir do que estamos falando quando empregamos o termo exclusão digital. Uma definição mínima passa pelo acesso ao computador e aos conhecimentos básicos para utilizá-lo. Atualmente, começa a existir um consenso que amplia a noção de exclusão digital e a vincula ao acesso à rede mundial de computadores. A idéia corrente é que um computador desconectado tem uma utilidade extremamente restrita na era da informação, acaba sendo utilizado quase como uma mera máquina de escrever. Existem inúmeras outras definições, mas nesta introdução o termo em questão será considerado como a exclusão do acesso à internet. Portanto, a inclusão digital dependeria de alguns elementos, tais como, o computador, o telefone, o provimento de acesso e a formação básica em softwares aplicativos.

A partir dessa definição precária, mas fundamental, quem seriam os excluídos digitais do Brasil? Estaríamos mais incluídos que os nossos vizinhos pobres da América Latina? Os dados sobre a universalização do acesso à internet ainda são bastante incipientes e as projeções são discutíveis, variadas e por vezes conflitantes. Incluir a questão do acesso à rede mundial de computadores no Censo e na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios é uma medida estratégica para conhecer corretamente o fenômeno e sua evolução.

Posição dos países por número de *hosts*
(fonte: *Network Wizards*, 2002)

	País	Julho/02	Jan/02	Class. Jan/02
1ª	Estados Unidos*	113.574.290	106.182.291	1ª
2ª	Japão (.jp)	8.713.920	7.118.333	2ª
3ª	Canadá (.ca)	3.129.884	2.890.273	3ª
4ª	Itália (.it)	2.958.899	2.282.457	7ª
5ª	Alemanha (.de)	2.923.327	2.681.325	4ª
6ª	Reino Unido (.uk)	2.508.151	2.462.915	5ª
7ª	Austrália (.au)	2.496.683	2.288.584	6ª
8ª	Holanda (.nl)	2.150.379	1.983.102	8ª
9ª	França (.fr)	2.052.770	1.670.694	10ª
10º	Brasil (.br)	1.988.321	1.644.575	11º

Hosts nas Américas (fonte: *Network Wizards*, 2002)				
	País	Julho/02	Jan/02	Class. Jan/02
1ª	Estados Unidos*	113.574.290	106.182.291	1ª
2ª	Canadá (.ca)	3.129.884	2.890.273	2ª
3º	Brasil (.br)	1.988.321	1.644.575	3º
4ª	México (.mx)	1.004.637	918.288	4ª
5ª	Argentina (.ar)	486.296	465.359	5ª
6ª	Chile (.cl)	130.095	122.727	6ª
7ª	Uruguai (.uy)	72.320	70.892	7ª
8ª	Colômbia (.co)	46.896	57.419	8ª
9ª	Rep. Dominicana (.do)	46.046	41.761	9ª
10ª	Venezuela (.ve)	22.541	22.614	10ª
11ª	Peru (.pe)	14.611	13.504	11ª
12ª	Costa Rica (.cr)	8.022	8.551	12ª
13ª	Panamá (.pa)	7.700	7.825	13ª
14ª	Trinidad e Tobago (.tt)	6.726	6.872	14ª
15ª	Guatemala (.gt)	6.161	5.603	15ª

* (.edu, .us, .mil, . org, .gov e gTLDs)

Segundo o IBGE, Censo 2000, apenas 10,6 % dos domicílios possuem computador em um contexto em que menos de 40 % deles possuem telefone fixo. De acordo com um levantamento feito pela Network Wizards, o Brasil possui o maior número de *hosts*[2] de internet da América Latina, sendo o 10º do mundo. Por outro lado, em termos relativos, temos menos usuários de telefone que nossos vizinhos da Argentina e Uruguai e um número relativamente menor de usuários individuais de internet que Chile, Argentina e Peru.

[2] *Hosts* são servidores ligados permanentemente à internet. Servidores são computadores que servem para conectar um conjunto de outros computadores. Por exemplo, ao acessar um provedor de internet a pessoa estará conectando o computador de sua residência ao computador servidor que provê o acesso à rede mundial.

Sociedade da informação
Indicadores da América do Sul

País	População	PIB *per capita* *1 (US$ mil)	Teledensidade (linhas telefônicas por 100 habitantes, 2001) *1	Provedores de serviços de internet (2000) *2	Usuários individuais da internet	Usuários individuais da internet (% população) *3
Argentina	37,4 milhões	7.46 (2001)	21,3	33	3,88 milhões (jul. 2001)	10,38
Bolívia	8.3 milhões	2.6 (2000)	6,17	9	78 mil (dez. 1999)	0,98
Brasil	174,7 milhões	2.93 (2001)	18,18	50	13,62 milhões *4 (maio 2002)	7,74
Chile	15,3 milhões	10.1 (2000)	22,12	7	3,1 milhões (dez. 2001)	20,02
Colômbia	40,3 milhões	6.2	16,91	18	1,15 milhão (dez. 2001)	2,81
Equador	13,1 milhões	2.9	10	13	328 mil (dez. 2001)	2,44
Paraguai	15,7 milhões	4.7	5,54	4	20 mil (dez. 2001)	0,36
Peru	27,4 milhões	4.5	6,37	10	3 milhões (dez. 2001)	10,73
Suriname	434 mil	3.4	18,06	2	14,5 mil (dez. 2001)	3,32
Uruguai	3,4 milhões	9.3	27,84	7	95 mil (dez. 2001)	13,61
Venezuela	24 milhões	6.2	10,78	16	95 mil (dez. 2001)	------

Fonte: Forum Internacional: América Latina y caribe en la sociedad de la información – Rio de Janeiro, 26 a 28 de setembro de 2002. Disponível em: <http://forumalcysi.socinfo.org.br/>

1. International Telecommunications Union (ITU)
2. The World Factbook 2001
3. NUA Internet How Many Online
4. Nielsen Net Ratings

A pesquisa "Internet Pop", realizada pelo Ibope nas nove principais regiões metropolitanas brasileiras[3], em maio de 2001, indicou que apenas 20% de sua população estava conectada a rede mundial de computadores. Dos conectados, somente 87% navegam por banda larga, conexão de alta velocidade.

Segundo o Censo Escolar 2000 organizado pelo Ministério da Educação, apesar dos esforços recentes de vários governos, somente 37% dos estudantes de ensino médio estudavam em escolas com acesso à internet. O censo apontou ainda que 56% dos matriculados no ensino médio

[3] A Pesquisa internet POP é realizada em nove mercados: Grande São Paulo, Grande Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Salvador, Porto Alegre, Curitiba, Brasília e Fortaleza.

integravam escolas com laboratórios de informática. Esse quadro se agrava no ensino fundamental, uma vez que somente 22% das crianças (8 milhões de alunos) estudavam em escolas com salas de informática e apenas 19% acessavam a internet. É importante alertar que, mesmo possuindo conexão e computadores, várias escolas deixam estes equipamentos sem uso, em geral, pela falta total de formação dos professores e pela ausência de uma política educacional de uso da internet como instrumento pedagógico e de reforço à pesquisa escolar. Muitas das salas de informática ficam trancadas e acabam sendo alvo de sucateamento e furto de equipamentos.

Apenas dois países, Estados Unidos e Canadá, concentram quase a metade do acesso mundial à internet, precisamente 41% (Internet Business, 25 de junho de 2001). A sociedade rica usa com intensidade as redes informacionais para se comunicar, armazenar e processar informações, enquanto os países pobres e em desenvolvimento têm suas populações distantes dos benefícios das redes informacionais. O cientista político canadense Arthur Kroker, em 1994, já havia alertado para a constituição de uma nova classe dirigente composta dos administradores, formuladores e executores da telemática, uma verdadeira classe virtual. Essa nova elite comandaria uma sociedade partida entre "inforicos" e "infopobres". Sua hipótese se chocava com as inúmeras promessas de que o mundo teria encontrado uma tecnologia incorporadora e democratizante *per se*. A tecnologia da informação não estaria trazendo uma sociedade mais equânime, ao contrário, seu rápido espraiamento pelo planeta trouxe mais desigualdade e dificuldade de superá-la.

Todo período histórico possui um conjunto de tecnologias que as sociedades dominantes e dentro delas, suas elites, utilizam como fonte especial de poder e de reprodução da riqueza. Não seria exagero apontar que as sociedades humanas se organizam como sociedades tecnodependentes. Dificilmente encontraremos exemplos históricos de sociedades ricas ou com qualidade de vida avançada em países que não dominam ou usam as principais tecnologias de seu período. O capitalismo mundial tem sofrido transformações em sua base reprodutiva em que se estruturam seus determinantes tecnológicos. Simon Nora e Alain Minc já haviam apontado, em 1978, a evolução do capitalismo para um regime com base nas redes de processamento e comunicação da informação (Nora e MINC, 1978). Daniel Bell preferiu definir as mudanças no sistema como constitutivas de uma

sociedade pós-industrial em que os serviços seriam seu segmento dinâmico. Em geral, como realçou Marcos Dantas, a informação emerge como força produtiva dominante (Dantas, 1999).

Muitos analistas têm advertido sobre a aceleração da perda das vantagens comparativas dos países exportadores de matérias-primas e empregos baratos em uma sociedade centrada na dependência crescente da ciência no processo produtivo. Anthony Smith em "Geopolitics of information" comparou a informação a um recurso social primário e apontou que a dependência informacional dos países periféricos poderia ser muito mais difícil de romper do que a existente nos períodos colonial e industrial (Dantas, 1999). O capitalismo torna-se uma sociedade dependente de tecnologias da inteligência, ou seja, que ampliam imensamente a capacidade de gerar conhecimento, o que requer um preparo e capacitação complexa de amplos segmentos da sociedade. Por esse motivo, existe um outro lado estratégico da inclusão digital. É exatamente o que se refere à indispensável massificação do uso das tecnologias da informação pelo conjunto da sociedade, não somente pelos seus segmentos de elite.

Por outro lado, oráculos das empresas que comercializam produtos típicos da era informacional, dirigentes principalmente do Fórum Econômico de Davos, têm alardeado que a inclusão digital será conseqüência da própria ampliação do mercado. A dinâmica capitalista, de barateamento constante de preços e aumento de qualidade e capacidade da tecnologia da informação e comunicação, permitirá que cada cidadão-consumidor possa usufruir dos seus benefícios. Sem dúvida, a queda de preços de muitos produtos da primeira revolução industrial levou-os aos extratos mais pobres da sociedade. O problema está na velocidade da incorporação das benesses tecnológicas. As elites as utilizam exaustivamente muito tempo antes da sua popularização. Isto poderia não ser considerado um problema se a tecnologia da informação não fosse fundamental para a ampliação da capacidade de decidir, conhecer e pensar. A tecnologia da informação está sendo usada efetivamente para acelerar o distanciamento entre segmentos sociais na apropriação da riqueza socialmente produzida.

Ao discutir o processo de virtualização das cidades nas atuais sociedades pós-industriais, André Lemos anunciou que "o que está em jogo com as cibercidades é o intuito de lutar contra a exclusão social, regenerar o espaço público e promover a apropriação social das novas tecnologias"

(Lemos, 2001: 16). Mas, até o momento, os sinais apontam para o alargamento da fratura social entre incluídos e excluídos da sociedade informacional. Isto tem consolidado as fronteiras do apartheid entre os grupos sociais que incorporaram as tecnologias para melhorar suas condições de vida e trabalho e aqueles que estão privados de seu acesso. Entre as elites que criam hardware e softwares, adequados as suas necessidades, e as comunidades e populações carentes que não estão aptas a produzir e voltar a tecnologia para si.

Para o capitalista, a filantropia, a responsabilidade social e a solução de problemas públicos estão subordinadas a dinâmica empresarial do lucro. O mercado, as forças da oferta, primeiro pensam em vender e ampliar as vendas de seus produtos e serviços. Dificilmente a inserção social ocorrerá como uma externalidade[4] positiva do cruzamento das curvas da oferta e da demanda produzidas pelas forças de mercado ou, também, por um ato voluntário e consciente do empresariado sério e altruísta.

O exemplo da denominada Lei de Moore pode ser extremamente útil. Gordon Moore, então presidente da Intel, sentenciou que, a cada 18 meses, os microchips dobram seu desempenho pelo mesmo preço. Os microprocessadores, um verdadeiro computador em um único *chip* (semicondutor), é um dos principais componentes da indústria de informática. Manuel Castells relatou que "em apenas três anos, entre 1959 e 1962, os preços dos semicondutores caíram 85%, e nos dez anos seguintes a produção aumentou 20 vezes, e 50% dela foi destinada a usos militares. A título de comparação histórica, levou setenta anos (1780 – 1850) para que o preço do tecido de algodão caísse 85% na Inglaterra durante a Revolução Industrial. Então, o movimento acelerou-se na década de 60: à medida que a tecnologia de fabricação progredia e se conseguia melhorar o design dos *chips* com o auxílio de computadores, usando dispositivos microeletrônicos mais rápidos e mais avançados, o preço médio de um circuito integrado caiu de US$ 50 em 1962 para US$ 1 em 1971." (Castells, 1999: 59)

A despeito do ritmo de barateamento constante dos componentes essenciais e produtos da tecnologia de informação, observamos um total descompasso com o ritmo de inserção dos extratos mais pauperizados na era da informação. É difícil declarar quando se iniciou o processo que Manuel Castells denominou de era informacional alterando a morfologia social e

[4] Externalidade é um conceito econômico neoclássico.

caminhando para a constituição de uma sociedade em rede. Se considerarmos a ligação das quatro universidades americanas na Arpanet, nos anos 70, como um ponto de partida, temos mais de 20 anos de revolução em curso. Nesse período, os países pobres e em desenvolvimento não viram cumpridas as promessas equalizadoras de renda e de condições de vida e trabalho que muitos oráculos das tecnologias prometeram. A análise até o momento indica que os apocalípticos têm acertado mais que os integrados.

Na América Latina, o cenário de exclusão é nítido. Segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef), no início do século XXI, 60% das crianças da região eram pobres, sem condições de atendimento de suas necessidades básicas. A mortalidade infantil média é quatro vezes maior da registrada nos países desenvolvidos que é de dez em cada mil crianças. A revolução informacional não tem gerado no subcontinente uma alteração positiva no sentido de redução da miséria.

É evidente que a pobreza vai alterando sua qualidade conforme o sistema capitalista vai avançando sua produção e recriando constantemente seus produtos. O obsoleto, o precário, o ultrapassado é repassado aos extratos mais pauperizados. A pobreza vai se alterando e certamente será em alguns anos assentada sobre produtos atualmente considerados *high tec*. Ao mesmo tempo, consolida-se um distanciamento gigantesco entre sociedades ricas e pobres, entre grupos sociais beneficiados e uma grande maioria de segmentos sociais penalizados.

A nova fase de acumulação capitalista, chamada de globalização, expandiu-se sobre a doutrina econômica neoliberal, com efeitos ainda mais perversos sobre a pobreza. Uma das questões derradeiras que se apresentam atualmente é responder se em um contexto de globalização, de hegemonia neoliberal e de pensamento único seria possível combater a pobreza sem a utilização das tecnologias da informação? Sem reduzir o distanciamento tecnológico do Sul diante do Norte rico? Sem entender e disputar a dinâmica dos fluxos da globalização?

O termo globalização perdeu força conceitual por ser utilizado para qualificar um número infindável de fenômenos e processos. Algumas práticas internacionais antigas foram rebatizadas de globalização. Entretanto, a noção é extremamente útil se for empregada no sentido de entender o atual jogo de poder econômico, cultural e político que articula os conflitos planetários. O

cientista político norte-americano Zbigniew Brzezinski ao publicar "Between Two Ages: America's Role in the Technetronic Era", em 1969, já qualificava os Estados Unidos como a primeira sociedade efetivamente global da história. Seria a única sociedade "a propor um 'modelo global de modernidade', esquemas de comportamento e valores universais por intermédio dos produtos de suas indústrias culturais" ... "a 'diplomacia do canhão' seria coisa do passado; o futuro caberia a 'diplomacia das redes'". (Mattelart, 127)

A globalização não seria um jogo de ganhos mútuos e sim uma nova expressão do poder de grupos múltiplos das sociedades ricas. No sentido de desmistificar a globalização e reescrever as linhas que a compõe temos o esforço teórico do sociólogo português Boaventura de Souza Santos: "O global e o local são socialmente produzidos no interior dos processos de globalização. Distingo quatro processos de globalização produzidos por tantos modos de globalização. Eis a minha definição de globalização: é o conjunto de trocas desiguais pelo qual um determinado artefato, condição, entidade ou identidade local estende a sua influência para além das fronteiras nacionais e, ao fazê-lo, desenvolve a capacidade de designar como local outro artefato, condição, entidade ou identidade rival." (Souza Santos, 2002: 63)

Boaventura considera que a globalização é um fenômeno produzido. A conseqüência da produção do global implica na produção do local ou produção de localização. Nesse processo completamente assimétrico é estabelecida a hierarquização dominante no Sistema Mundial em Transição (conceito criado por Boaventura para definir as transformações que o planeta está passando). Assim, o local se integra ao global por duas vias: pela exclusão ou pela inclusão subalterna. Boaventura sustenta que "apesar de na linguagem comum e no discurso político, o termo globalização transmitir a idéia de inclusão, o âmbito real da inclusão pela globalização, sobretudo a econômica, pode ser bastante limitado. Vastas populações do mundo, sobretudo, em África, estão a ser globalizadas em termos do modo específico por que estão a ser excluídas pela globalização hegemônica. O que caracteriza a produção de globalização é o fato de seu impacto se estender tanto às realidades que inclui como às realidades que exclui. Mas o decisivo na hierarquia produzida não é apenas o âmbito da inclusão, mas sua natureza. O local, quando incluído, é o de modo subordinado, segundo a lógica do global. O local que

precede os processos de globalização, ou que consegue permanecer à margem, tem muito pouco a ver com o local que resulta da produção global da localização. Aliás, o primeiro tipo de local está na origem dos processos de globalização, enquanto o segundo tipo é o resultado da operação desses."(Souza Santos, 65)

Esses dois modos de produção de globalização operam em conjunção. "Os países centrais especializam-se em localismos globalizados, enquanto aos países periféricos cabe tão-só a escolha de globalismos localizados. Os países semiperiféricos são caracterizados pela coexistência de localismos globalizados e globalismos localizados e pelas tensões entre eles." (Souza Santos, 66)

Existem outros dois modos de produção de globalização que emergem da resistência aos localismos globalizados e aos globalismos localizados: o cosmopolitismo e o patrimônio comum da humanidade. Eles são essenciais para a distinção entre a globalização de cima-para-baixo e globalização de baixo-para-cima, ou entre globalização hegemônica e contra-hegemônica. Boaventura designou como cosmopolitismo "a organização transnacional de resistência de Estados-nação, regiões, classes ou grupos sociais vitimizados pelas trocas desiguais de que se alimentam os localismos globalizados e os globalismos localizados, usando em seus benefício as possibilidades de interação transnacional criadas pelo sistema mundial em transição, incluindo as que decorrem da revolução nas tecnologias da informação e comunicação. A resistência consiste em transformar trocas desiguais em trocas de autoridade partilhada, e traduz-se em lutas contra a exclusão, inclusão subalterna, a dependência, a desintegração, a despromoção." (Souza Santos, 67)

Por patrimônio comum da humanidade, Boaventura definiu as lutas de dimensão planetária em defesa de valores humanitários. "Trata-se de lutas transnacionais pela proteção e desmercadorização de recursos, entidades, artefatos, ambientes considerados essenciais para a sobrevivência digna da humanidade e cuja sustentabilidade só pode ser garantida à escala planetária. Pertencem ao patrimônio comum da humanidade, em geral, as lutas ambientais, as lutas pela preservação da Amazônia, da Antártida, da biodiversidade ou dos fundos marinhos e ainda as lutas pela preservação do espaço exterior" (Souza Santos, 70). Nesse contexto, também poderíamos inserir o desenvolvimento compartilhado do *software* livre.

A luta pela inclusão digital pode ser uma luta pela globalização contra-hegemônica se dela resultar a apropriação pelas comunidades e pelos grupos sociais socialmente excluídos da tecnologia da informação. Entretanto, pode ser apenas mais um modo de estender o localismo globalizado de origem norte-americana, ou seja, pode acabar se resumindo a uma forma a mais de utilizar um esforço público de sociedades pobres para consumir produtos dos países centrais ou ainda para reforçar o domínio oligopolista de grandes grupos transnacionais.

Por isso, o aparente consenso sobre a necessidade de inclusão digital se desfaz quando discutimos o seu modelo e a finalidade daqueles esforços. A inclusão digital não pode ser apartada da inclusão autônoma dos grupos sociais pauperizados, ou seja, da defesa de processos que assegurem a construção de suas identidades no ciberespaço, da ampliação do multiculturalismo e da diversidade a partir da criação de conteúdos próprios na internet, e, pelo ato de cada vez mais assumir as novas tecnologias da informação e comunicação para ampliar sua cidadania. A mensagem central para a inclusão digital é de caráter universalista e foi dita por Boaventura de Souza Santos: "temos o direito de ser iguais quando a diferença nos inferioriza e a ser diferentes quando a igualdade nos descaracteriza". (Souza Santos, 75)

OS MODELOS DE COMBATE À EXCLUSÃO DIGITAL

A idéia de transformar a inclusão digital em política pública consolida no mínimo quatro pressupostos. Primeiro, é o reconhecimento que a exclusão digital amplia a miséria e dificulta o desenvolvimento humano local e nacional. A exclusão digital não se trata de uma mera conseqüência da pobreza crônica, mas torna-se fator de congelamento da condição de miséria e de grande distanciamento das sociedades ricas. Segundo, é a constatação que o mercado não irá incluir na era da informação os extratos pobres e desprovidos de dinheiro. A própria alfabetização e escolarização da população não seria massiva se não fosse pela transformação da educação em política pública e gratuita. A alfabetização digital e a formação básica para viver na cibercultura também dependerão da ação do Estado para serem amplas ou universalistas. Terceiro, a velocidade da inclusão é decisiva para que a sociedade tenha sujeitos e quadros em número suficiente para aproveitar as brechas de desenvolvimento no contexto da mundialização de trocas desiguais e,

também, para adquirir capacidade de gerar inovações. Quarto, é a aceitação de que a liberdade de expressão e o direito de se comunicar seria uma falácia se ele fosse apenas para a minoria que tem acesso à comunicação em rede. Hoje, o direito à comunicação é sinônimo de direito a comunicação mediada por computador. Portanto, trata-se de uma questão de cidadania.

Uma política pública não se resume ao papel desempenhado pelo Estado. Sem dúvida alguma, o Estado deve destinar a maior parte dos recursos, mas a formulação, a execução e a avaliação necessariamente devem envolver as comunidades locais, os movimentos sociais e as organizações não-governamentais. O mercado deve ser atraído tanto para acrescentar recursos quanto para colaborar com novas soluções tecnológicas. As universidades podem contribuir no processo seja disseminando soluções ou produzindo reflexões críticas, seja emprestando quadros para o amplo processo de formação dos segmentos mais carentes, menos cultos e escolarizados.

Muitas ONGs e associações realizam projetos de inclusão digital. Empresas têm apoiado estas organizações do Terceiro Setor doando computadores usados, equipamentos e infra-estrutura, softwares e recursos financeiros. Não existem estudos consistentes sobre o impacto includente desses projetos, mas sua dimensão e alcance, aparentemente, têm sido ainda pequena diante da extrema carência do país. Projetos como o Sampa.org, CDI-SP, CDI, Rede Favela (RJ), Informática na Comunidade, Garagem Digital são exemplos de iniciativas do Terceiro Setor.

Existem exemplos de ação estatal articulada com as ONGs constituindo uma política mais completa e integrada. O governo do Estado de São Paulo, ainda na gestão Mário Covas, iniciou a implantação de locais de acesso à internet em entidades de bairro, articulando a Escola do Futuro da USP para formar e gerenciar o projeto nas comunidades. A Prefeitura Municipal de São Paulo, na gestão de Marta Suplicy, além de telecentros administrados diretamente e alocados em prédios públicos, também implantou telecentros em entidades da sociedade civil. Os monitores dos telecentros municipais são recrutados na própria comunidade, formados e treinados pela Rede de Informação do Terceiro Setor (Rits). A Prefeitura firmou uma parceria com a Rits e recentemente com o Sampa.org. Os telecentros do Sampa passaram a ser mantidos com recursos mensais da Prefeitura que, com isso, assegura a existência de um projeto histórico de inclusão digital na região do Capão Redondo, periferia sul da cidade.

A eficácia das várias iniciativas ainda não é visível exatamente pela sua dispersão, pela ausência de indicadores consolidados, pela inexistência de uma coordenação pública unificada da implementação dos projetos de inclusão.

Uma das questões mais relevantes é determinar qual o papel central do Estado, mercado e das ONGs. Em relação ao Estado, as experiências têm apontado para a importância de articular as decisões para não dispersar recursos escassos, mas para isto é preciso o envolvimento democrático da várias esferas de governo. O governo federal deve produzir uma política de inclusão digital em conjunto com Estados e municípios. O município é a unidade fundamental do poder público para a inclusão digital. Deve ser envolvido e ouvido, pois a manutenção e o sucesso dos programas de inclusão dependem do convencimento do poder local.

As ONGs devem ser incorporadas e envolvidas na decisão e na execução das políticas de combate a exclusão digital. Muitas ONGs têm experiências relevantes e uma estrutura mais leve e ágil que o Estado. Por outro lado, a fonte de recursos das ONGs ou vem do mercado ou vem do Estado. O Estado pode chegar mais longe, mais rapidamente e de maneira mais profunda se incorporar as entidades locais e organizações do Terceiro Setor em sua política de inclusão digital.

Caberia ao mercado o papel de formular políticas públicas de inclusão digital? Para responder essa questão será necessário realizar uma divisão entre empresas fornecedoras diretas de produtos e serviços informacionais e de telecomunicações e empresas não-fornecedoras. O risco de entregar o poder de decisão para empresas fornecedoras é desvirtuar as políticas públicas, subordinando as metas de universalização e projetos mais viáveis de inclusão aos interesses mercantis de determinadas empresas. Em relação às políticas públicas nacional, estaduais e municipais é mais indicado que as forças de mercado contribuam como conselheiras e não nos fóruns com poder decisório, principalmente, as empresas que serão diretamente beneficiadas pelas políticas de inclusão digital por venderem hardware, *software*, conexão e provimento de acesso.

Por outro lado, as empresas podem realizar parcerias importantes com o poder público. Podem investir recursos na montagem e manutenção de soluções e telecentros para a inclusão digital. Instrumentos de

reconhecimento das empresas que destinam recursos para a inclusão digital devem ser criados, além da placa com a propaganda do doador. É estratégico que as agências de publicidade sejam conclamadas a pensar propostas inovadoras que possam interessar mais empresas a injetar recursos para políticas públicas de universalização do acesso à internet, executadas pelos Estado ou pelas ONGs.

Outro ponto relevante, quando se discute a inclusão digital, está na definição do seu foco principal. Em geral, podemos observar três focos distintos no discurso e nas propostas de inclusão. O primeiro, trabalha a inclusão digital voltada à ampliação da cidadania, buscando o discurso do direito de interagir e o direito a se comunicar por meio das redes informacionais. O segundo, focaliza o combate a exclusão digital como elemento voltado à inserção das camadas pauperizadas ao mercado de trabalho na era da informação. Assim, o foco da inclusão tem o seu epicentro na profissionalização e na capacitação. O terceiro, está voltado mais à educação. Reivindica a importância da formação sociocultural dos jovens, na sua formação e orientação diante do dilúvio informacional, no fomento de uma inteligência coletiva capaz de assegurar a inserção autônoma do país na sociedade informacional.

Os três focos de discurso aparecem não como conflitantes, na maioria das vezes são interligados em uma mesma fala. No início, os projetos de inclusão digital referiam-se mais ao foco da profissionalização. Atualmente, estão cada vez mais reclamando a ampliação da cidadania e começa a surgir com mais força os discursos voltados ao fomento da inteligência coletiva local ou nacional.

Da definição de foco podemos chegar ao objeto da inclusão digital. Vamos retomar a definição mínima de inclusão digital como a universalização do acesso ao computador conectado à internet, bem como, ao domínio da linguagem básica para manuseá-lo com autonomia. Nesse sentido, a política pública de inclusão digital pode ser analisada como uma política pública de acesso a alguns elementos ou instrumentos fundamentais da era informacional. A dimensão do acesso e o escopo de cada projeto, programa ou política é definido pelos elementos que disponibiliza. As várias acessibilidades desenham na prática o eu que cada executor de projetos compreende por inclusão digital.

É possível distinguir a inclusão digital como o acesso:

• à rede mundial de computadores (computadores conectados a um provedor);

• aos conteúdos da rede (pesquisa e navegação em sites de governos, notícias, bens culturais, diversão, etc.);

• à caixa postal eletrônica e a modos de armazenamento de informações;

• às linguagens básicas e instrumentos para usar a rede (MP3, *chat*, fóruns, editores, etc.);

• às técnicas de produção de conteúdo (html, xml, técnicas para a produção de hipertexto, etc.);

• à construção de ferramentas e sistemas voltados às comunidades (linguagem de programação, design, formação para desenhar sistemas, etc.).

Em geral, a maioria dos programas de inclusão digital estão voltados apenas ao acesso à conexão, esquecendo que se trata de um passo inicial. Não é à-toa que durante o início do século XXI visualizamos a proliferação de inúmeros projetos de totens – computadores embutidos em caixas, quase sempre para uso em pé e sem nenhuma possibilidade de utilização de aplicativos, além do *browser* – como a grande saída para a inclusão digital. Esses projetos portavam uma concepção bem reduzida do que deveria ser o acesso à informática e à internet.

Está cada vez mais evidente que é possível diferenciar as políticas de inclusão digital levando em consideração modelos distintos de acessibilidade. Esses modelos podem ser considerados a partir de uma tipologia que considera as opções adotadas em cada um dos seis blocos de soluções:

1 – Unidades de inclusão:

• bibliotecas informatizadas e conectadas à rede;

• laboratórios escolares de informática conectados à internet;

• salas de aula informatizadas e conectadas;

• telecentros;

• quiosques (em geral, com um número pequeno de computadores conectados);

• totens ou orelhões de internet.

2 – Opções tecnológicas:

• sistema operacional livre ou proprietário;

• hardware com soluções inovadoras, como *thin-client*, ou tradicionais do uso individual e caseiro;

• aplicativos *copyright* ou *copyleft*; voltados à interação e à solução de problemas das comunidades;

3 – Atividades disponíveis:

• uso livre, limitado ou monitorado;

• impressão de documentos;

• cursos presenciais e à distância;

• acesso à correio eletrônico e a área de arquivo própria;

• atividades comunitárias em rede;

4 – Monitoria das unidades:

• com ou sem monitores e orientadores contratados;

• com ou sem o envolvimento de voluntários;

• com ou sem o controle da comunidade, a partir de conselhos gestores eletivos.

5 – Sustentabilidade das unidades:

• recursos do fundo público;

• recursos das empresas;

• contribuições individuais e coletivas;

• cobrança do usuário.

6 – Autonomia e participação das comunidades:

- comunidades têm poder de decisão sobre a gestão;
- comunidades têm poder consultivo sobre a gestão;
- comunidades têm poder fiscalizador sobre a gestão;
- comunidades têm poder orçamentário sobre o programa;
- comunidades têm poder de planejar o futuro do programa.

Um divisor crescente entre os projetos de inclusão digital girará em torno das opções tecnológicas, proprietárias, subordinadas aos monopólios do localismo globalizante (Souza Santos), versus as soluções não-proprietárias, livres e desenvolvidas de modo compartilhado por coletivos inteligentes e dispersos pelo planeta. Outro ponto relevante é sobre a sustentabilidade das unidades e o papel do setor público. Caberá ao Estado dispor recursos para universalizar uma rede de telecentros gratuitos que mantenha orientadores, instrutores e agentes comunitários. Também, deve ficar claro que o maior custo dos programas de inclusão digital está em custear seu cotidiano. Sem o fundo público dificilmente ocorrerá uma inclusão massiva das camadas de baixa renda na sociedade informacional, o que não implica na execução estatal dos programas. O formato mais eficaz passa pelo envolvimento da comunidade no processo decisório e no planejamento das unidades de inclusão, bem como no envolvimento das ONGs no gerenciamento e na organização das atividades de inclusão digital.

INCLUSÃO E LIBERDADE: A QUESTÃO DO *SOFTWARE* LIVRE

Boaventura de Souza Santos nos alerta que "é por meio da imaginação que os cidadãos são disciplinados e controlados pelos Estados, mercados e outros interesses dominantes, mas é também da imaginação que os cidadãos desenvolvem sistemas coletivos de dissidência e novos grafismos da vida coletiva." (Souza Santos, 2002:46) O movimento de *software* livre é a maior expressão da imaginação dissidente de uma sociedade que busca mais do que a sua mercantilização. Trata-se de um movimento com base no princípio do compartilhamento do conhecimento e na solidariedade praticada pela inteligência coletiva conectada na rede mundial de computadores.

Foi a partir da indignação ativa de um então integrante do MIT, Richard Stallman, contra a proibição de se acessar o código fonte de um *software*, certamente desenvolvido a partir do conhecimento acumulado de tantos outros programadores, que em 1985 foi criada a Free *Software* Foundation. O movimento de *software* livre começou pequeno. Reunia e distribuía programas e ferramentas livres, com o código-fonte aberto. Assim, todas as pessoas poderiam ter acesso não só aos programas mais também aos códigos em que foram escritos. A idéia era produzir um sistema operacional livre que tivesse a lógica do sistema Unix que era proprietário, ou seja, pertencia a uma empresa. Por isso, os vários esforços de programação eram reunidos em torno do nome GNU (Gnu Is Not Unix).

Para evitar que os esforços do movimento fossem apropriados indevidamente e patenteados por algum empreendedor oportunista, novamente bloqueando o desenvolvimento compartilhado, a Free *Software* Foundation inventou a Licença Pública Geral, GPL em inglês, conhecida como *copyleft* em contraposição ao *copyrigh*. Ela é a garantia que os esforços coletivos não serão indevidamente considerados propriedade de alguém. O GPL é aplicável em todas as frentes em que os direitos autorais são utilizados: livros, imagens, músicas e softwares.

Com a difusão da internet, o movimento de *software* livre ganhou o mundo e logrou produzir um sistema operacional livre, completo e multifuncional, o GNU/Linux. Em 1992, o finlandês Linus Torvald conseguiu compilar todos os programas e ferramentas do movimento GNU em um *kernel*, um núcleo central, o que viabilizou o sistema operacional. Torvald denominou esse seu esforço de Linux, ou seja, "Linus for Unix".

O GNU/Linux baseia-se nos esforços de mais de 400 mil desenvolvedores espalhados pelos cinco continentes e por mais de 90 países. Como bem apontou Moon e Sproull (1999), é extremamente difícil encontrar desenvolvimentos de engenharia comparáveis em extensão, envolvimento de pessoas e alcance geográfico como o empreendido pelo projeto do GNU/Linux. A Microsoft, maior empresa de *software* do planeta, produz o sistema operacional Windows e conta em seu quadro funcional com aproximadamente 30 mil funcionários concentrados em sua sede em Seatle, EUA. Em breve, o desenvolvimento e a melhoria anual do GNU/Linux contará com 1 milhão de programadores. São estudantes, especialistas,

amantes da computação, diletantes, gente à procura de fama, empresas em busca de lucro, profissionais de altíssimo nível, entre tantos outros. Dificilmente uma empresa privada terá condições de acompanhar o ritmo de inovações incrementais de uma rede tão variada e tão inteligente.

A rede mundial de computadores é um espaço essencialmente colaborativo. Ao contrário das mídias tradicionais, a interação é sua alma. Por outro lado, as forças do mercado têm dominado os fluxos da rede, mas isso só tem sido possível por meio de artifícios que retiram e limitam as potencialidades da internet, seja por intermédio de softwares de vigilância, bloqueio e controle, seja por meio de uma legislação. O movimento do *software* livre é expressão autêntica desse potencial da rede e o grande modelo para a consolidação de soluções compartilhadas diante de questões complexas, a partir da interação multiétnica, multinacional e multicultural. É a afirmação da possibilidade da internet consolidar-se também como uma esfera pública planetária, evitando a condição hegemônica de supermercado global. É o grande exemplo da construção de uma comunidade transnacional imaginada-virtual (Ribeiro, 2000).

Eric Raymond (1999), em "The Cathedral and the Bazaar", comparou dois estilos completamente distintos de desenvolvimento de *software*, o modelo de programação comercial denominado "catedral" e o modelo de desenvolvimento do código aberto denominado "bazar". Nesse último, qualquer um com acesso à internet e habilidades de programação pode integrar o processo de desenvolvimento do *software*. Por isso, Raymond argumenta que o desenvolvimento do *software* livre envolve um número tão grande de horas de programação qualificada a um custo orçamentário zero que dificilmente uma grande corporação poderia dispor. No modelo bazar, as versões beta são lançadas e testadas diariamente pela comunidade distribuída na rede. Os *bugs* são rapidamente descobertos e o *software* é constantemente melhorado. As novas versões são velozmente distribuídas.

No modelo de desenvolvimento proprietário, a lógica distribuída e fervilhante dos bazares e suas inúmeras tendas é substituída pela silenciosa hierarquia da catedral. As versões do *software* estilo catedral só podem ser liberadas após inúmeros testes e superação de todos os *bugs*. Os usuários não têm acesso ao código-fonte e não participam do constante aprimoramento do programa. Raymond assegura que a capacidade de

inovação do *software* livre é muito mais alta do que a do *software* proprietário, essencialmente pela superioridade do modelo bazar diante do catedral.

O próprio mercado começa a aderir ao *software* livre. Segundo a XXX, um programa para servidores de web, o Apache já domina mais de 50% do mercado, enquanto o maior concorrente o Windows NT possui 20%. Usuários altamente exigentes ou de áreas de aplicação sensíveis preferem ter acesso ao código-fonte. Por exemplo, o Fermilab, laboratório de física de energia, escolheu o Linux para os seus computadores. A decisão ocorreu não somente pela redução de custos com o pagamento de licenças de *software*, mas também devido à possibilidade de controle total sobre o que o laboratório está utilizando (Söderberg, 2002). Pelos mesmos motivos, o Instituto de Controle de Vôo da Aeronáutica, sediado em São José dos Campos, SP, migrou todos os seus computadores para Linux.

A partir das considerações de Bezroukov (1999) sobre a construção de uma infra-estrutura de informação para os países em desenvolvimento, é necessário complementar que o *software* livre já é uma alternativa economicamente viável, tecnologicamente inovadora e estável. Vamos analisar a situação do Brasil. Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia, existe uma tendência do mercado de *software* no Brasil atingir US$ 15 bilhões no fim da primeira década do século XXI[5]. Em 2002, o mercado brasileiro de *software* faturou US$ 4,2 bilhões, envolvendo 3.500 empresas produtoras e representou 1,3% do mercado global. No ano 2000, exportamos US$ 100 milhões e importamos US$ 1 bilhão em *software*. O sistema operacional Windows da Microsoft domina 97% do mercado de computadores pessoais. O desequilíbrio é visível e insustentável em uma sociedade cada vez mais usuária de tecnologia da informação e comunicação.

Ano	Importação	Exportação
1990	50	1
1995	200	10
2000	1000	100

Fonte: Softex / Ministério da Ciência e Tecnologia

[5] Fonte: Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia, em matéria publicada no jornal "O Estado de São Paulo", 12 de maio de 2002, O jogo ficará mais pesado.

Quanto mais se informatiza o cotidiano, mais serão utilizados sistemas operacionais e demais aplicativos. Assim, mais se gastará em *royalties* enviados ao exterior como pagamento pelo uso de licenças de uso dos softwares proprietários. Por outro lado, temos acúmulo suficiente para criarmos soluções similares àqueles que importamos em *software* livre. O potencial criativo e produtivo brasileiro é inegável, mesmo no cenário atual, a Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia assegura que o Brasil é o 7º produtor mundial de soluções logo depois dos EUA, Japão, Alemanha, Grã-Bretanha, França e Itália. Seria extremamente viável, utilizarmos mais amplamente o *software* livre, pois além de não enviarmos *royalties*, poderíamos nos afirmar como um grande produtor e distribuidor de soluções em código aberto.

O cenário mundial para as indústrias de Tecnologia da Informação (TI) (principalmente de telecomunicações, *hardware*, *software* e suporte), tem sido afetado por inúmeros fatores negativos que lhe impuseram um ritmo de crescimento reduzido, principalmente a partir do estouro da bolha da internet, em 2000. Os próximos anos apontam o Brasil como um dos possíveis grandes mercados compradores de TI arrastado pela modernização administrativa dos governos e municípios e pela incorporação da telemática nas políticas sociais e educacionais. Um programa de desenvolvimento de TI, especialmente orientado à inclusão digital, educação e capacitação técnica pode ser um ponto de partida efetivo para consolidar uma indústria de hardware e *software* que agregue valor à economia nacional, com base em equipamentos otimizados e *softwares* não-proprietários.

LÓGICA DO MERCADO

É possível e desejável integrar as políticas de modernização administrativa e as políticas de inclusão social baseadas em TI à política de desenvolvimento industrial e tecnológico do país. É inteligente buscar a redução do pagamento de *royalties* ao exterior, desenvolver e incentivar soluções de empresas nacionais (sem fechar legalmente nenhum mercado às empresas estrangeiras). Sem dúvida, também é recomendável aproveitar as vantagens comparativas do mercado interno comprador, principalmente no setor público, para assegurar um mercado primário para empresas que busquem mercados no exterior.

Em síntese, é fundamental integrar a política de inclusão digital, de informatização das escolas, das bibliotecas públicas e à adoção de TI como instrumento didático-pedagógico à estratégia de desenvolvimento tecnológico nacional. Esse é um dos argumentos para o uso do *software* livre nas políticas de inclusão digital.

Um segundo argumento refere-se ao custo para o Estado. As soluções não-proprietárias podem ser menos onerosas. O uso de *software* livre nos programas de inclusão digital gera uma grande economia devido ao não pagamento de licenças. Em um cenário de ajuste fiscal, economizar o custo das licenças de uso, no mínimo US$ 150, por computador alocado no programa de inclusão digital é fundamental.

Os recursos economizados com as licenças de propriedade podem ser empregados em formação, treinamento e educação digital. Assim, aposta-se no fortalecimento da inteligência coletiva local. Formar monitores e instrutores nas localidades em GNU/Linux e demais programas contribui também para ampliar a capacidade das comunidades agregarem valor não-perecível à sua força de trabalho.

Terceiro, o *software* livre tal como o proprietário necessita de suporte e manutenção. O uso do *software* livre nos telecentros e unidades de inclusão digital pode ser um grande incentivo ao surgimento de inúmeras empresas locais capacitadas a configurar e até a desenvolver soluções adequadas aos interesses das empresas e órgãos públicos locais. As duas vantagens mais destacadas no uso do *software* livre para o desenvolvimento econômico e social local são o código aberto e na inexistência do pagamento de *royalties* pelo seu uso. O código aberto permite que qualquer programador habilidoso crie soluções que melhor atendam às necessidades do seu cliente. A inexistência de *royalties* permite que toda a renda gerada pela empresa local de suporte e desenvolvimento fique com ela.

Quarto argumento: não é correto utilizar dinheiro público para formar e alfabetizar digitalmente os cidadãos em uma linguagem proprietária de um monopólio privado transnacional. Mesmo que as licenças de uso de um sistema operacional proprietário sejam doadas gratuitamente para os programas de inclusão digital, na realidade, o Estado estaria pagando seus professores, monitores e instrutores para adestrar e treinar usuários para aquela empresa.

O sistema operacional é o principal programa ou *software* que vai dentro do computador. Ele é a linguagem que permite o computador entender nossos comandos. Na sociedade da informação, o sistema operacional tornou-se uma das principais linguagens, por ser essencial à comunicação homem-máquina e homem-máquina com outro homem-máquina. O controle das linguagens básicas da era da informação não deveria ser propriedade de nenhum grupo econômico ou pessoa.

Sistemas operacionais proprietários são construídos para não ter compatibilidade e interoperabilidade com outros sistemas concorrentes. Com isso, a tendência da economia de redes é a do monopólio. Os economistas Carl Shapiro e Hal Varian advogam que "nas redes 'reais', as ligações entre os nodos são conexões físicas, como os trilhos dos trens ou os fios dos telefones. Nas redes virtuais, as ligações entre os nodos são invisíveis, embora sejam não menos essenciais para a dinâmica do mercado e a estratégia competitiva. Estamos na mesma rede de computadores se pudermos usar o mesmo *software* e compartilhar os mesmos arquivos. Do mesmo modo que um ramal ferroviário corre perigo se não puder ligar-se à linha principal, lamente por aqueles cujo hardware ou *software* for incompatível com a maioria dos outros usuários." (Shapiro e Varian, 1999: 205)

As estratégias de aprisionamento, na linguagem da economia da informação, ou de fidelização, na linguagem do marketing, passam por manter a rede de usuários de *software* proprietário com o apoio do poder público. O domínio da Microsoft no mercado de sistemas operacionais baseia-se nas economias de escala do lado da demanda. Seus clientes valorizam seu sistema operacional por serem amplamente utilizados (Shapiro e Varian, 1999). Caso o Estado passe a utilizar em seus telecentros, escolas, bibliotecas e demais órgãos públicos um sistema operacional livre, estará iniciando um processo de inversão da escala da maior rede. Estará viabilizando uma rede rival, livre, aberta e não-proprietária.

O uso do dinheiro público deve incentivar a proliferação de linguagens e softwares essenciais de domínio público. Caso a linguagem básica da internet, o protocolo TCP/IP, fosse propriedade de uma empresa, provavelmente a rede mundial de computadores não tivesse a penetração e o potencial democrático que tem hoje. As políticas de inclusão digital devem romper com a política de aprisionamento dos megamonopólios privados. O

combate à exclusão digital está intrinsecamente ligado à democratização e desconcentração do poder econômico e político.

Conclusão: livre e includente

Muitos dirigentes públicos e empresariais ainda acham que o uso do computador só é importante para a profissionalização da população. Essa visão constitui a cultura do uso limitado da tecnologia e deixa de lado a dimensão da cidadania. Sem dúvida, é urgente e prioritário implantar laboratórios de informática em todas as escolas e conectá-las à rede informacional. Por outro lado, é completamente insuficiente incluir digitalmente apenas a criança e o adolescente escolarizados. E os adultos e demais adolescentes que estão fora da escola? Onde exercerão seu direito à comunicação? O acesso à comunicação em rede é a nova face da liberdade de expressão na era da informação. Todo o cidadão ou cidadã deve ter o direito de acessar a *web* e utilizar uma caixa postal eletrônica. Todo cidadão deve ter o direito a acessar as informações e serviços governamentais que cada vez mais migram para a internet. A cidadania na era da informação impõe o direito a se comunicar, armazenar e a processar informações velozmente, independente de condição social, capacidade física, visual, auditiva, gênero, idade, raça, ideologia e religião.

É necessário insistir que o direito à comunicação mediada por computador também é o direito das crianças pobres de utilizarem as tecnologias para exercerem a dimensão lúdica da infância. É o direito das mulheres obterem todos os benefícios da sociedade informacional. É o direito dos deficientes se comunicarem em um mundo cada vez mais conectado. Sem dúvida, a alfabetização ou formação digital básica é uma base essencial para a profissionalização e para a melhoria da qualidade econômica da força de trabalho do conjunto das nações, mas isso é apenas uma das dimensões do uso das tecnologias.

Somos cada vez mais uma sociedade tecnodependente. O controle da tecnologia torna-se vital e dita as possibilidades de desenvolvimento e de inclusão social. As funções e processos principais da era informacional estão sendo cada vez mais organizados em rede e por meio da internet (Castells, 1999). A morfologia das redes é uma fonte drástica de reorganização das relações de poder. "Uma vez que as redes são múltiplas, os códigos interoperacionais e as conexões entre redes tornam-se as fontes

fundamentais da formação, orientação e desorientação das sociedades" (Castells, 1999: 499). Temos o vínculo claro entre o combate à exclusão digital e o movimento do *software* livre.

O controle dos padrões, das linguagens e dos protocolos de conexão devem ser públicos e o menos oneroso possível para as sociedades pobres ou em desenvolvimento. Incluir digitalmente é um primeiro passo para a apropriação das tecnologias pelas populações socialmente excluídas com a finalidade de romper a reprodução da miséria. O compartilhamento do *software* e demais produtos da inteligência coletiva é decisivo para a democratização dos benefícios tecnológicos e precisa ser incentivado. Desse modo, as políticas de inclusão digital não podem servir à manutenção e à expansão do poder das megacorporações do localismo globalizado (Souza Santos). Devem incentivar a desconcentração de poder e não os monopólios. Devem incentivar o desenvolvimento e autonomia das localidades, regiões e nações pobres e não sua subordinação às cadeias de marketing do mundo rico. Devem incentivar a liberdade e não o aprisionamento às redes privadas. Devem consolidar a diversidade e não a monodependência. Deve ser *software* livre.

REFERÊNCIAS

BEZROUKOV, Nikolai. Open source development as a special type of academic research (critique of vulgar Raymondism). *First Monday*, v. 4, n. 10, Oct. 1999. Disponível em: <http://firstmonday.org/issues/issue4_10/bezroukov/>. Acesso em: 04 Mar. 2002.

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. [S. l]: Paz e Terra, 1999.

DANTAS, Marcos. Capitalismo na era das redes: trabalho, informação e valor no ciclo da comunicação produtiva. In: LASTRES, Helena M. M.; ALBAGLI, Sarita (Org.). *Informação e globalização na era do conhecimento*. [S. l.]: Campus, 1999.

O JOGO ficará mais pesado. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 12 maio 2002. Disponível em: < www.estado.com.br>.

KROKER, Arthur; WEINSTEIN, Michael. *Data trash*: the theory of the virtual class. [S. l.]: St. Martin, 1994.

MATTELART, Armand; MATTELART, Michèle . *História das teorias da comunicação*. 3. ed. São Paulo: Loyola, 2000.

MOON, Jae Yun; SPROULL, Lee. Essence of distributed work: the case of the Linux Kernel. *First Monday*, v. 5, n. 11, nov. 1999. Disponível em: <http://firstmonday.org/issues/issue5_11/moon/>. Acesso em: 04 Mar. 2002.

NORA, Simon; MINC, Alain. *La Informatización de la sociedad*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1992.

RAYMOND, Eric S. *The cathedral and the bazaar*. Sebastopol, CA: O'Reilly, 1999.

REDE de informações do terceiro setor. Disponível em: <www.rits.org.br>.

RIBEIRO, Gustavo Lins. Política cibercultural: ativismo à distância na comunidade transnacional imaginada-virtual. In: ALVAREZ, Sonia E.; DAGNINO, Evelina; ESCOBAR, Arturo (Org.). *Cultura e política nos movimentos sociais latino-americanos*: novas leituras. [Belo Horizonte]: Editora da UFMG, 2000.

SANTOS, Boaventura Souza (Org.). *A globalização e as ciências sociais*. São Paulo: Cortez, 2002.

SHAPIRO, Carl; VARIAN, Hal. R. *Economia da informação*: como os princípios econômicos se aplicam à era da Internet. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu. *Exclusão digital*: a miséria na era da informação. São Paulo: Perseu Abramo, 2001.

SÖDERBERG, Johan. Copyleft vs. copyright: a marxist critique. *First Monday*, v. 7, n. 3, mar. 2002. Disponível em:<http://firstmonday.org/issues/issue7_3/soderberg/index.html>.

***Sites* consultados:**

Comitê Gestor da Internet Brasil – <www.cg.org.br>
Cúpula da Sociedade da Informação: <www.wsis.org>
Free Software Foundation: <www.fsf.org>
IBGE: <www.ibge.gov.br>
IBOPE: <www.ibope.com.br>
Ministério da Ciência e Tecnologia – <www.mct.gov.br>
Ministério da Educação e Cultura – <www.mec.gov.br>
RITS (Rede de Informações do Terceiro Setor): <www.rits.org.br>
CDI São Paulo – <www.cdisp.org.br>
Telecentros da Prefeitura Municipal de São Paulo: <www.telecentros.sp.gov.br>
Sampa.org: <www.sampa.org>
Somos@Telecentros: <http://www.tele-centros.org/>
UNESCO – Internet Rights Fórum: <www.foruminternet.org>
RITS (Rede de Informações do Terceiro Setor): <www.rits.org.br>
Comitê Gestor da Internet Brasil – <www.cg.org.br>
Ministério da Ciência e Tecnologia – <www.mct.gov.br>

Segurança pública: determinação de identidade genética pelo DNA

Sérgio D. J. Pena[*]

Introdução

Do ponto de vista social, a determinação de identidade genética pelo DNA constitui um dos produtos mais revolucionários da moderna genética molecular humana. Em menos de 20 anos ela tornou-se uma ferramenta indispensável em investigação criminal.

Evidências biológicas (manchas de sangue, sêmen, cabelos, etc.) são freqüentemente encontradas em cenas de crimes. O DNA pode ser extraído dessas evidências e estudado por técnicas moleculares no laboratório, permitindo a identificação do indivíduo de quem essas evidências se originaram. Obviamente o DNA não pode por si só provar a culpabilidade criminal de uma pessoa ou inocentá-la, mas pode estabelecer uma conexão irrefutável entre essa pessoa e a cena do crime. Atualmente os resultados da determinação de identificação genética pelo DNA já são rotineiramente aceitos em processos judiciais em todo o mundo (Lynch, 2003; Walsh, 2004).

Neste artigo pretendemos revisar de maneira breve a evolução da determinação de identidade genética até se tornar hoje, dentro do complexo ambiente do sistema criminal da justiça, um procedimento robusto, sensível, muito informativo e altamente objetivo. Três fases podem ser discernidas nesta evolução: uma fase inicial na qual a metodologia predominante era o uso das sondas de DNA; uma segunda fase em que os procedimentos laboratoriais foram simplificados e tornados muito mais sensíveis pela

[*] Sérgio D.J. Pena é presidente do Núcleo de Genética Médica de Minas Gerais (GENE) e professor titular do Departamento de Bioquímica e Imunologia da Universidade Federal de Minas Gerais.

utilização da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR); e uma terceira fase na qual houve amadurecimento de todo o processo, com padronização do tratamento estatístico dos dados e introdução dos bancos de perfis genéticos de criminosos. Revisaremos a contribuição de grupos brasileiros para as duas primeiras fases e tentaremos delinear uma agenda para a entrada do Brasil na terceira fase, em que a determinação de identidade genética pelo DNA se tornará uma aliada indispensável da justiça e uma poderosa ferramenta de segurança pública.

Aplicações

A determinação de identidade genética pelo DNA é uma técnica muito superior a todas as técnicas preexistentes de medicina forense, inclusive às impressões digitais clássicas. O DNA pode ser encontrado em todos os fluidos e tecidos biológicos humanos. Além disso, os estudos dos polimorfismos de DNA (regiões do genoma nas quais existem variações entre pessoas sadias) nos permitem construir um perfil genético absolutamente indivíduo-específico. Ao contrário das proteínas, quantidades ínfimas de DNA podem ser amplificadas bilhões de vezes por meio da reação em cadeia da polimerase. Finalmente, características moldadas ao longo da história evolutiva dos seres vivos adaptaram o DNA para ser uma molécula informacional com baixíssima reatividade química e grande resistência à degradação. Essa robustez da molécula de DNA, conjuntamente com o fato de que ela contém informação digital (ao contrário da informação analógica das proteínas) fazem com que o DNA seja ideal como uma fonte de identificação resistente à passagem do tempo e às agressões ambientais freqüentemente encontradas em cenas de crime. Como mencionado por Weedn e colaboradores (1996), a determinação de identidade genética pelo DNA pode ser usada para demonstrar a culpabilidade dos criminosos, exonerar os inocentes, identificar corpos e restos humanos em desastres aéreos e campos de batalha, determinar paternidade com confiabilidade praticamente absoluta, elucidar trocas de bebês em berçários e detectar substituições e erros de rotulação em laboratórios de patologia clínica.

Como mencionado acima, nos testes de determinação de identidade genética pelo DNA são estudadas regiões genômicas em que há variação entre pessoas normais. Essas regiões são chamadas de "polimorfismos de DNA" ou "marcadores de DNA". Nos últimos anos foram desenvolvidas

diversas técnicas para estudo de diferentes tipos de polimorfismos de DNA, formando assim um verdadeiro cardápio, no qual os cientistas e laboratórios podem escolher o método mais adequado para solucionar o problema em mãos (Pena et al., 1995). Aliás, por isto, a expressão correta é "teste em DNA" e não "teste de DNA".

O método mais usado hoje em dia é o estudo de regiões repetitivas de DNA chamadas de minissatélites e microssatélites (Pena e Jeffreys, 1993; Pena e Chakraborty, 1994). A chave da diversidade nessas regiões é que o número de repetições varia entre indivíduos e pode ser estudado com sondas de DNA ou com a chamada Reação em Cadeia da Polimerase (PCR). Entraremos em maiores detalhes metodológicos mais abaixo. Mais recentemente os abundantes polimorfismos de base única ("SNPs"; Hinds et al., 2005) e os polimorfismos de inserção/deleção ("Indels"; Weber et al., 2002) têm emergido como possíveis alternativas. Mais abaixo neste texto, discutiremos também a utilidade potencial dos Indels como novas ferramentas moleculares em criminalística.

METODOLOGIA CIENTÍFICA

PRIMEIRA FASE – MINISSATÉLITES ESTUDADOS COM AS SONDAS MULTILOCAIS

Os locos mais variáveis do genoma humano são os minissatélites (Pena e Jeffreys, 1993). Em 1985, Jeffreys e colaboradores, na Inglaterra, foram os primeiros a mostrar que algumas sondas especiais (sondas multilocais) eram capazes de reconhecer simultaneamente diversas regiões de minissatélites, produzindo padrões de bandas complexos e específicos para cada indivíduo, que foram chamados de "Impressões Digitais de DNA". No Brasil, a metodologia das impressões digitais de DNA foi introduzida em 1988 pelo nosso grupo de pesquisa na UFMG, usando uma metodologia não-isotópica com a sonda multilocal M13 (Medeiros et al., 1988). Depois, outras sondas multilocais foram descritas, incluindo a F10 (Pena et al., 1990), DNF24 (Ip et al., 1989) e $(CA)_n$ que passaram a ser utilizadas nas perícias médicas pelo DNA no Núcleo de Genética Médica (GENE). O parâmetro básico de eficiência metodológica em determinação de identidade genética pelo DNA é a chamada probabilidade média de identidade genética (em inglês, *average match probability*), que é a probabilidade que dois indivíduos ao acaso da população apresentem um perfil genético idêntico com os marcadores testados. A sonda F10,

originalmente desenvolvida por nós (Pena et al., 1990) sozinha permite uma probabilidade média de identidade genética de 4,4 X 10^{-10}, ou seja, 0,00000000044 (Pena et al., 1990). Como existem apenas 5 bilhões de pessoas na terra (5 X 10^{9}), a sonda F10 sozinha deve ser capaz de distinguir entre duas pessoas quaisquer da terra, com exceção de gêmeos monozigóticos. A associação da F10 com outra sonda multilocal [DNF24 ou $(CA)_n$] fornece uma probabilidade média de identidade genética da ordem de 10^{-14}!

Segunda fase – Microssatélites estudados com a reação em cadeia da polimerase (PCR)

O desenvolvimento na segunda metade da década de 80 do poderoso método de amplificação molecular chamado Reação em Cadeia da Polimerase (PCR; revisado por Mullis, 1990) abriu as portas para o estudo dos microssatélites (Pena e Jeffreys, 1993). O uso da metodologia de PCR no laboratório tem duas vantagens distintas: 1) a identificação dos alelos é simples; 2) a sensibilidade é elevada, permitindo que o exame seja feito com quantidades mínimas de DNA genômico, mesmo em avançado estado de degradação. Assim a metodologia da PCR tornou possível fazer a determinação de identidade genética pelo DNA em situações anteriormente impossíveis, como por exemplo, utilizando fios de cabelos sem bulbo, fragmentos de unhas, goma de mascar, filtros de cigarros e mesmo a saliva usada para colar selos ou fechar envelopes. A principal desvantagem da PCR é que a técnica está limitada ao estudo de regiões genéticas pequenas (com poucas repetições), relativamente menos informativas para identificação (Pena e Jeffreys, 1993). Além disso, devido à sua alta sensibilidade a PCR é suscetível a contaminação, o que exige cuidados especiais no laboratório.

Os primeiros relatos da utilização da PCR para estudo de microssatélites com unidades de repetição [$(CA)_n$] foram feitos em 1989 por Tautz et al. (1989) na Alemanha e por Weber e May (1989) e Litt e Luty (1989) nos Estados Unidos. Logo ficou evidente que esses microssatélites exibiam dificuldades de tipagem, pela proximidade dos diferentes alelos (apenas dois pares de base de diferença) e pelo fato de que na PCR eram consistentemente geradas pequenas "bandas fantasma" por causa de deslizamento das fitas do DNA durante a síntese. Ambos os problemas podiam ser solucionados pelo uso de microssatélites com unidades de repetição maiores, especialmente de quatro bases, os microssatélites de

tetranucleotídeos. Os primeiros sucessos foram de Yandell e Dryja em 1989 com um microssatélite de repetição $(CTTT)_n$ e em 1990 por Peake et al. com um microssatélite $(GATA)_n$ no gene do fator de vonWillebrandt. A partir de 1991 o grupo de C.T. Caskey no Baylor College of Medicine em Houston descreveu em artigos sucessivos um grande número de locos de microssatélite de trinucleotídeos e tetranucleotídeos que passaram a ser usados freqüentemente em identificação humana e determinação de paternidade (Edwards et al., 1991; Edwards et al., 1992; Alford et al., 1994). Vários desses locos foram mais tarde escolhidos pelo FBI para obter e arquivar perfis genéticos de criminosos (ver abaixo).

Dois desenvolvimentos técnicos relacionados facilitaram muito a aplicabilidade dos microssatélites em criminalística e determinação de paternidade. O primeiro foi o aperfeiçoamento, estimulado pelo Projeto Genoma Humano, dos seqüenciadores automáticos fluorescentes de DNA, que proporcionam alta resolução na análise dos microssatélites (Figura 1). O segundo, foi a idéia de usar vários microssatélites de tamanhos diferentes em uma mesma amplificação da PCR e uma única corrida eletroforética, geralmente em um seqüenciador automático fluorescente de DNA, uma técnica que ficou conhecida como análise multiplex.

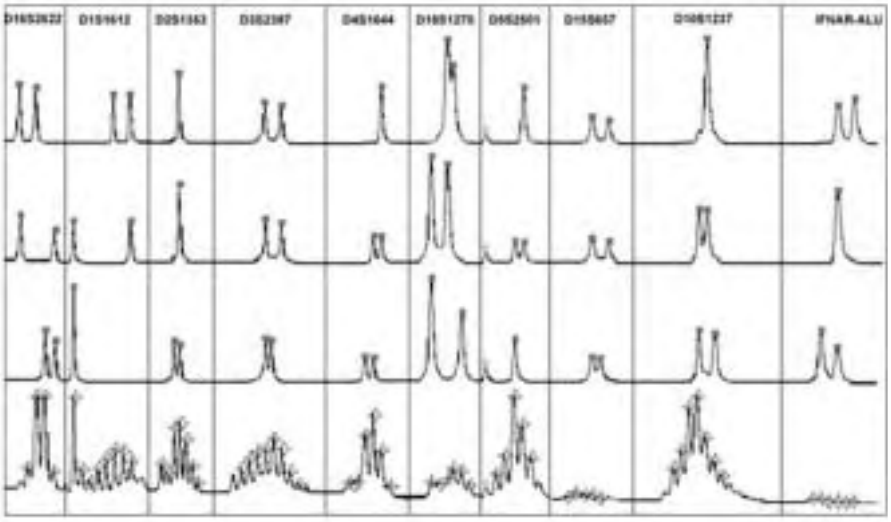


Figura 1. Multiplex ALF10: Análise simultânea de dez locos de microssatélites em uma única reação de PCR e uma única corrida eletroforética em um seqüenciador automático ALF-Express. Dados do GENE – Núcleo de Genética Médica.

A análise multiplex é uma conseqüência natural do estudo de microssatélites e é difícil estabelecer quando ela foi utilizada pela primeira vez. No Núcleo de Genética Médica temos rotineiramente usado amplificação multiplex desde 1994, usando seqüenciadores automáticos fluorescentes de DNA (ALF-Express, Amersham Biosciences). O primeiro multiplex que desenvolvemos foi chamado de ALF10 e permite a amplificação simultânea de dez microssatélites (nove tetranucleotídeos e um trinucleotídeo) em uma única reação de PCR e corrida eletroforética no ALF-Express (Figura1; Pena, 1999). Este multiplex sozinho fornece uma probabilidade média de identidade genética de 3×10^{-13}, ou seja, ele é suficiente para individualizar qualquer indivíduo na terra. Além do ALF10, o GENE desenvolveu sete outros sistemas multiplex, tendo a possibilidade de estudar até 50 locos de microssatélites.

Terceira fase – Amadurecimento, padronização e criação de bancos de perfis genéticos de criminosos

A terceira fase envolveu um aumento na sofisticação das análises, uma padronização em torno de um conjunto de locos de microssatélites e principalmente a criação de bancos de dados. Criou-se um consenso internacional na maneira pela qual os dados de identificação criminal deveriam ser analisados estatisticamente, houve padronização de rotinas para coletas de amostras biológicas em cenas de crimes e ocorreu um aumento significativo de sofisticação na metodologia de extração de DNA, mesmo de espécimes altamente degradados.

O primeiro banco de dados de perfis genéticos de criminosos foi criado na Inglaterra, mas sem dúvida o banco mais importante, criado pelo FBI nos Estados Unidos, é o Sistema de Índice de DNA Combinado "Combined DNA Index System" (CODIS); <http://www.fbi.gov/hq/lab/codis/index1.htm>. O CODIS começou como um projeto piloto em 1990 e ganhou impulso com o "DNA Identification Act" de 1994, que deu ao FBI a autoridade de estabelecer um banco de dados em nível nacional para fins de investigação criminal. O sistema é estruturado em laboratórios estaduais com uma coordenação central. Existem dois arquivos diferentes de perfis genéticos com objetivos complementares. O "Índice Forense" ("Forensic Index") contém atualmente 96.473 perfis genéticos obtidos a partir de cenas de crimes. O "Índice de Criminosos" ("Offender Index")

contém 2.072.513 perfis genéticos de criminosos condenados por crimes sexuais e outros crimes violentos. Até dezembro de 2004 o CODIS havia permitido 19 mil identificações de suspeitos, demonstrando sua grande utilidade.

Na tipagem dos perfis genéticos do CODIS o FBI escolheu treze locos de microssatélites localizados em cromossomos humanos diferentes, que são: CSF1PO, FGA, TH01, TPOX, VWA, D3S1358, D5S818, D7S820, D8S1179, D13S317, D16S539, D18S51 e D21S11 (Budowle e Moretti, 1999). Esses treze locos são absolutamente individualizantes (com exceção de gêmeos monozigóticos, é claro) e proporcionam baixíssimas probabilidades médias de identidade genética. Embora vários desses locos não apresentem características ideais, a escolha deles pelo FBI tornou-os praticamente padrão nos bancos de perfis de criminosos e em laboratórios forenses em todo o mundo. Duas empresas americanas, a Promega Corporation e a Perkin Elmer-Applied Biosystems lançaram no mercado *kits* de PCR multiplex fluorescentes contendo esses locos. A Promega Corporation tem nos Estados Unidos um pedido de patente de sistemas multiplex envolvendo os 13 locos escolhidos pelo CODIS e uma versão deste pedido está sendo analisada no Brasil pelo INPI (PI 9915597-4). Assim, caso o Brasil opte por usar esses mesmos locos em um banco nacional de perfis genéticos terá certamente de pagar custos significativos envolvendo propriedade industrial.

Novos Marcadores de Polimorfismos – SNPs e Indels

Além dos minissatélites e microssatélites há dois grandes grupos de polimorfismos no genoma humano: os polimorfismos com base na substituição de nucleotídeos únicos (SNPs) e os polimorfismos de inserção ou deleção de um ou mais nucleotídeos (polimorfismos de inserção-deleção; Indels). Ambos os polimorfismos apresentam a grande vantagem de que podem ser estudados em produtos de amplificação muito curtos (50 pares de base ou menos) e assim apresentam distintas vantagens sobre os microssatélites no estudo de DNA extremamente degradado (como é o caso de cadáveres em estado muito avançado de decomposição ou carbonizados).

Os mais abundantes e os melhor estudados desse grupo são os SNPs – mais de 10 milhões já foram identificados e mapeados no genoma humano

(ver <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/SNP/>; Hinds et al., 2005). Recentemente várias publicações têm analisado a possibilidade de que SNPs (e Indels) possam vir a substituir os microssatélites no bancos de dados de criminosos (Budowle, 2004; Gill et al., 2004). A opinião é que essa possibilidade é remota, porque embora esses novos polimorfismos possam oferecer algumas vantagens, os bancos de dados já foram montados com microssatélites. Também, a tipagem dos SNPs é relativamente complexa. Por outro lado, os Indels são muito mais fáceis de serem tipados porque os alelos diferem em tamanho.

Em 2002 Weber e cols. identificaram e caracterizaram 2000 polimorfismos bialélicos de inserção-deleção (Indels) no genoma humano. A partir desses dados, a equipe do Núcleo de Genética Médica (GENE) identificou um conjunto de 40 Indels que atendia às seguintes especificações:

- Tamanho de amplicons diferentes, permitindo detecção multiplex.

- Freqüências alélicas em europeus próximas de 50% para maximizar heterozigosidade/informatividade.

- Localização em diferentes regiões físicas do genoma humano.

Houve excelente sucesso na tipagem dos 40 alelos em apenas quatro reações de PCR e quatro corridas eletroforéticas em um seqüenciador ALF-Express (Figura 2). Em um seqüenciador multicores como o modelo 3700 da Applied Biosystems os 40 Indels poderiam ser analisados em uma única corrida eletroforética. Os locos escolhidos estão distribuídos por todo o genoma humano, sem associação por proximidade, como mostra a Figura 3. A probabilidade medida de identidade genética desta bateria multiplex de Indels, denominada por nós de Multindels, é de apenas 5.07×10^{-17}! A grande adaptabilidade dos Indels para a amplificação de DNA degradado combinada com a facilidade de tipagem e com esse altíssimo poder de descriminação tornam os Multindels uma poderosa plataforma para a determinação de identidade genética pelo DNA.

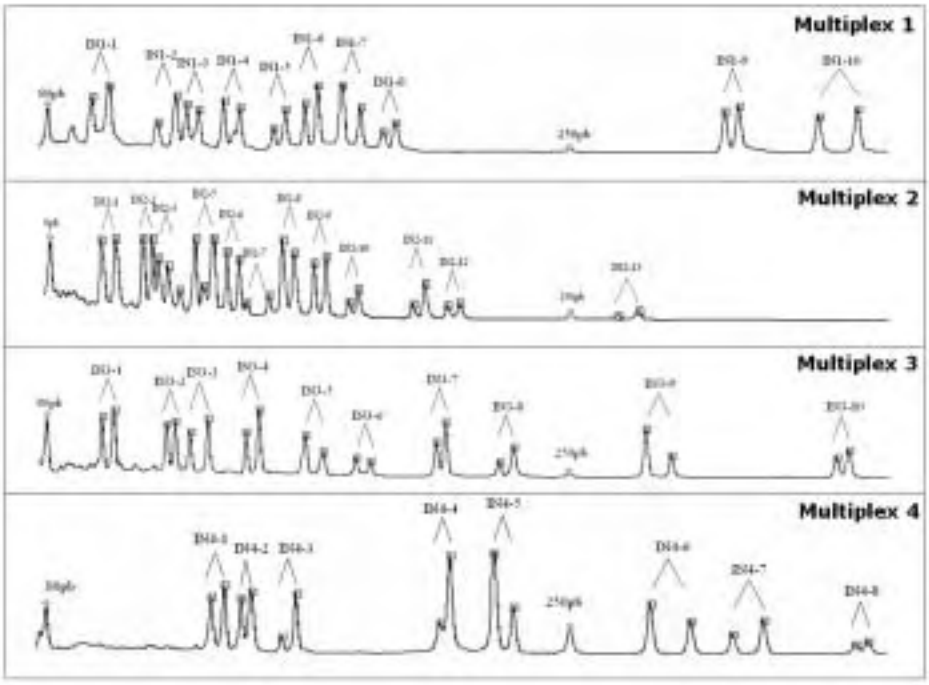


Figura 2. Multindels: Análise de 40 locos de polimorfismos de inserção/deleção em quatro multiplexes. Dados do GENE – Núcleo de Genética Médica.

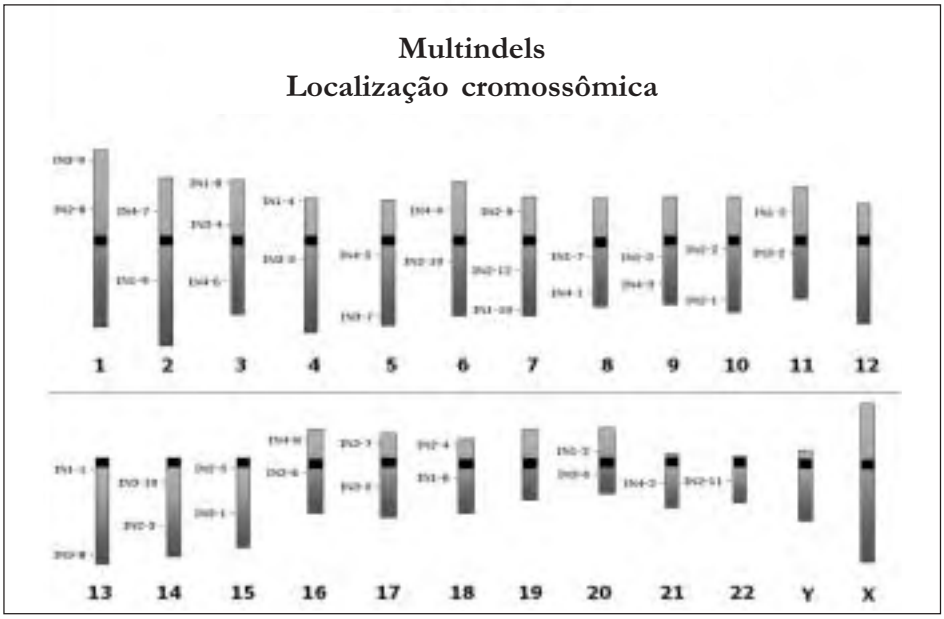


Figura 3. Localização cromossômica dos 40 locos de Indels.

Logística das perícias de determinação de individualidade genética pelo DNA

A aplicação da determinação de individualidade genética pelo DNA tem um logística complexa, pois depende de vários procedimentos concatenados que devem ser executados sem erro (ver Figura 4).

Em primeiro lugar vem a coleta da evidência biológica na cena do crime, cuja importância é fundamental. Para que isso seja feito com sucesso é necessário que a cena não seja contaminada pela própria equipe de investigadores nem pelo público. Toda evidência deve ser apropriadamente catalogada e sua posição original documentada por fotografias (para detalhes, ver Lee et al. 1991). Colhida a evidência, ela deve ser armazenada em local seguro e nas condições apropriadas, com refrigeração caso necessário. Em todos os momentos é necessário documentar quem teve (ou pode ter tido) contato com a evidência – este é o princípio da cadeia de custódia. No famoso julgamento criminal do jogador de futebol americano O. J. Simpson em 1995, a prova do DNA foi desconsiderada pelo júri porque houve falhas na maneira em que a evidência biológica foi tratada <http://www.law.umkc.edu/faculty/projects/ftrials/Simpson/ simpson.htm>.

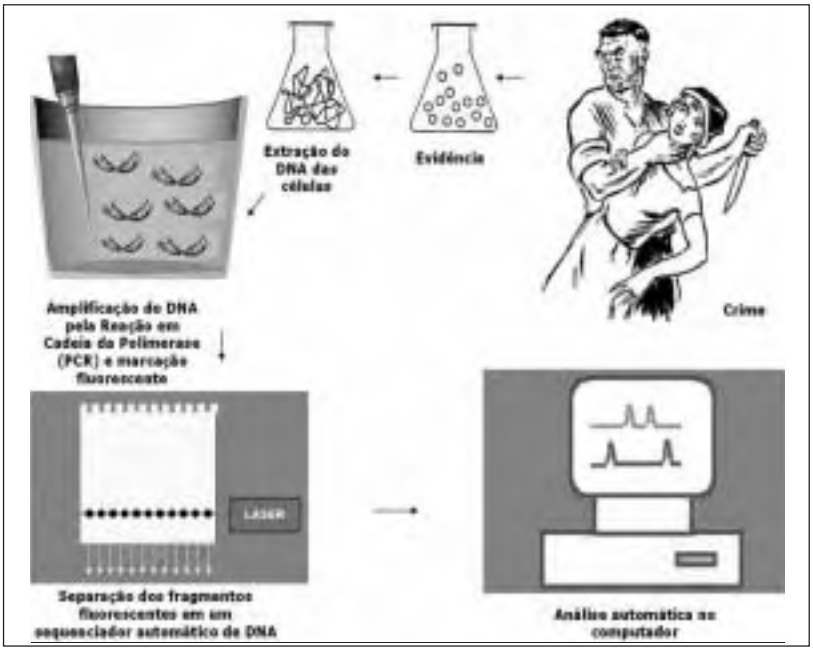


Figura 4. Etapas da aplicação da identificação de individualidade genética pelo DNA em uma investigação criminal.

Um caso muito especial e delicado de coleta da evidência biológica ocorre em estupros. É fundamental que haja hospitais que tenham equipamento e pessoal adequados para obter apropriadamente a evidência de maneira eficiente, ao mesmo tempo respeitando o pudor da vítima e o seu trauma emocional. Mesmo nos Estados Unidos há grande variabilidade na competência dos hospitais para essa coleta o que tem influência da condenação dos criminosos (Chivers, 2000).

No laboratório a evidência biológica é processada para extração do DNA, amplificação pela PCR e tipagem eletroforética. É desnecessário enfatizar a enorme importância de procedimentos bem padronizados e rígido controle de qualidade no laboratório, ao mesmo tempo preservando a integridade da evidência e mantendo a cadeia de custódia.

A terceira etapa é da análise estatística dos dados obtidos. No passado houve intenso debate em torno da melhor maneira de se aplicar os testes estatísticos (ver, por exemplo, Lander, 1989). Hoje já há um consenso sobre a metodologia estatística, que deve ser utilizada com uma lógica rigorosa (National Research Council, 2001; Evett e Weir, 1998).

A quarta etapa é a apresentação dos resultados no julgamento de maneira apropriada para que a evidência de DNA seja aceita como prova e para que o júri e juiz possam avaliar adequadamente o seu poder.

Uma agenda para o Brasil

O Brasil deve estabelecer como uma prioridade nacional a implantação de um programa eficiente de determinação de identidade genética pelo DNA que possa ajudar em investigações criminais e aumentar a segurança pública. Uma agenda para essa implantação deveria envolver pelo menos as seguintes etapas:

- Montar uma rede eficiente de laboratórios de DNA forense.

- Fazer treinamento da polícia para coleta correta da evidência em cenas de crime.

- Fazer treinamento dos profissionais que atendem nas delegacias e nos serviços de urgência médica para que possam providenciar de maneira correta a coleta de evidência de vítimas de estupro.

- Fazer treinamento de juízes de vara criminal e promotores para entenderem os princípios da tipagem de DNA com fins forenses.
- Montar um banco nacional de perfis genéticos similar ao CODIS.

Um item de grande importância é a logística da criação do banco nacional de perfis de criminosos, especialmente no que tange à metodologia que deve ser usada para a sua obtenção. Não cremos que o Brasil deva automaticamente copiar a metodologia usada no CODIS. Afinal, a compatibilidade com bancos de dados internacionais é importante, mas na vasta maioria das vezes a utilidade do banco é interna e crimes internacionais não devem ter tanto peso nas decisões. Deve ser lembrado que a decisão metodológica é praticamente irreversível, pois após a criação do banco de dados, os custos de qualquer mudança são muito grandes.

Acreditamos que deve ser montado um comitê envolvendo o Ministério de Justiça, o Ministério da Ciência e Tecnologia e a Academia Brasileira de Ciências para fazer esta tomada de decisão. Devem ser levados em conta a eficiência da informação fornecida pela metodologia de tipagem, a facilidade da tipagem e o custo, incluindo considerações quanto à propriedade intelectual. O processo deve ser absolutamente transparente, incluindo licitações e ampla consulta. Em nossa opinião, a tecnologia brasileira deve ser privilegiada, desde que não haja sacrifício da qualidade e eficiência. Afinal, como costumava dizer Gilberto Freyre, problemas brasileiros demandam soluções brasileiras.

Referências

ALFORD R. L. et al. Rapid and efficient resolution of parentage by amplification of short tandem repeats. *Am. J. Hum. Genet.*, n. 55, p.190-5, 1994.

BUDOWLE B.; MORETTI, T. R. Forensics: analysis of short tandem repeat loci by multiplex PCR and real-time fluorescent detection during capillary electrophoresis. In: EPPLEN, J. T.; LUBJUHN, T. (Ed.). *DNA profiling and DNA fingerprint.* Basiléia, Switzerland: Birkhäuser, 1999. p. 101-115.

_____. SNP typing strategies. *Forensic Sci. Int.*, n. 146, p. 139-142, 2004. Supplement S.

CHIVERS, C. J. In sex crimes, evidence depends on game of chance in hospitals. *New York Times*, New York, Aug. 6, 2000.

EDWARDS, A. et al. DNA typing and genetic mapping with trimeric and tetrameric tandem repeats. *Am. J. Hum. Genet.*, n. 49, p. 746-756, 1991.

_____. Genetic variation at five trimeric and tetrameric tandem repeat loci in four human population groups. *Genomics*, n. 12, p. 241-253, 1992.

EVETT, I. W.; WEIR, B. S. *Interpreting DNA evidence*: statistical genetics for forensic scientists. Sunderland, MA: Sinauer, 1998. 277 p.

GILL, P. et al. An assessment of whether SNPs will replace STRs in national DNA databases – joint considerations of the DNA working group of the European Network of Forensic Science Institutes and the Scientific Working Group on DNA Analysis Methods. *Sci. Justice*, n. 44, p. 44-51,53, 2004.

HINDS, D. A. et al. Whole-genome patterns of common DNA variation in three human populations. *Science*, n. 307, p. 1072-1079, 2005.

IP, N. Y. Discovery of a novel multilocus DNA polymorphism [DNF24]. *Nucleic Acids Res.*, n. 17, p. 4427, 1989.

JEFFREYS, A. J.; WILSON V.; THEIN, S. L. Hypervariable 'minisatellite' regions in human DNA. *Nature*, n. 314, p. 67-73, 1985.

LANDER, E. S. DNA fingerprinting on trial. *Nature*, n. 339, p. 501-505, 1989.

LEE, H. C. et al. Guidelines for the collection and preservation of DNA evidence. *J. Forensic Ident.*, n. 41, p. 344-355, 1991.

LYNCH, M. God's signature: DNA profiling, the new gold standard in forensic science. *Endeavour.*, n. 27, p. 93-97, 2003.

MEDEIROS, A. C.; MACEDO A. M.; PENA, S. D. A simple non-isotopic method for DNA fingerprinting with M13 phage. *Nucleic Acids Res.*, n. 16, p. 10394, 1988.

MULLIS, K. B. The unusual origin of the polymerase chain reaction. *Sci. Am.*, v. 262, n. 4, p. 56-61, 1990.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. A avaliação do DNA como prova forense. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC, 2001. 283 p.

PENA, S. D. J. Pitfalls of paternity testing based solely on PCR typing of minisatellites and microsatellites. *Am. J. Hum. Genet.*, n. 56, p.1503-1504, 1995.

_____. Single-tube single-colour multiplex PCR amplification of ten polymorphic microsatellites (ALF10): a new powerful tool for DNA profiling. *Pure Appl. Chem.*, n.71, p. 1683-1690, 1999.

_____; CHABRABORTY, R. Paternity testing in the DNA era. *Trends Genet.*, n. 10, p. 204-209, 1994.

_____; JEFFREYS A. J. Breve introdução às impressões digitais de DNA. *Revista Brasileira de Genética*, n. 16, p. 857-879, 1993.

_____; MACEDO, A. M. et al. F10 the gene for the glycine-rich major eggshell protein of *Schistosoma mansoni* recognizes a family of hypervariable minisatellites in the human genome. *Nucleic Acids Res.*, n.18, p. 7466, 1990.

_____; PRADO, V. F.; EPPLEN, J. T. DNA diagnosis of human genetic individuality. *J. Mol. Med.*, n. 73, p. 555-564, 1995.

WALSH, S. J. Recent advances in forensic genetics. *Expert Rev. Mol. Diagn.*, n. 4, p. 31-40, 2004.

WEBER, J. L. et al. Human diallelic insertion/deletion polymorphisms. *Am. J. Hum. Genet.*, n. 71, p. 854-862, 2002.

WEEDN, V. W.; ROGERS, G. S; HENRY, B. E. DNA testing in the forensic laboratory. *Lab. Medicine*, p. 484-489, 1998.

Como usar C,T&I para promover a inclusão social? Políticas públicas: transporte urbano

Silvana Zioni[*]

Como desenvolver C,T&I em transporte urbano de modo a promover inclusão social? Quais novidades ou aperfeiçoamentos podem ocorrer no setor de transporte urbano de modo a fazer frente ao atual quadro de crise, em que tarifas crescentes, oferta inadequada às necessidades dos usuários, falta de investimentos para atender a elevada demanda de infra-estrutura, são apontados como agravantes do ambiente institucional e regulatório carentes de modernização[1]?

A noção mais recorrente de modernização, entre nós, é a de transformações de técnicas, sem que relações sociais e econômicas sejam necessariamente alteradas (Dowbor, 2002). A aludida modernização da organização institucional do transporte pressupõe transformações nas relações políticas, econômicas e sociais da produção e gestão do transporte urbano, o que faz supor que formas inovadoras de produção e gestão dos transportes implicam práticas políticas inovadoras.

Inovar no cenário atual do transporte público será então traduzido tanto pela efetivação do planejamento e desenvolvimento do transporte por meio da ampliação de níveis de investimentos no setor – preferivelmente com inovação tecnológica –; quanto pela articulação da aplicação desses investimentos na geração e distribuição de renda e no desenvolvimento institucional. À efetivação dessas ações correspondem a implementação de

[*] Silvana Zioni é professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

[1] Ipea/Ministério das Cidades – Regulação econômica e organização dos serviços de transporte público urbano em cidades brasileiras: estudos de caso: Relatório final/coordenação: Alexandre de Ávila Gomide. – Brasília: Ipea/Ministério das Cidades, 2004.

estratégias operacionais adequadas, a formação de capacidade de gestão dos agentes públicos e privados e a constituição de um quadro institucional favorável a políticas urbanas integradas.

O exercício aqui proposto é o da atividade prospectiva – tentar identificar e compreender quais forças tem maior significado para a formulação de políticas de transporte capazes de promover mudanças técnicas e da organização de sistemas que implicam a melhoria dos serviços de transportes urbanos.

Assim, vamos buscar caracterizar o contexto da crise de transportes de modo a identificar as principais condicionantes tecnológicas, socioeconômicas e institucionais que atuam no setor, traduzindo oportunidades ou necessidades de inovação tecnológicos e institucionais associadas aos transportes.

Para tanto, uma reflexão sobre o quadro atual do transporte urbano no Brasil e a análise de manifestos recentes de atores com destaque no setor, representados por organizações dos setores empresariais, instituições públicas e agentes financeiros, ajudam a buscar uma agenda de prioridades. Será, assim, uma tentativa de selecionar ou recomendar as principais questões que, sob o prisma do transporte urbano, venham contribuir para a construção do Plano Plurianual de Investimentos do CT – Transportes.

Alguns pressupostos, que se revelam de consenso, podem ser afirmados na consideração do contexto de crise do transporte urbano. A manutenção do modelo de urbanização brasileira mostra a crescente importância econômica da cidade; os impactos da transformação produtiva – inovações tecnológicas, processo de terceirização, a redução relativa de mão-de-obra do setor industrial – nas cidades também reforçam a presença e importância dos serviços e atividades cujos padrões de atração de viagens e fluxos se modificam. A produção de estruturas, edificações, empreendimentos e infra-estrutura implicaram novas relações entre localizações e formas de organização espacial do território que, nas últimas décadas, ocorreram sob menor influência da regulação ou intervenção pública. Esses processos socioespaciais, além de demonstrar o avanço político e crescimento da importância do mercado sobre a gestão pública, foram acompanhados pela intensificação de processos de segregação espacial e desigualdade social no acesso e consumo das oportunidades urbanas.

A repercussão desse processo nas condições de deslocamento da população e da circulação urbana configura o quadro crítico que a função transporte atingiu. Evidência também de que, não só as formas e modos de deslocamento, mas também os espaços e equipamentos de circulação passam a ser definidos conforme a renda da população e, portanto conforme territórios onde os padrões de acessibilidade são mais diferenciados. Concorrem para isso, tanto a precarização das relações de trabalho e o crescimento de atividades informais, quanto a motorização crescente, combinados com o declínio dos transportes públicos. Estes são fatores de prejuízo das condições de mobilidade urbana e de comprometimento da qualidade de vida e da eficiência da economia das grandes cidades. As implicações desses fatores como barreiras à inclusão social são, portanto, flagrantes, porém, nem sempre evidenciadas nas definições de políticas públicas e setoriais.

Na perspectiva atual é a partir do novo marco institucional do transporte urbano – Política Nacional para a Mobilidade Urbana Sustentável – que se pretende alinhar os principais aspectos para a ampliação do conceito função transporte – de eficiência e sustentabilidade – para abranger também o conceito da inclusão social que se faz necessária frente a contexto descrito, para o desenvolvimento de pesquisa e inovação.

Além dos princípios de eficiência e sustentabilidade da função transporte, expressos na compatibilização da oferta e demanda, na integração de diferentes modalidades de transporte, na melhoria do desempenho dos sistemas de transporte público e de circulação e tráfego urbano, que já são consagrados como elementos de avaliação para o desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação no setor, busca-se selecionar outros critérios de avaliação.

Os novos princípios políticos que consideram a integração das políticas de transporte com as de desenvolvimento urbano; a redução das tarifas, a valorização dos meios de transporte não-motorizados, e a restrição ao uso do transporte individual apóiam-se nos aspectos de caráter regulatório e de gestão, ou mesmo o fortalecimento institucional, considerando as formas de gestão participativa e a delimitação de territórios além dos limites de administração local poderiam ser, assim, selecionados.

---

[2] Estatuto da Cidade (Lei 10.257 / 2001).

Os avanços possíveis a partir do novo marco institucional do desenvolvimento urbano[2] podem ser representados pela organização de novas instâncias de debate e de formulação de princípios para as políticas públicas. Por um lado, isso implica a transformação de relações e parcerias entre os atores identificados tradicionalmente no setor de transportes, e por outro lado, indica a necessidade de articulação ou coordenação de uma base de referências para os processos e relações de negociação ou conflito.

O desenvolvimento de C,T&I poderia priorizar os métodos e procedimentos que favoreçam e orientem o desenvolvimento da capacidade de regulação e gestão. Capacidade a ser desenvolvida junto às instâncias públicas, para a regulação dos serviços de transporte público urbano ou para institucionalização da gestão integrada dos serviços nas áreas metropolitanas, e junto aos diferentes atores sociais e institucionais, para que se explicitem as condições de produção e acesso aos serviços de transporte, para que se obtenha a prática da avaliação das políticas públicas e do controle social da gestão de recursos.

Assim mesmo, a produtividade e desenvolvimento do setor de transporte urbano, com vistas à inclusão social, não estaria prescindindo de aportes de investimentos suficientes para a transformação técnica do atual padrão de mobilidade urbana. Pretende-se, portanto, reafirmar as estratégias do Fundo Setorial de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor de Transportes Terrestres e Hidroviários, mas enfatizar outros temas prioritários.

Contexto atual do transporte urbano

A crise do desenvolvimento nacional se revela, também, na crescente crise do transporte público urbano, que assume especial problemática nas grandes cidades e metrópoles. Alguns aspectos são mais expressivos do atual contexto e estão destacados por sua vinculação mais estreita aos condicionantes sociais, econômicos, institucionais, políticos e tecnológicos para seu enfrentamento:

I. Descompasso entre custo do transporte e capacidade de pagamento do usuário, predominantemente, população trabalhadora de baixa renda, o

que resulta no círculo vicioso de tendente queda de demanda e aumento dos custos.

II. Barreiras ao acesso ao serviço público de transporte, demonstradas pelo aumento de viagens a pé indicam a crescente exclusão da população às oportunidades urbanas, e a conseqüente intensificação da segregação espacial urbana.

III. Disputa entre modos de transporte e sistemas de mobilidade no espaço viário e conflito entre atores e classes sociais pelo domínio do espaço público.

IV. Externalidades crescentes, principalmente aquelas produzidas pelo transporte individual e que não são compensadas pelos usuários do modo auto, oneram os custos gerais de urbanização.

V. Organização do setor de transporte segundo processos de concentração de grupos empresariais e de informalidade e improvisação da oferta de serviços indica a fragilidade do quadro institucional de regulação econômica da atividade.

VI. Perspectiva ainda incerta quanto a possíveis ganhos de investimentos e avanços de regulação permitidos pelo quadro institucional e novos instrumentos urbanísticos.

VII. Financiamento dos sistemas de transporte dependentes ou restritos a recursos tarifários.

VIII. Inovações tecnológicas e de gestão do setor limitadas e restritas a objetivos operacionais.

IX. Coordenação institucional falha entre níveis de poder afeta a organização dos sistemas nas aglomerações urbanas, e principalmente nas regiões metropolitanas.

Frente a esse quadro – onde todos parecem perder, mais ou menos – , faz sentido o consenso formado entre diferentes atores sociais e institucionais em torno dos principais objetivos políticos para a mobilidade sustentável. Este conceito se baseia na promoção da cidadania e da inclusão

social por meio da universalização do acesso aos serviços públicos de transporte coletivo e do aumento da mobilidade urbana; promoção do aperfeiçoamento institucional, regulatório e da gestão do setor de transportes; e coordenação de ações para a integração das políticas da mobilidade e destas com as demais políticas de desenvolvimento urbano e de proteção ao meio ambiente. O consenso referido está declarado em documentos de entidades representantes do setor empresarial e público, de agências de financiamento, como também, nas experiências de parcerias institucionais para o desenvolvimento de estudos e pesquisas que têm o setor de transportes urbanos em pauta[3]. Entre os exemplos de manifestações de consenso em torno da promoção de uma política de mobilidade urbana sustentável aponta-se:

a) Movimento Nacional pelo Direito ao Transporte Público de Qualidade para Todos, formado por entidades sociais, empresariais, instituições públicas, pretende que o transporte público ocupe um destaque especial na agenda social e econômica nacional. Estrutura suas propostas pelos direitos sociais à mobilidade, pela viabilização econômica dos serviços, pelo tratamento prioritário aos sistemas públicos e pelo desenvolvimento tecnológico e sustentável do transporte público.

b) Sistema Redes, de iniciativa da Associação Nacional das Empresas de transportes Urbanos – NTU, a organização de uma base de informações e de referências técnicas para dar suporte a atividades de planejamento, implantação e operação de redes de transportes públicos, contribuindo no desenvolvimento de resultados frente aos problemas próprios dos serviços de transporte urbano. Estes se definem em temas como aspectos estratégicos, redes e sistemas, operação de redes, aspectos econômicos e financeiros dos serviços e aspectos organizacionais e mercadológicos do setor. Apesar das redes aí referidas são as técnicas, o sistema inova na montagem de um sistema em rede informacional, de acesso facilitado aos diversos atores do transporte urbano.

[3] Entre as diversas referências, citam-se o Movimento Nacional pelo Direito ao Transporte Público de Qualidade para Todos <http://www.antp.org.br/mdt>; o Sistema Redes <http://www.ntu.org.br>, as pesquisas elaboradas em convênios como o Projeto Sistema de Informações <http://www.antp.org.br>.

c) Projeto Sistema de Informação – está sendo elaborado pela Associação Nacional de Transporte Público (ANTP) com o apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social e o Ministério das Cidades. Alinha-se a uma diretriz internacional, conforme a União Internacional de Transporte Público, de construir avaliações das condições de circulação e transporte de pessoas e mercadorias de forma integrada e comparativa. A base de análise dessas avaliações são os indicadores de oferta de sistemas de circulação e transporte, de custos sociais e externalidades negativas. Os temas avaliados são uso do solo, mobilidade, eqüidade, economia, energia, meio ambiente, recursos humanos, devem permitir a formulação de indicadores de desenvolvimento do transporte ou de qualidade da mobilidade.

Esse consenso encontra ressonância também em manifestação do Banco Mundial[4] sobre o que é considerado um paradoxo estratégico do setor de transporte urbano – demanda em excesso e oferta inadequadamente financiada – que não deverá ser superado apenas com medidas de ordem técnica, ou apenas com melhorias na eficiência operacional do trânsito e transportes.

"Mas isso não será suficiente devido a três características que distinguem o transporte da maior parte dos demais serviços urbanos, a saber: a) o dualismo infra-estrutura / operação; b) a não integração dos modos de transporte que interagem entre si; e c) a desarticulação entre o financiamento e a política de preços relativos à infra-estrutura. Em conseqüência, o que se exige é um pacote integrado que conterá as estratégias de preços da infra-estrutura e do serviço e as políticas de financiamento do sistema de transportes" (Banco Mundial, 2004).

Considerando o contexto de mudança – seja do paradigma técnico-econômico, seja dos modelos de gestão – mas também das novas formas que a cidade assume em processos socioespaciais, também condicionados por inovações tecnológicas dos transportes e de comunicações, considera-se bastante oportuno observar que as condições de inovação e modernização

[4] BANCO MUNDIAL – O paradoxo da estratégia do transporte urbano. Revista dos Transportes Públicos, Ano 27, 4º trimestre, 2004, n º 104. (p. 105 – 120). São Paulo: ANTP, 2004.

[5] MARTINS, M. L. R. – Economia urbana e ambiente construído. In MUSCAR, E. (coord.) *Innovacion y Desarollo en Latinoamerica: nuevas dinâmicas en ciudades y regiones* (p. 21 – 29). Madrid: Cressa-Taibam, 1998.

também devem abranger as condições sociais. Essa é a ênfase a ser dada para o desenvolvimento do transporte urbano no atual contexto.

"No atual contexto da cidade intrinsecamente inserida na economia e vista, por grande parcela da população despossuída como perspectiva de acesso a bens e serviços, a disputa por espaço, em seu território reveste-se de um caráter de disputa social e econômica. Daí a inefetividade das tradicionais formas de controle de uso e ocupação do solo urbano e a evidência da necessidade de tratar questões territoriais como disputa econômica e não simplesmente como ordem e funcionalidade" (Martins, 1997) [5].

O MARCO INSTITUCIONAL DO DESENVOLVIMENTO URBANO

A implementação do Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) pressupôs que as diretrizes de desenvolvimento urbano seriam abrangentes das questões de habitação, saneamento e transportes urbanos, e que no âmbito municipal, o planejamento integrado do transporte urbano seria exigido, principalmente, para cidades com mais de 500 mil habitantes. A nova ordem urbanística passou a contar com instrumentos de indução do desenvolvimento urbano, de regularização fundiária e de democratização da gestão urbana, para alterar os processos excludentes e predatórios que marcam a urbanização brasileira.

A criação, em 2003, do Ministério das Cidades, instância em que se pretende promover a articulação das políticas setoriais e o apoio de um agente financeiro operador de recursos para viabilizar políticas de desenvolvimento urbano, conferiu uma abordagem mais ampla para a função transporte: além do seu papel no desenvolvimento econômico, a mobilidade urbana representa condição de inclusão social. A ampliação e fortalecimento do espaço institucional do desenvolvimento urbano permitiram que as questões do transporte urbano fossem tratadas numa instância de secretaria nacional.

A estruturação da Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana em departamentos responsáveis pela Regulação e Gestão; Cidadania e Inclusão Social e Mobilidade Urbana, alteram a perspectiva das diretrizes políticas federais, no âmbito de atuação do que antes estava restrito a um

grupo executivo. Além de buscar o desempenho eficiente e sustentável dos sistemas de transporte, a SNTMU passa a ter como meta atender a objetivos sociais mais explícitos, como combater as desigualdades sociais e ampliar o acesso da população aos serviços públicos de transporte.

Conforme disposto no Estatuto da Cidade, órgãos colegiados de política urbana foram criados nos níveis federal, estadual e municipal. Eles permitem a gestão democrática da cidade, como também as Conferências da Cidade, instrumento de participação popular na elaboração e avaliação de políticas públicas. O Conselho das Cidades dispõe de um Comitê Técnico de Trânsito, Transporte e Mobilidade Sustentável, composto por representantes de entidades públicas e privadas, de representantes de setores produtivos e de trabalhadores, de organizações não-governamentais, de movimentos sociais e de entidades de ensino e universidades.

POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

No âmbito do Conselho das Cidades, o Comitê Técnico de Trânsito, Transporte e Mobilidade Urbana está discutindo os princípios e diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável propostos pela Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (PNMUS), como um documento com "foco na inclusão social e orientada para assegurar o direito de acesso à cidade à população brasileira" (Ministério das Cidades, 2004).

É possível encontrar certa conjugação das atividades de C,T&I com as diretivas propostas em discussão: os macroobjetivos e o objeto da Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável são afirmações da pauta do desenvolvimento e inovação: crescimento, com geração de renda e trabalho, ambientalmente sustentável e o aperfeiçoamento contínuo do marco institucional e legal dos setores ligados à mobilidade. O desenvolvimento tecnológico é, junto com a qualificação da gestão, apontado como objetivo dessa política.

As diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável são propostas conforme os eixos da 1) cidadania e inclusão social; 2) qualificação da mobilidade sustentável e 3) aperfeiçoamento da gestão e regulação. As mudanças no modelo de remuneração e custeio dos serviços de transporte coletivo e a implementação de formas de controle social das

políticas públicas de transporte, trânsito e acessibilidade são, entre os fatores de cidadania e inclusão social propostos para a PNMUS, os que implicam inovações na construção de instrumentos de gestão, que demandam pesquisa e desenvolvimento de conhecimento.

Para a Qualificação da Mobilidade Sustentável concorrem as diretrizes de implementação e viabilização tanto de redes e sistemas estruturais de transportes de grande capacidade, integrados, intermodais; quanto dos sistemas de acessibilidade especial, garantindo os princípios de universalidade do serviço e de acesso à cidade. Para essas diretrizes, as mesmas atividades de C&T que buscam melhoria de desempenho, eficiência e redução de externalidades devem ser conjugadas.

Gerar e difundir conhecimento em C&T é condição para cumprir as diretrizes de Aperfeiçoamento da Gestão e da Regulação dos setores afetos a mobilidade, sendo que, especificamente, o desenvolvimento tecnológico e a adoção de tecnologias apropriadas para os diversos aspectos que são fatores e condicionantes da mobilidade includente são também, destacados como metas da PNMUS. Concorrem a esse eixo de ação as diretrizes de capacitação gerencial e formação de recursos humanos, e a articulação dos recursos institucionais, econômicos, financeiros e administrativos de interesse da mobilidade urbana.

O exame das diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável postas em pauta de discussão pelo Comitê Técnico de Trânsito, Transporte e Mobilidade Urbana e definidas como prioritárias mostra o forte conteúdo econômico e regulatório das medidas propostas:

a. Barateamento das tarifas do transporte coletivo urbano.

b. Priorização do transporte coletivo em relação ao transporte individual.

c. Redução do número de mortos e feridos em acidentes de trânsito.

d. Garantia de acessibilidade para todos no espaço urbano, especialmente para as pessoas com deficiência e aos portadores de restrição à mobilidade.

e. Incentivo à multimodalidade no transporte urbano, rompendo com o "rodoviarismo" exacerbado e incentivando o transporte sobre trilhos, hidroviário, cicloviário e de pedestres.

f. Planejamento e zoneamento do espaço urbano, de forma a aproximar os serviços essenciais do local de moradia, facilitando aos cidadãos o deslocamento não motorizado para esses.

g. Ampliação do controle social sobre as questões de trânsito, transporte e mobilidade urbana.

As medidas de redução de custos das tarifas abrangem um leque de medidas tributárias, políticas especiais de preços de insumos e fontes extra-tarifárias de modo a desonerar os serviços. Tais medidas implicam um *grande pacto* entre os atores públicos e institucionais além de segmentos da sociedade para a cooperação e direcionamento de subsídios dos custos de caráter inclusivo e para sustentar o controle social.

São também medidas de caráter financeiro as propostas para viabilizar a diretriz de priorização do transporte coletivo em relação ao transporte individual: a aplicação de parcelas dos recursos do Contribuição de Intervenção sobre o Domínio Econômico (Cide) destinados a União e Estados e o total dos recursos destinados aos municípios deverá ser feita na forma de investimentos em infra-estrutura para o transporte coletivo urbano. Sendo que estes investimentos realizados pelo setor público sejam retirados do cálculo do superávit primário, excepcionalizando tais investimentos do limite de investimento do setor público.

Para as demais prioridades cabem medidas de gestão e regulamentação, principalmente, mas uma das questões de maior relevância estratégica é a diretriz de ampliação do controle social sobre as questões de transporte, trânsito e mobilidade que vai exigir inovações institucionais e práticas políticas que garantam condições sociais modernas.

AMPLIANDO O SIGNIFICADO DA FUNÇÃO TRANSPORTE URBANO PARA A INOVAÇÃO

Não se trata de mudança do paradigma da C&T, mas de dar ênfase aos aspectos até então não considerados prioritários. As diretrizes para o Fundo de Programas e Projetos de Pesquisa Científica e Desenvolvimento

[6] Ministério da Ciência e Tecnologia – Diretrizes Estratégicas do Fundo Setorial de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor de Transportes Terrestres e Hidroviários. CT-Transportes. Brasília: MCT, 2002.

Tecnológico do Setor de Transportes Terrestres e Hidroviários – CT-Transportes, (Lei nº 9.992/2000) privilegiavam o desenvolvimento da engenharia de transporte, com vistas a: a) melhoria da qualidade, b) redução dos custos dos serviços e c) aumento da competitividade dos modos de transporte de carga e passageiros. Essa definição partia de uma visão do setor de transporte como um sistema de dois componentes – "a oferta de transporte e o objeto de transporte, que pode ser a carga ou o passageiro" – em interação com um ambiente físico e socioeconômico, o que implica a geração de impactos significativos sobre o ambiente.

As diretrizes estratégicas e prioridades no apoio ao desenvolvimento tecnológico dos transportes urbanos, estariam sendo balizadas, principalmente, por "uma visão de gerenciamento da mobilidade de passageiros e cargas, que busca compatibilizar a oferta com a demanda de transportes, integrando diferentes modalidades, contemplando a incorporação adequada, ou o desenvolvimento de novas tecnologias, para melhorar o desempenho do transporte público urbano e disciplinar o tráfego urbano"[6].

A visão do transporte como mecanismo de inclusão social – um meio de acesso mais democrático em relação às oportunidades existentes no meio urbano; e a necessidade de modernização institucional e regulatória dos sistemas de transportes também foram consideradas como balizadores do desenvolvimento de C,T&I, porém com menor ênfase, indiretamente ou em poucas referências entre os aspectos considerados como prioritários.

As atividades para o desenvolvimento de C&T com vistas à implementação da infra-estrutura produtiva do transporte urbano que vêm-se orientando por: 1) aumento da atratividade do transporte coletivo tornando-o mais rápido, confortável, acessível, seguro e adequado às necessidades de deslocamento da população; 2) redução dos impactos negativos e sociais das viagens urbanas, em termos de tempos e custos operacionais do transporte coletivo, acidentes e poluição; 3) estímulo à modernização tecnológica e gerencial do transporte coletivo, para torná-lo mais eficiente; e 4) garantia de um crescente grau de satisfação da sociedade e dos usuários com os serviços prestados; mantém significado, importância e prioridade.

Já a diretiva de modernização das relações institucionais entre órgãos gestores e empresas operadoras de transporte coletivo pode ser afirmada,

ainda que com sinais políticos e institucionais já alterados. A visão estratégica da competitividade do mercado que na última década foi um dos fundamentos para estudos e desenvolvimentos de modelos institucionais e regulatórios das infra-estruturas e serviços de transportes, segundo um modelo de menor participação do Estado na produção de infra-estrutura, está sendo questionada ou revista.

O maior peso econômico, social e político atribuído à circulação nas cidades contemporâneas, traduzido no conceito generalizado de mobilidade urbana, implica que a questão dos modelos de intervenção e regulação do Estado no setor de transporte deva ser examinada sob a ótica de conjugação às questões de regulação urbanística e, ao que parece óbvio, de coordenação da gestão trânsito e transportes.

Distintos sistemas de mobilidade urbana, que se sobrepõem no espaço urbano, definem territórios de rivalidade e conflito pelo uso e apropriação do espaço urbano viário. Ao processo de segregação urbana conjuga-se o processo de exclusão do acesso de serviços públicos e o círculo vicioso de ineficiência dos transportes coletivos.

As questões de regulação econômica da infra-estrutura urbana, além de considerar os agentes e fontes de financiamento dos sistemas de transporte e circulação, implicam a discussão de formas institucionais de inclusão dos usuários dos serviços públicos e de controle social desas atividades e serviços.

INOVAÇÃO PARA INCLUSÃO E O DESENVOLVIMENTO DO TRANSPORTE URBANO – QUESTÕES PRINCIPAIS

Quais novidades ou aperfeiçoamentos, que podem ocorrer no ambiente produtivo do transporte urbano, são necessários de modo a promover a inclusão social, problema crucial do quadro urbano que compromete a mobilidade sustentável e o desenvolvimento econômico?

[7] Ipea/Ministério das Cidades – Regulação econômica e organização dos serviços de transporte público urbano em cidades brasileiras: estudos de caso: Relatório final / coordenação: Alexandre de Ávila Gomide. – Brasília: Ipea / Ministério das Cidades, 2004.

O documento recentemente divulgado "Regulação e organização do transporte público urbano em cidades brasileira: estudo de caso"[7] refere-se à instabilidade institucional e a restrições de ordem econômica e financeira dos transportes públicos como fatores presentes no cenário pouco propício ao desenvolvimento social ou tecnológico das últimas décadas (Ipea/ Ministério das Cidades, 2004). Portanto, considera-se oportuno discutir a modernização do marco regulatório do transporte sob a conceituação mais ampla da mobilidade urbana e a atualidade institucional do desenvolvimento urbano.

A ocasião da formulação da Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável é propícia para incluir a reflexão sobre as necessárias articulações da regulação dos transportes aos demais setores de infra-estrutura e serviços públicos e a regulação urbanística, além da demarcação estratégica do âmbito econômico para a discussão da remuneração do complexo serviço público que assegura a mobilidade urbana.

Regulação e organização dos transportes urbanos

A organização dos serviços de transporte público urbano em cidades brasileiras e o atual quadro de regulação econômica do setor podem ser exemplificados por algumas mudanças ocorridas na gestão de serviços de transportes e pelas inovações introduzidas nas relações institucionais entre os agentes públicos e privados. Esses exemplos, recentes, ocorridos em cidades como São Paulo, Porto Alegre, Goiânia e Belo Horizonte confirmam um razoável campo de pesquisa e possibilidades de inovação na regulação e organização do setor.

Em parte, a regulação é pretendida para que a intervenção pública sobre regras, regulamentos, tarifas do serviço, supere as falhas características do mercado de transportes urbano e consiga equilibrar oferta e demanda, sob um patamar de modicidade de preços. Ainda que as mudanças experimentadas visassem solucionar os problemas de eficiência produtiva do setor e não diretamente melhorar a eficiência social e o atendimento à população, pode-se considerar que o alcance e o caráter que alguns dos aspectos inovadores presentes não foram suficientes nem para os objetivos básicos, nem tampouco para atender objetivos de inclusão social.

As razões propícias à regulação – economia de rede, modicidade tarifária e relativa eqüidade social, redução de externalidades e o interesse público na administração de infra-estruturas urbanas – exigem mais do que estratégias operacionais de maior eficiência, endógenas aos serviços.

Não se trata apenas de fortalecer e superar certa vulnerabilidade institucional e regulatória do transporte público – pouca capacidade para as atividades e tarefas de gestão e coordenação da parte do agente governamental; histórica relação de autonomia da iniciativa privada em relação ao poder concedente da operação dos serviços; forte organização do setor empresarial que restringiam a concorrência potencial para entrada no mercado.

Trata-se de encarar o fato de que a eficiência, sustentabilidade e equilíbrio dos sistemas de circulação e transportes de passageiros, bens e serviços estão condicionados, cada vez mais, a processos socioespaciais complexos e articulados em diferentes agregações territoriais; que a evolução tecnológica dos serviços e infra-estrutura indica uma complexidade crescente e abrangente; cada vez mais dependentes de sistemas de informação, de comunicação de dados e de energia.

As práticas de gestão urbana para o controle de uso e apropriação de espaços públicos ainda são incipientes ou pouco coordenados: as políticas de priorização do transporte coletivo, ou de restrição da circulação de autos, controles de demanda ou impactos ambientais que implicam formas diferenciadas ou exclusivas de apropriação dos espaços públicos viários não estão adequadamente sistematizadas ou articuladas à regulação urbanística.

Acrescenta-se também, que ainda pouco se avançou na questão dos conflitos institucionais jurisdicionais entre municípios e Estado que a promoção do transporte urbano exige em aglomerados urbanos e áreas metropolitanas (o caso de Goiânia é ainda um exemplo excepcional). Apesar dos avanços que outros setores de infra-estrutura e serviços públicos (com importantes implicações ambientais e de sustentabilidade) já conquistaram, como é o caso da gestão de recursos hídricos, no setor de transporte urbano a questão permanece ainda por ser enfrentada.

Remuneração dos serviços de transportes e da urbanização

Revela-se essencial o desenvolvimento de novos mecanismos regulatórios para a transformação do elemento crucial na gestão do serviço que é representado pela estrutura tarifária do transporte público.

Grandes avanços na prestação dos serviços se devem à integração em redes de serviços e à difusão de tecnologias avançadas de controle operacional. É o caso da bilhetagem eletrônica que vem permitindo uma maior capacidade de gestão operacional e estratégica, ainda que não explorada amplamente.

As experiências de novos modelos tarifários, como por exemplo, a tarifa temporal que começa a ser adotada em municípios brasileiros, e algumas práticas de tarifas integradas, conduzem à construção de novos modelos de remuneração dos serviços, como possibilidade de atingir os princípios de equidade, modicidade e inclusão social, com modelos alternativos de financiamento dos transportes urbanos.

A adoção de tarifas sociais – o favorecimento ao acesso das camadas de baixa renda ao transporte urbano, público cativo em extinção, incentivos para os operadores em busca do melhor desempenho; controle e participação dos usuários na avaliação dos serviços, são além de propostas de financiamento extratarifário e incentivos tributários para o setor, algumas das alternativas que podem ser exploradas.

Uma sistematização e avaliação da farta experiência internacional poderá ser bastante orientadora e profícua para essa estratégia política que vem obtendo o consenso dos diferentes atores do setor[8]. Talvez as experiências estrangeiras que venham a servir de exemplo, não carreguem o objetivo social de modo tão urgente, mas certamente consideram os objetivos de operação eficiente e sustentável dos serviços e mecanismos de controle social que o âmbito político dessas definições exige.

Uma visão estratégica e sistêmica sobre o financiamento dos transportes no contexto de inovações na gestão do desenvolvimento urbano deverá acelerar os processos reivindicatórios e mobilizadores emergentes do setor

[8] Ver comentários sobre o MDT e os trabalhos do Comitê Técnico de Trânsito, Transporte e Mobilidade Urbana.

de transportes e, certamente, trará vantagens na integração de serviços e complementaridade dos marcos regulatórios dos serviços públicos e da urbanização.

As linhas prioritárias de desenvolvimento de C,T&I

Desenvolvimento de metodologias de planejamento e gestão da mobilidade

Os processos socioespaciais contemporâneos e a intensificação das atividades terciárias acarretam mudanças nas formas de deslocamento das pessoas, bem como nas formas de abastecimento, armazenamento e na distribuição de mercadorias e produtos implicando o desenvolvimento de sistemas logísticos e fluxos peculiares compartilhando o espaço viário das metrópoles.

Para conhecer o novo padrão de deslocamento da população, os fluxos de mercadorias, bens e serviços decorrentes das mudanças da estrutura econômica e social das cidades devem-se desenvolver ou adaptar bases de conhecimento e de investigação que se apliquem às necessidades do planejamento e gestão dos sistemas de circulação e transporte em rede:

• Pesquisas e metodologias de planejamento e gestão dos diversos modos de transporte e sistemas de circulação, principalmente buscando definir os novos padrões de mobilidade urbana.

• Técnicas e modelos de previsão e simulação para o planejamento de transportes integrados a sistemas de circulação e sistemas logísticos.

• Processos de gestão de redes de infra-estrutura de transportes e de circulação.

• Sistemas e dispositivos lógicos de integração dos sistemas de transportes e seu impacto na demanda por serviços de transporte público, nos sistemas de circulação e no tráfego geral.

• Efeitos estruturantes e de ação de redes e territórios.

• Processos sociais e características da mobilidade da população.

• Formas de apropriação das condições de mobilidade urbana pelos diferentes atores e segmentos sociais.

• Relações com o meio físico e as infra-estruturas e o ambiente construído

Inovação em sistemas de informação

Bases de informação devem ainda alimentar os sistemas de avaliação e monitoramento que os processos de controle social e gestão democrática passam a demandar. Já é grande o acervo de informações e a experiência na sistematização de informações operacionais, de gestão e planejamento. No entanto, sistemas de avaliação e monitoramento dos serviços e sistemas de infra-estrutura nem sempre têm sido alimentados e mantidos como instrumentos de gestão acessíveis aos diferentes segmentos sociais e atores institucionais. Esse talvez seja um desafio de inovação nos sistemas e bases integradas de informação:

• Tecnologia da informação aplicada a sistemas de transportes e de circulação.

• Aplicação de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS).

• Manutenção e difusão de sistema de informação integrados de transportes e circulação.

• Sistemas de indicadores de monitoramento e avaliação da mobilidade urbana.

Modernização institucional e regulatória da circulação e transportes

Os sistemas de circulação e transportes em rede, cada vez mais importantes nos processos de organização espacial das cidades, exigem padrões cada vez mais eficientes, eficazes, abrangentes e inclusivos de sua produção e aproveitamento. Desse modo, reafirma-se a necessidade de que também seus arcabouços institucionais e regulatórios se constituam conforme resultados benéficos para a economia, o meio ambiente e a qualidade de vida da população.

A geração de renda e crescimento de trabalho, os mecanismos de inclusão social e redução de desigualdades, além de parâmetros de promoção de cidadania e fortalecimento da democracia também devem ser incorporados nos processos e métodos de gestão dos interesses coletivos e serviços públicos. Espera-se que debate acadêmico, técnico e político acerca dos diferentes

modelos institucionais e regulatórios das infra-estruturas e serviços de transportes, que já resultaram em alguns avanços na formulação de políticas públicas, conquiste maior espaço no desenvolvimento de:

• Mecanismos de avaliação e controle social da provisão e regulação das infra-estruturas e serviços urbanos.

• Caráter integrado ou multifuncional da regulação.

PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO URBANA – ADAPTAÇÃO OU RECUPERAÇÃO DE INFRA-ESTRUTURA

O desenvolvimento de políticas públicas de requalificação, revalorização, revitalização ou reabilitação urbana de áreas de urbanização mais antigas, via de regra, junto aos centros históricos ou em áreas de transformação funcional, em geral envolvem a recuperação e aproveitamento de infra-estruturas de transporte ou a transformação estrutural das condições de acessibilidade, tem-se verificado nas maiores cidades brasileiras, como reflexo de transformações recentes da economia urbana.

Essas circunstâncias peculiares e as decorrentes diversidades de procedimentos e estratégias de intervenção urbanística, bem como da adaptação, provisão ou recuperação de infra-estrutura e serviços de transporte e circulação da área dependem de processos participativos, contratuais e de negociação entre os setores privados, entidades públicas e segmentos da população com interesses e necessidades por vezes conflitantes, além de gestões econômicas e de financiamento particulares.

Esses processos não dispõem de metodologias de planejamento e avaliação consolidadas nem tampouco vêm sendo acompanhados ou avaliados sistematicamente, mas evidenciam a necessidade de arranjos institucionais especiais, o que também sugere a carência de conhecimento sobre variáveis e processos de estruturação e reestruturação da acessibilidade e seus reflexos no contexto socioespacial das intervenções urbanísticas.

O importante na definição de um possível conjunto de indicadores de desempenho e resultados das políticas e intervenções urbanísticas dessa complexidade é articular os aspectos setoriais ou fragmentados nas práticas administrativas e de gestão urbana de modo a valorizar as dimensões econômicas, social e ambiental do processo.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Mobilidade & cidadania. São Paulo, 2003.

BANCO MUNDIAL. O paradoxo da estratégia do transporte urbano. *Revista dos Transportes Públicos*, São Paulo, v. 27, n. 104, p. 105 – 120, 2004.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Diretrizes estratégicas do Fundo Setorial de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor de Transportes Terrestres e Hidroviários*. Brasília, 2002.

DOWBOR, Ladislau. A Comunidade Inteligente: visitando as experiências de gestão local. In: SPINK, P.; CACCIA-BAVA, S;. PAULICS, V. (Org.). *Novos contornos da gestão local:* conceitos em construção. São Paulo: Polis, 2002. p. 33-74.

GOMIDE, Alexandre de Ávila (Coord.). *Regulação econômica e organização dos serviços de transporte público urbano em cidades brasileiras*: estudos de caso - relatório final. Brasília : IPEA, 2004.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO E INFORMAÇÃO EM TRANSPORTE (Brasília, DF). *Mobilidade e pobreza*: relatório final. Brasília, 2004.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (Brasília, DF). *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras*: relatório executivo. Brasília, 2003.

_____; ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (São Paulo). Redução das deseconomias urbanas pela melhoria do transporte público. Brasília, 1998. Mimeografado.

MARTINS, M. L. R. Economia urbana e ambiente construído. In: MUSCAR, E. (Coord.). *Innovacion y desarollo en Latinoamerica*: nuevas dinâmicas en ciudades y regiones. Madrid: Cressa-Taibam, 1998. p. 21–29.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS; ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Modelos de relações institucionais e de investimentos: relatório final. Brasília, 1999.

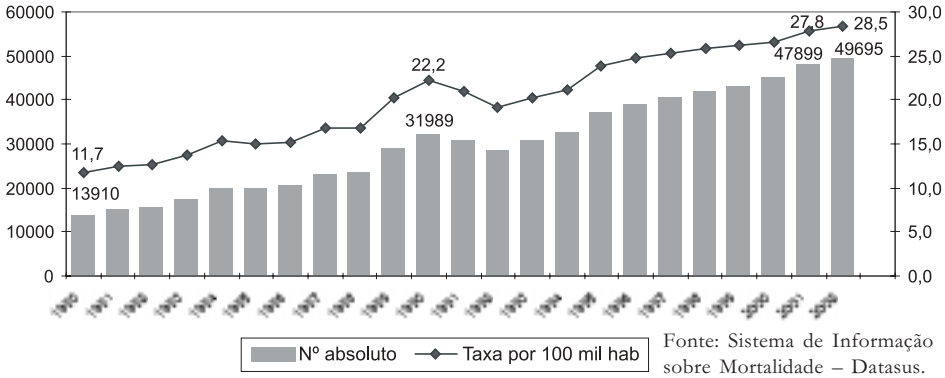
WORLD BANK. *Cities on the move*: a World Bank urban transport strategy review. Washington, 2002. Disponível em: <www.worldbank.org>.

Criminalidade, segurança pública e respostas brasileiras à violência[1]

Silvia Ramos[*]

As taxas de mortes violentas nos principais centros urbanos brasileiros superam as de países que vivem conflitos armados. Em 2002, 49.695 brasileiros foram assassinados. Entre os anos de 1980 e 2002, houve quase 700 mil homicídios dolosos no país, o que equivale a mais de 30 mil assassinatos por ano. Como se pode observar no Gráfico 1,[2] a curva de homicídios cresce, sistematicamente, ao longo de duas décadas. A pequena queda observada entre os anos de 1990 e 1992 é atribuída a um problema no registro dos dados.[3] Nesses anos teria havido um grande acréscimo de registros de "mortes por armas de fogo e intencionalidade desconhecida", não contabilizados como homicídios, concentradamente no Rio de Janeiro.

Gráfico 1. Homicídios no Brasil: números absolutos e taxas por 100 mil habitantes de 1980 a 2002



Fonte: Sistema de Informação sobre Mortalidade – Datasus.

[1] Parte dos argumentos deste artigo foram desenvolvidos em Ramos, Silvia e Lemgruber, Julita (2004).

[*] Silvia Ramos é coordenadora do Centro de Estudos de Segurança e Cidadania da Universidade Candido Mendes (CESeC/Ucam).

[2] Os gráficos aqui apresentados foram elaborados por Leonarda Musumeci e Doriam Borges, coordenadora e estatístico do CESeC.

[3] Soares, G. (1999).

O Brasil passou de 11,7 homicídios por 100 mil habitantes, em 1980, para 28,5 pelos mesmos 100 mil, em 2002. Países da Europa Ocidental têm taxas inferiores a três mortes intencionais por 100 mil habitantes e os Estados Unidos encontram-se na faixa de cinco a seis mortes intencionais por 100 mil habitantes.

A distribuição das mortes violentas, no Brasil, contudo, apresenta características bem definidas, que precisam ser compreendidas se pretendermos entender as características, a velocidade e a qualidade das políticas públicas para enfrentar o problema da violência e das respostas que a sociedade civil vem produzindo ao longo desse período.

Diferenças regionais: a urbanização como variável associada à violência

Em primeiro lugar, verificam-se importantes diferenças entre os Estados brasileiros no que se refere a taxas de homicídio. Quando tomamos o ano de 2002 como referência, observamos que os índices vão de 10,4 mortes por 100 mil habitantes, em Santa Catarina, a 56,4 por 100 mil habitantes no Rio de Janeiro, sendo seguido por Pernambuco e Espírito Santo, ambos com taxas também superiores a 50 homicídios por 100 mil habitantes. (Gráfico 2). É sempre importante ressalvar que a qualidade dos dados sobre mortes violentas produzidos no Brasil é variável, havendo Estados que produzem informações mais qualificadas que outros. Por essa razão, os dados revelam grandes tendências, mas podem não ser precisos caso a caso e sugerem que qualquer avaliação definitiva sobre violência letal em cada Estado da Federação deve ser considerada com cautela. De fato, estudos aprofundados da evolução das taxas de homicídio devem utilizar duas fontes: a polícia civil, cujos dados têm como base os registros de ocorrências criminais (ROs ou BOs) e o sistema de saúde, com dados com base nos certificados de óbitos.[4] É sempre recomendável, para análises sobre dinâmicas locais, cotejar as duas fontes.

[4] Sobre o assunto, ver Musumeci (2002).

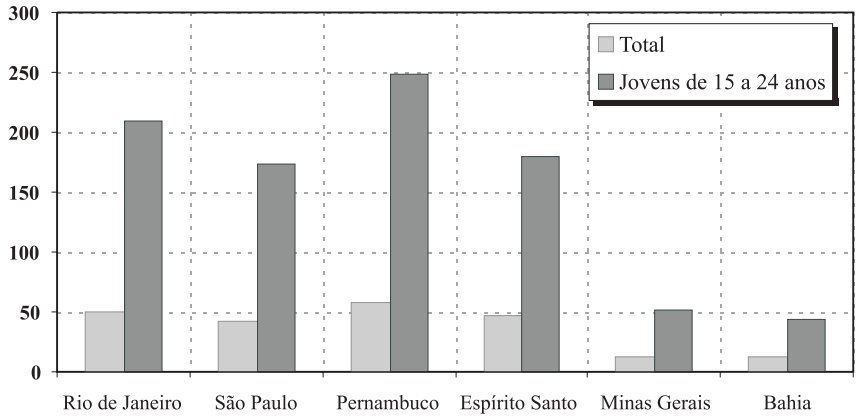
icídios por 100 habit
asileiros e DF – 02

mais alto nos bairros pobres e mais baixo nas áreas favorecidas das cidades, sendo essa região intramunicipal a que revela mais forte influência da variável renda. No entanto, ao comparar os Estados brasileiros, os mesmos autores concluem que as variáveis renda, educação e desigualdade têm impacto menos significativo nas taxas de homicídios do que a variável urbanização. Ou seja, as municipalidades com alta proporção de população urbana detêm taxas muito mais altas de homicídio.

Diferenças etárias: jovens são as maiores vítimas

Uma outra característica muito intensa e preocupante no panorama brasileiro é a concentração dos homicídios na população jovem. Na faixa etária dos 15 aos 24 anos, as taxas são extraordinariamente mais altas do que as verificadas para a população como um todo. A tendência, como se observa no Gráfico 3, é nacional, ocorrendo mesmo nos Estados com taxas de violência letal mais baixas. Quando examinamos algumas áreas urbanas pobres, focalizando os jovens, encontramos taxas de mais de 200 homicídios dolosos por 100 mil habitantes.

Gráfico 3. Taxa de homicídios por 100 mil habitantes em diferentes Estados brasileiros: jovens e total – 2001



Fonte: Sistema de Informação sobre Mortalidade – Datasus.

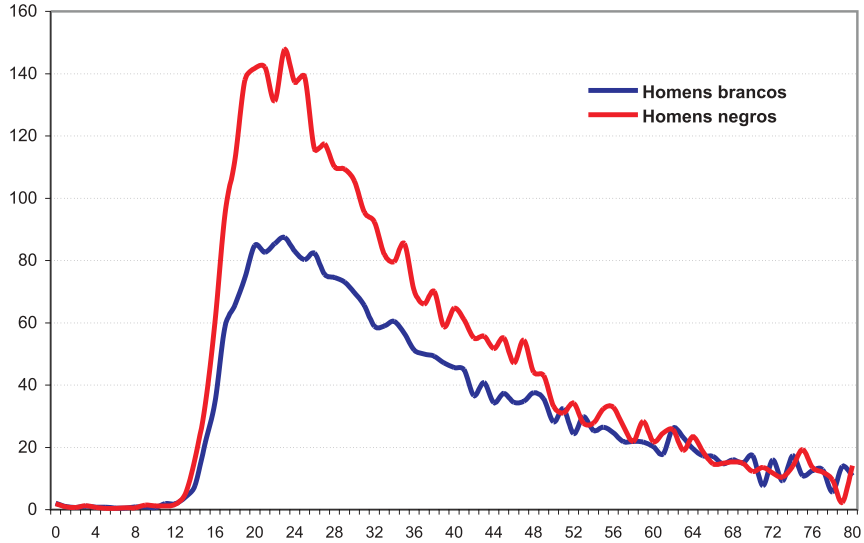
Diferenças raciais: a cor da morte

Paralelamente à idade, estudos recentes têm identificado a existência de uma dramática concentração de mortes violentas na população negra

(somatório dos classificados como pretos e pardos), indicando que a distribuição desigual de riquezas e recursos sociais (educação, saúde, saneamento) entre brancos e negros, no Brasil, acaba por provocar outro tipo de desigualdade, aquela na distribuição da morte violenta. Assim, são os negros e, entre estes, os mais jovens, as vítimas preferenciais da violência letal.

As taxas de homicídios para negros são mais altas em todas as idades, embora muito mais acentuadas entre os 14 e 19 anos, faixa em que os números aumentam sistematicamente. Enquanto a diferença é de 2,8% aos 13 anos de idade, esta sobe para 10,3% aos 14 anos, e 17,2% aos 19 anos de idade. Em seguida, a diferença vai diminuindo, chegando a 6% depois dos 26 anos e a menos de 1% depois dos 48 anos de idade.[5] Quando observamos apenas a população masculina, os contrastes são ainda mais acentuados. (Gráfico 4)

Gráfico 4. Taxa de homicídios (por 100 mil habitantes) de homens segundo cor e idade no Brasil – 2000



Fonte: Borges, D. com dados do Sistema de Informação sobre Mortalidade – Datasus.

As variáveis cor e idade, combinadas, também são um fator de risco para ser considerado suspeito pela polícia. Os jovens pobres,

[5] Informações contidas no estudo "A cor da morte", de Gláucio Soares e Doriam Borges, originalmente apresentado no seminário Violência e Racismo, organizado pelo CESec/Ucam no ano 2002 e publicado na Revista Ciência Hoje, outubro de 2004.

predominantemente negros, moradores de favelas e das periferias dos grandes centros são os suspeitos preferenciais da polícia. Pesquisa realizada pelo Centro de Estudos de Segurança e Cidadania[6], na cidade do Rio de Janeiro, revelou que 57,9% das pessoas paradas pela polícia andando a pé na rua têm entre 15 a 29 anos. Por sua vez, considerando pessoas paradas em todas as abordagens policiais, os negros sofrem revista corporal em 55% das vezes em que são abordados, contra 32,6% das vezes quando os brancos são abordados. A distribuição das próprias operações policiais são variáveis por bairro, predominando as abordagens a pé na rua, com revistas corporais, nas áreas pobres e as blitze de automóveis, quase sempre sem revistas corporais, nas áreas mais ricas.

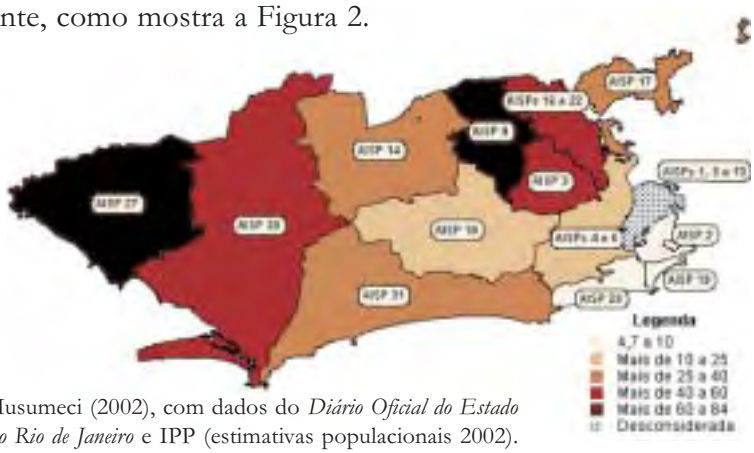
Diferenças geográficas: as cidades partidas

Nas regiões metropolitanas do país, como se sabe, a criminalidade violenta cresceu predominantemente em favelas e bairros pobres das periferias urbanas. Nessas áreas, especialmente a partir dos anos 80, instalou-se o tráfico de drogas e os conflitos entre facções rivais que disputam o controle de um mercado altamente lucrativo. Também ao longo dos anos, cresceram a violência e a corrupção policiais, umbilicalmente ligadas ao tráfico de drogas. É nesses territórios pobres e carentes de serviços públicos que se registram os mais altos índices de violência letal. Nas cidades brasileiras mais violentas é possível identificar uma *geografia da morte*, em que as maiores vítimas são jovens negros e pobres.

A Figura 1 ilustra a desigualdade na distribuição da violência letal entre os diversos bairros do município do Rio de Janeiro. O mapa traz a divisão do município em Áreas Integradas de Segurança Pública (AISPs). Como se pode perceber, as AISPs 2, 19 e 23, que englobam os bairros da Zona Sul da cidade (Copacabana, Ipanema, Leblon, Lagoa, Jardim Botânico, Barra), nas quais se concentram moradores com maior poder aquisitivo, são aquelas que apresentam as mais baixas taxas de homicídios. Ali são comuns taxas que variam entre 4,7 a 10 homicídios por 100 mil habitantes, próximas dos padrões norte-americanos. Já as AISPs 27 e 9, situadas na Zona Oeste e no Subúrbio, que reúnem bairros pobres e regiões repletas de favelas, como Penha, Irajá, Rocha Miranda, Acari e Santa Cruz, chegam

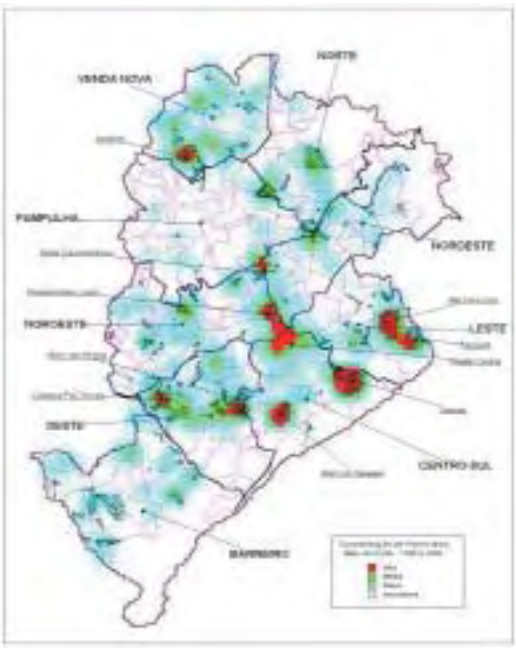
[6] Ramos, S e Musumeci, L. (2004)

a registrar taxas de até 84 homicídios por 100 mil habitantes. Manchas territoriais de concentração de mortes violentas nos bairros pobres e nos aglomerados de favelas também se evidenciam em cidades nas quais estudos sistemáticos têm sido desenvolvidos, como os do Centro de Estudos de Criminalidade e segurança pública (Crisp) sobre a violência letal e Belo Horizonte, como mostra a Figura 2.



Fonte: Musumeci (2002), com dados do *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro* e IPP (estimativas populacionais 2002).

Figura 1. Taxa de homicídios por 100 mil habitantes no município do Rio de Janeiro: Áreas Integradas de segurança pública – 2003



Fonte: Centro de Estudos de Criminalidade e segurança pública – Crisp/UFMG.

Figura 2. *Clusters* de homicídio em Belo Horizonte – 1995 a 2000

Para alguns analistas, está em curso, no país, um verdadeiro genocídio de jovens pobres, sobretudo negros, decorrente da expansão veloz das dinâmicas criminais e do acesso ilimitado às armas de fogo.[7]

Sem dúvida, a combinação explosiva entre armas e drogas foi determinante para a escalada das taxas de criminalidade violenta nos grandes centros urbanos.[8] Em 1980, as mortes causadas por armas de fogo totalizavam 43,9% do total de homicídios no país. No ano de 2000, o percentual havia subido para 68%. Boa parte das dinâmicas da violência que se estabelece e aprofunda nas duas últimas décadas se engendra nas redes de tráfico e consumo de drogas ilícitas. O crescimento acelerado de mortes violentas em favelas e bairros pobres pode ser explicado por uma combinação de fatores: a chegada da cocaína, em centros urbanos como Rio, São Paulo, Vitória, Belo Horizonte e nas grandes cidades do interior nos anos 80, e sua extrema rentabilidade; o aumento de policiamento violento e repressivo; as lutas entre facções rivais pelo controle dos pontos de distribuição e venda de drogas; e a utilização de armas de uso militar. A ausência dos poderes públicos (principalmente de polícias eficientes e honestas) em tais áreas favoreceu o estabelecimento e a ampliação do controle territorial dessas áreas por grupos armados de traficantes. Nesses territórios o tráfico exerce forte poder de sedução sobre crianças e adolescentes com escassas alternativas de emprego e renda e frágeis perspectivas de futuro. Muitos jovens vislumbram, nos lucros rápidos e na vida *glamourosa* inspirada pelo poder e pela presença ostensiva das armas, uma saída atraente, ainda que freqüentemente letal. Essas práticas alimentam uma cultura – na qual predominam o despotismo, o machismo, as armas e a violência – que contamina boa parte da juventude desses locais, mesmo aqueles que não se vinculam diretamente ao tráfico de drogas ou ao crime.

As polícias e as respostas no campo da segurança pública

O perfil socioeconômico e a baixa capacidade de pressão política das principais vítimas da violência pode ajudar a explicar o despertar tardio dos governos e da sociedade civil brasileira para o tema da segurança pública e para a necessidade de modernização, controle e democratização da polícia. Apenas na década de 1990 começaram a ser registrados esforços sistemáticos

[7] Soares, L. E. (2003).
[8] Musumeci (2002) e Lemgruber (2003).

de elaboração de políticas públicas de segurança com base numa perspectiva contemporânea, identificada com a combinação entre eficiência e direitos humanos. Até então o tema era relegado, pela maioria dos governos, às esferas corporativas das próprias polícias. A indiferença e o silêncio no que dizia respeito à escalada de violência letal predominou também entre amplos setores intelectuais, na mídia e mesmo entre as organizações não-governamentais durante os anos 80 e em parte da década de 90. Efetivamente, no contexto acadêmico e universitário, salvo raras exceções, são relativamente recentes a criação de centros de estudos voltados para os temas da violência na perspectivas da segurança pública.

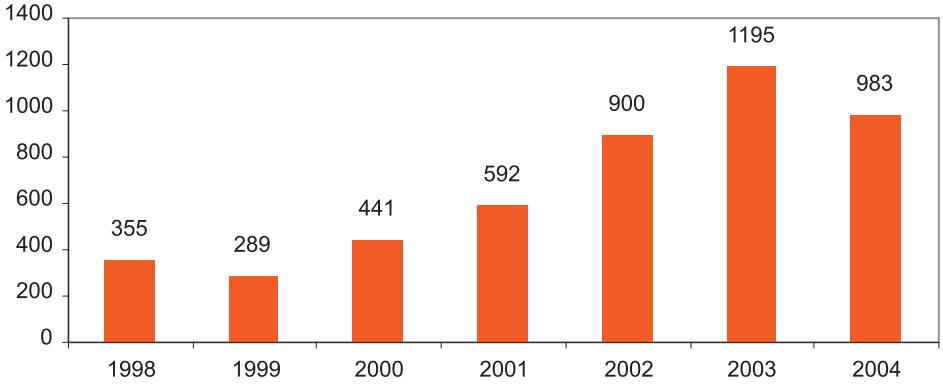
Decorrentes da ausência de investimentos e de políticas públicas racionais, a maioria das polícias do país foram se degradando e muitas tornaram-se violentas e ineficientes. O crime organizado que se estrutura em torno do tráfico de armas e drogas, por meio de mecanismos em níveis diversos, corrompeu amplos segmentos das corporações policiais, em alguns casos atingindo desde as bases até as chefias.[9] Em alguns Estados, a violência policial transformou-se em um problema maior e afeta diretamente as populações pobres das favelas e das periferias, que se vêem encurraladas entre a violência dos grupos armados de traficantes e a violência e a corrupção policiais.

No Estado do Rio de Janeiro, a polícia é responsável por mais de 10% dos homicídios dolosos, tendo as ocorrências chegado a 900 assassinatos em 2002, 1.195 em 2003 e 983 em 2004, denotando um crescimento extraordinário da violência policial, indicada no Gráfico 5. O Gráfico 6, com a taxa e o número absoluto de homicídios no mesmo Estado, demonstra não haver correspondência entre política de segurança pública orientada para o confronto com os "bandidos", como freqüentemente assevera o Governo do Estado, e a redução de taxas de homicídios. Em 1999, a polícia matou 289 pessoas e a taxa de homicídios foi de 42,9 por 100 mil habitantes.[10] Em 2004, a polícia matou 983 pessoas e a taxa de homicídios permaneceu no mesmo patamar, com 42,8, pelos mesmos 100 mil habitantes. Ou seja, embora o número de autos de resistência tenha crescido, consistentemente, entre 1999 e 2004, as taxas de homicídios não se comportam no sentido inverso.

[9] Ver Lemgruber, Musumeci e Cano (2003).

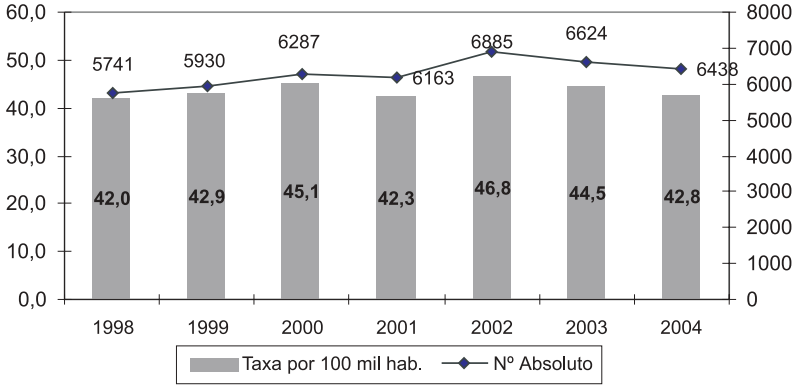
[10] Verifique-se que os Gráficos 5 e 6 foram elaborados a partir dos dados da polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro. Portanto, não estamos utilizando neste trabalho informações do Datasus.

Gráfico 5. Autos de resistência no Estado do Rio de Janeiro: 1998 a 2004



Fontes: Planilhas Asplan/PCERJ, *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro* e IBGE.

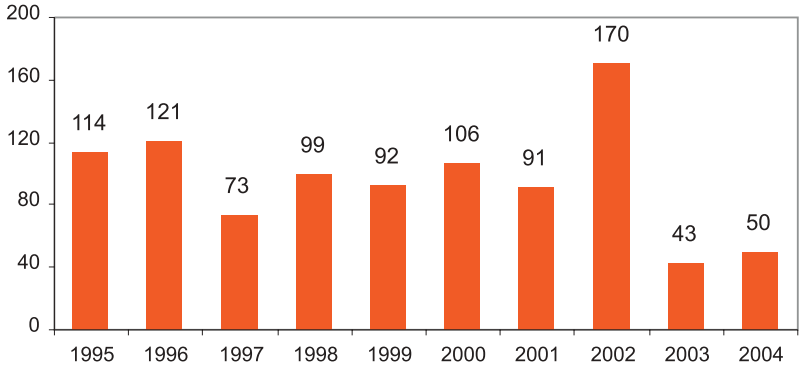
Gráfico 6. Número absoluto e taxa por 100 mil habitantes de homicídios no Estado do Rio de Janeiro: 1998 a 2004



Fontes: Planilhas Asplan/PCERJ, *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro,* IBGE e Datasus.

O número de policiais mortos também tem aumentado, ainda que em proporção muito inferior a de civis, como mostra o Gráfico 7. Além disso, uma característica do fenômeno da morte de polícias no Estado do Rio de Janeiro é sua incidência predominantemente maior de mortes fora de serviço. Aproximadamente 70% das mortes de policiais ocorrem no "segundo emprego", isto é, quando eles estão fazendo "bicos" como seguranças privados.

Gráfico 7. Número de policiais militares mortos no Estado do Rio de Janeiro: 1995 a 2004



Fonte: Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro.

A violência policial também assume, tais como as taxas de homicídios na cidade, uma geografia específica, estando fortemente concentrada na Zona Oeste e nos bairros de Subúrbio, como indica a Tabela 1. A baixa presença de organizações de direitos civis nessas áreas e uma espécie de "naturalização" da idéia de que conflitos em favelas provoquem vítimas civis podem ajudar a compreender por que esses números só vêm crescendo nos últimos anos. O fato é que a violência policial encontra-se fora de controle dos comandos superiores, bem como a corrupção policial, que cresceu na mesma proporção em que a "licença para matar" foi sendo concedida.

Tabela 1. Autos de resistência e policiais mortos em serviço em BPMs da capital Rio de Janeiro – 2003

	População Residente	**Autos de Resistência**	**Policiais Militares mortos em serviço**
Subúrbios	2.086.582	501	23
Zona Oeste	2.280.831	124	8
Zona Norte	625.207	61	2
Centro	221.572	55	0
Ilha do Governador	168.765	37	0
Zona Sul	435.368	20	1
Município do Rio de Janeiro	5.818.325	798	34

Fontes: *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*/Asplan e Censo Demográfico 2000, IBGE. Elaboração: Cesec.

O quadro atual pode ser resumido no fato de que a polícia do Rio de Janeiro mata mais do que todas as polícias dos Estados Unidos juntas. E, é bom que se diga, os Estados Unidos convivem com índices de violência policial muito superiores à maioria dos países do mundo desenvolvido. As características dessas mortes são importantes para compreender sua dinâmica. Um estudo minucioso, realizado por Cano (1997), tomando os autos de resistência dos anos 1993 a 1996, na cidade do Rio de Janeiro, revelou que as vítimas são majoritariamente jovens do sexo masculino (de 15 a 29 anos, com ênfase na faixa de 20 a 24) e que 64% são negros, contrastando com a presença de 39% de negros na população carioca.

O estudo também mostrou que a ação de polícia dentro das favelas é mais letal do que em outros locais. Em 523 confrontos armados em favelas a polícia fez 512 vítimas fatais. A morte de 512 pessoas em favelas contra 430 fora delas representa uma incidência seis vezes maior no interior das favelas do que fora, considerando o percentual da população que vive em favelas no Rio de Janeiro. Além disso, a análise mostrou que quase a metade dos corpos recebeu quatro disparos ou mais e a maioria dos cadáveres apresentava pelo menos um tiro nas costas ou na cabeça, configurando casos evidentes de execuções sumárias entre as "mortes em confronto".

Em relação a políticas de controle do uso excessivo da força policial, é digno de nota o projeto pioneiro da polícia Militar de São Paulo. O Programa de Acompanhamento de Policiais Envolvidos em Ocorrências de Alto Risco (Proar) retirava das ruas, por seis meses, para acompanhamento médico e psicológico, policiais que fizessem disparos fatais. O programa foi adotado em 1995, durante a gestão Covas e extinto em agosto de 2002.

Um outro problema grave e generalizado acerca da atuação das polícias no combate ao crime é a baixa taxa de esclarecimento de delitos. Num dos únicos levantamentos feitos no país, Luiz Eduardo Soares concluiu, em 1996, que a polícia do Rio de Janeiro esclarecia apenas 8% dos homicídios que registrava. Em 2003, o secretário de Direitos Humanos do Estado do Rio de Janeiro, Jorge da Silva, declarou que levantamento da própria polícia Civil concluíra que a corporação esclarece apenas 4% dos homicídios registrados. Para se ter uma idéia da distância de padrões internacionais, a taxa de esclarecimento de homicídios na Inglaterra é de 87%. O fato de mais de 90% dos homicídios permanecerem sem autoria identificada, sem indiciados nem punidos é potente motor propulsor do cometimento de novos crimes violentos.

Políticas de segurança: o Plano Nacional de Segurança

Em relação às políticas de segurança, além das experiências de alguns Estados – e, mais recentemente, de alguns municípios – que passaram a incorporar pesquisadores e organizações da sociedade civil na elaboração e execução de políticas públicas, em 2002, durante o processo de eleições presidenciais, o Partido dos Trabalhadores apoiou a elaboração de um Programa Nacional de Segurança,[11] que resultou de um amplo processo nacional de consultas e contou com a participação de mais de cem especialistas. Pela primeira vez, o país conta com um programa elaborado a partir de um diagnóstico sistemático e uma visão estratégica do problema da violência, com a preocupação de combinar políticas sociais e preventivas com políticas policiais e repressivas e de controle e modernização das polícias. O programa preconiza o Sistema Único de segurança pública (Susp), por meio do qual trabalhariam integradas as polícias estaduais, a polícia federal e as guardas municipais, compartilhando informações, bases de dados e cadastros, planejando e executando suas ações.

Desde o início da atual gestão nacional, contudo, os resultados se mantêm muito aquém do esperado. De fato, há propostas no Projeto que demandam mudanças constitucionais e, naturalmente, sua viabilização será demorada e sujeita a negociações. Mas a maioria das medidas poderiam ser tomadas imediatamente, bastando que se considere a segurança pública prioridade. Para ilustrar, a criação da Ouvidoria da polícia Federal, que até hoje não se efetivou, depende, exclusivamente, de ato do Ministro da Justiça. O governo federal tem perdido uma excelente oportunidade para mostrar que o controle externo da polícia é fundamental num país em que grassam a corrupção e a violência nas forças policiais. Nesse sentido, a criação de sua própria ouvidoria assume contornos políticos e simbólicos que têm sido desprezados.

O Fundo Nacional de segurança pública, para investimentos em todo país, contou, em 2004, com recursos de aproximadamente R$ 400 milhões. O orçamento da segurança pública do Estado de São Paulo correspondeu a R$ 5 bilhões. A implantação do Susp, que hoje encontra-se praticamente paralisada, em grande medida dependerá da capacidade de pressão que a

[11] <http://www.mj.gov.br/senasp>

sociedade for capaz de exercer para que o governo federal e os governos locais reconheçam a urgência dos temas da violência e a prioridade da segurança pública por detrás da cortina de silêncio favorecida pela baixa capacidade de vocalização de suas principais vítimas. Com raras exceções,[12] as respostas predominantes dos governos ao fenômeno da violência – independentemente de orientação partidária, tanto no plano federal como nos planos estaduais e municipais – parecem ser, ainda nesses primeiros anos do novo século, a lentidão de respostas e a naturalização da violência e da criminalidade (especialmente quando ela atinge populações marginalizadas), por um lado; e por outro, os ímpetos de indignação e as ondas de "lei e ordem",[13] quando de ocorrências criminais rumorosas.

O Estatuto do Desarmamento e o papel da mídia

Entre as respostas da sociedade civil, em 2003, um importante passo foi dado para reduzir as mortes por armas de fogo. Sob a liderança de organizações não-governamentais (principalmente a ONG Viva Rio, no Rio de Janeiro, e o Instituto Sou da Paz, em São Paulo) que mobilizaram grandes manifestações públicas, a articulação com parlamentares comprometidos com políticas de paz, e o apoio de parte importante da mídia, foi aprovado no Congresso Nacional o "Estatuto do Desarmamento", que prevê uma série de dispositivos para controlar a venda e a posse de armas de fogo e proibir o porte (exceto para policiais civis, militares e das Forças Armadas, e guardas municipais de cidades com mais de 250 mil habitantes). O estatuto prevê, também, a realização de um plebiscito nacional em 2005, quando a população votará sobre a proibição de venda de armas de fogo em território nacional. Em 2004, a despeito do forte *lobby* das fábricas de armas no Congresso e no Executivo, começou a ser implementada, com sucesso, a etapa do recolhimento de armas, antes da colocação na ilegalidade de armas em situação irregular. O fato de que uma "política de segurança" teve início em organizações da sociedade civil, ganhou os meios de comunicação, foi vitoriosa em votação no Congresso e tornou-se política de Estado pode ser

[12] Entre elas, vale mencionar o esforço do governo de Minas Gerais para apoiar um importante processo de modernização, reforma e transparência nas polícias, com apoio de grupos de pesquisa e entidades civis.

[13] No repertório de "medidas duras para combater" são freqüentes a retomada de temas como: redução da maioridade penal; inclusão de novos delitos na qualificação de crimes hediondos; redução de direitos para os presos e aumento do isolamento; pena de morte.

considerado um caso paradigmático na área do combate à violência no Brasil. É digno de nota o papel que os meios de comunicação vêm desempenhando no processo de agendamento de políticas públicas de segurança e controle social da polícia.

Ainda é cedo para medir o impacto do desarmamento nas taxas de mortes violentas. É seguro que as maiores alterações vão se verificar nas modalidades criminais interpessoais e interativas e o efeito mais importante do estatuto, em seu período inicial, será o debate nacional que o tema é capaz de suscitar e a manifestação da vontade da sociedade civil brasileira por uma cultura contrária às armas.

Jovens das favelas e das periferias: os novos mediadores

No contexto das respostas civis à violência pode-se vislumbrar um importante e recente processo de mobilização de jovens de favelas e bairros de periferia. São projetos, programas ou iniciativas locais com base em ações culturais e artísticas, freqüentemente desenvolvidos e coordenados pelos próprios jovens. Exemplos dessas iniciativas são o grupo Olodum, em Salvador, o Afro Reggae, o Nós do Morro e a Cia. Étnica de Dança, no Rio de Janeiro, além de centenas de agrupamentos locais ("posses") mobilizados em torno da cultura hip-hop nas periferias de São Paulo, nas vilas de Porto Alegre, nos aglomerados de Belo Horizonte, e em bairros pobres de Recife, Brasília e São Luís.

Esses grupos "disputam" os jovens com o tráfico, exercendo outro tipo de sedução e usando estratégias de atração igualmente fortes. São comprometidos com uma cultura de paz e sintonizados com o espírito e os interesses contemporâneos: além de cultura e arte, valorizam internet, computação, roupas e tênis da moda, viagens e intercâmbio regional e internacional. Em geral, os projetos caracterizam-se por quatro aspectos inovadores no repertório de princípios das entidades de "direitos humanos" dos anos 80 e das ONGs dos anos 90: i) incentivar a geração de renda e emprego a curto prazo, buscando sucesso, colocação no mercado e profissionalização para seus integrantes; ii) ter um forte componente de afirmação individual, incluindo a formação de artistas e líderes, cuja fama passa a servir de exemplo e atração para outros jovens do local; iii) ter um forte componente de afirmação territorial, sendo freqüente que as letras de

músicas, os nomes dos grupos, as camisetas e roupas e as lideranças reafirmem os nomes das comunidades (Vigário Geral, Cidade de Deus, Capão Redondo, Candeal, Alto Vera Cruz, Alto do Pina) e sua origem como um signo de "compromisso" com a mudança da comunidade; iv) um forte componente de denúncia do racismo e de afirmação racial negra, seja nas letras de músicas, nas indumentárias (cabelos afro, roupas) ou nos nomes de projetos (Música Preta Brasileira, Afro Reggae, Companhia Étnica, ou siglas como NUC, Negros da Unidade Consciente). No que diz respeito à violência e à criminalidade, a maioria dessas iniciativas se equilibra precariamente entre a denúncia da violência e da corrupção policiais e a construção de uma trajetória de autonomia em relação aos traficantes locais.

Juntamente com o fenômeno de criação das "ONGs locais", identificado por analistas,[14] esses projetos e iniciativas – heterogêneos e não articulados entre si, mas que crescem consistentemente em favelas de várias cidades do país – vêm se tornando importantes, não só como pólos de construção de uma cultura alternativa ao tráfico, mas como mediadores entre a juventude das favelas, de um lado, e os governos, a mídia e, muitas vezes, atores internacionais, como fundações e agências de cooperação, de outro.

Esses "novos mediadores" trazem para o campo das ONGs, da esquerda e dos movimentos sociais, sindicais e associativos tradicionais novidades como: o interesse no mercado e os "fins lucrativos", combinados com o compromisso com o comunitário; a afirmação de identidade territorial e racial, combinada com identidade social; a ênfase no subjetivo, nas trajetórias individuais, no sucesso e na fama, que se associam ao mundo da cultura e da arte. Tais novidades não deveriam ser desprezadas pelos que pretendem acompanhar as saídas que a sociedade brasileira vai produzir, nesta década, para enfrentar a violência e construir caminhos para a segurança, a justiça e a cidadania.

Os intelectuais, as universidades e o campo da ciência e tecnologia

Soares (2001) observa que há uma escandalosa – e negligenciada – defasagem entre a relevância da segurança pública e a carência de estudos

[14] Veja Pandolfi e Grynzspan (2003).

especializados, analíticos ou propositivos. Segundo o autor, há uma produção crescente, ainda que insuficiente, voltada para o diagnóstico analítico da violência e da criminalidade, mas uma ausência quase absoluta de trabalhos sobre políticas públicas de segurança. As conseqüências dessa ausência, combinadas com o desdém que as fundações de apoio à pesquisa devotam ao campo da segurança pública, são a falta de acúmulo de conhecimentos especializados e massa crítica para o debate. A gestão da segurança pública tem sido tradicionalmente entregue a militares, especialistas em direito e a policiais que muitas vezes têm uma formação quase exclusivamente intuitiva. A multidisciplinaridade não é praticada na elaboração de políticas e na formação de gestores.

De fato, as fronteiras de cooperação entre C,T&I e a segurança pública têm sido pensadas, na maioria das vezes, no campo dos laboratórios de genética e nas ferramentas tecnológicas capazes de ajudar na elucidação de crimes. Mesmo nesse campo, pouco se avançou no Brasil, até mesmo pela ausência de uma cultura investigativa nas polícias brasileiras[15].

Algumas experiências localizadas no país, contudo, indicam haver um vasto campo inexplorado de cooperação universidade-segurança pública tanto no terreno da formação de policiais como na área de pesquisas sociológicas (denominada *criminal justice* em algumas tradições e *criminology* em outras).

Em 2000, a Universidade Federal Fluminense iniciou uma experiência inédita, oferecendo o curso de formação obrigatória para oficiais da polícia Militar (como requisito para a obtenção da patente de major e, posteriormente, da passagem de tenente coronel para coronel) e de delegados da polícia Civil (que devem freqüentar o mesmo curso para estarem aptos a serem promovidos a delegados "de primeira"). A UFMG, por meio do Centro de Investigação em Segurança Pública (Crisp) oferece cursos de especialização para policiais militares e desenvolve parcerias para o monitoramento de crimes, usando ferramentas de geoprocessamento. As universidades federais do Rio Grande do Sul, da Bahia, de Brasília, do Espírito Santos e da Paraíba vêm desenvolvendo, também, nos últimos anos, experiências localizadas de oferta de cursos de especialização, ainda que, via de regra, não constituam parte da formação obrigatório de policiais. A

[15] Vide as baixíssimas taxas de esclarecimento de crimes em todo o país, cujos números sequer são divulgados (e, via de regra, nem mesmo pesquisados) pelas polícias de cada Estado.

experiência da UFF demonstra que, além da excelência do ensino acadêmico, os maiores impactos na formação desses profissionais é serem obrigados a sair das academias de polícia e conviver com policiais civis e estudantes de pós-graduação em um curso universitário de alto nível, voltado para a formação de gestores de segurança pública (com ênfase nas ciências sociais e nas suas fronteiras multidisciplinares, não exclusivamente no direito, como tem sido a tradição da formação da polícia no Brasil).

Em 2003, numa iniciativa pioneira e arrojada, a Secretaria Nacional de segurança pública anunciou um "edital", para induzir pesquisas relacionadas à segurança pública, que foram julgadas por um comitê científico coordenado pela Associação Nacional de Pós-Graduação em Ciências Sociais (Anpocs). Passados mais de dois anos, os recursos para os projetos aprovados ainda não foram liberados. Esse fato ilustra a baixa prioridade que ainda predomina nos investimentos para a cooperação entre pesquisadores universitários, centros de excelência e segurança pública. Há muito a fazer nesse campo. Políticas corajosas e determinadas de ciência e tecnologia, que recuperem o atraso de quase duas décadas de indiferença em relação ao fenômeno da violência e da criminalidade, que afeta predominantemente jovens pobres das periferias urbanas deste país, podem fazer a diferença.

Referências

BEATO, C. et al. Programa fica vivo: ações simples, e resultados efetivos. *Informativo*, v. 1, n. 5, fev. 2003. Disponível em: <www.crisp.ufmg.br>.

BORGES, Doriam. Dados sobre cor e racismo no Brasil. In: RAMOS, Silvia (Org.). *Mídia e racismo*. Rio de Janeiro: Pallas, 2002.

CANO, Ignácio. *Letalidade da ação policial no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: ISER, 1997

_____; SANTOS, Nilton. *Violência letal, renda e desigualdade social no Brasil*. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2001.

DOWDNEY, Luke. *Crianças do tráfico*: um estudo de caso de crianças em violência armada organizada no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2000.

LEMGRUBER, Julita. *Drugs, arms, poverty and governability*: a Brazilian city in the 21rst century. [S.l.: s.n.], 2003. Disponível em: <www.unodc.org/en/crime_cicp_standards.html>.

_____. *Violência, omissão e insegurança pública*: o pão nosso de cada dia. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2004. No prelo.

_____; MUSUMECI, Leonarda; CANO, Ignácio. *Quem vigia os vigias*? Rio de Janeiro: Record, 2003.

MUSUMECI, Leonarda. Homicídios no Rio de Janeiro: tragédia em busca de políticas. *Boletim Segurança e Cidadania*, Rio de Janeiro, jul. 2002.

PANDOLFI, Dulce; GRYNZSPAN, Mario (Org.). *A favela fala*. Rio de Janeiro: FGV, 2003.

RAMOS, Silvia; LEMGRUBER, Julita. *Urban violence, publics safety policies and responses from civil society*: *s*ocial watch report 2004. Montevideo: Instituto del Tercer Mundo, 2004.

_____; MUSUMECI, Leonarda. Elemento suspeito: abordagem policial e discriminação na cidade do Rio de Janeiro. *Boletim Segurança e Cidadania*, Rio de Janeiro, 2004.

SOARES, Gláucio; DILLON, Ary; BORGES, Doriam. A cor da morte. *Ciência Hoje*, São Paulo, out. 2004.

_____; _____. *Homicídios no Brasil*: dados em busca de uma teoria. Buenos Aires: Clacso, 1999.

SOARES, Luiz Eduardo. *Notas sobre a problemática da segurança pública*. Políticas sociais: acompanhamento e análise. [S. l.]: IPEA, 2001.

_____. *Pacto pela paz*: o consenso possível. Disponível em: <www.luizeduardosoares.com.br>.

WAISELFISZ, Julio Jacobo. *Mapa da violência III*: os jovens no Brasil. Brasília: UNESCO, 2002.

Como usar C,T&I para promover a inclusão social? Habitação

Teodomiro Diniz Camargos[*]

1. A cadeia produtiva da indústria da construção

A indústria da construção civil impacta a economia brasileira além das atividades de preparação de terreno, edificações, obras de engenharia civil, obras de infra-estrutura e da construção autônoma, que são os grandes segmentos econômicos que compõem o setor. Junto com seus fornecedores de insumos industriais e com os segmentos prestadores de serviços, a construção civil forma um complexo produtivo denominado de macrossetor da Construção, que exerce extraordinários efeitos multiplicadores sobre a renda, o nível de emprego, os investimentos produtivos e a arrecadação de tributos.

A dimensão e complexidade do macrossetor podem ser percebidas por meio do expressivo número de empresas que o compõem, cerca de 148 mil estabelecimentos formais, distribuídos entre os principais elos da cadeia produtiva nas seguintes proporções relativas: 71,8% no segmento da construção civil; 19,6% na indústria associada à construção e 8,6% nos serviços associados à construção. E mais, 96% dos estabelecimentos formais na construção civil são micro e pequenas empresas, que exercem relevante função social ao serem vetores importantes na geração de trabalho de menor qualificação profissional, ofertando grande oportunidade para o primeiro emprego.

---

[*] Teodomiro Diniz Camargos é vice-presidente da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, e presidente da Câmara da Indústria da Construção desta Federação.

No conjunto de seus efeitos diretos, indiretos e induzidos, toda a complexa cadeia produtiva do macrossetor da Construção participa com 20,56% do Produto Interno Bruto. Isso significa dizer que, em 2004, o setor gerou riqueza para a economia nacional no valor aproximado de R$ 374,2 bilhões. O setor da construção civil isoladamente contribuiu com o montante de R$ 100,9 bilhões (7,5% do PIB).

O destino principal dos produtos do macrossetor é a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) do país, ou seja, a maior parte da produção setorial representa investimentos em infra-estrutura, edificações e moradias. O macrossetor contribui relativamente com 68,25% para a composição dos investimentos totais do país. Esta elevada participação deve-se à sua atividade nuclear – a construção civil – que participa isoladamente com 65% dos investimentos produtivos. Isso ratifica o papel significativo e estratégico que o setor exerce para o desenvolvimento econômico e social do país.

O macrossetor é um complexo produtivo dos mais importantes na geração de emprego, ficando em quinto lugar no *ranking* das atividades econômicas, quando se considera como critério o tamanho do setor (ou seja, o valor adicionado bruto a preços básicos – VABpb) relativamente aos demais.

Para cada R$ 10 milhões aplicados na sua produção, o macrossetor gera na economia 399 empregos (no total dos efeitos diretos, indiretos e induzidos). No conjunto dos efeitos, o macrossetor emprega quase 12,5 milhões de trabalhadores, sendo que 6,185 milhões de pessoas são diretamente ocupadas no setor. Outros 5,302 milhões de postos de trabalho são criados indiretamente na economia por meio dos efeitos multiplicativos do setor sobre os segmentos fornecedores de insumos intermediários. E mais 968 milhões de empregos são criados na economia de forma induzida, por intermédio do efeito-renda sobre o consumo de bens finais e serviços pelas famílias.

Além disso, a cadeia produtiva da construção gera expressiva massa salarial que ajuda no fortalecimento do mercado interno ao permitir um maior nível de consumo das famílias. Essa geração e distribuição de renda é direcionada, em especial, para as classes mais baixas da pirâmide social (que compõem em grande parte o contingente de assalariados do setor). O macrossetor participa diretamente com 5,2% do total dos salários pagos

na economia. Isso significa que o setor injeta mais de R$ 18 bilhões/ano na economia em forma de salários pagos aos seus trabalhadores diretamente empregados. No conjunto dos efeitos diretos, indiretos e induzidos essa participação sobe para 14,66% do total dos salários.

A construção possui reduzido coeficiente de importação, em comparação com outros segmentos e em relação ao seu valor adicionado, uma vez que utiliza basicamente capital, tecnologia e insumos predominantemente nacionais. Sendo assim, o crescimento do setor não pressiona a balança comercial e, por conseqüência, o balanço de pagamentos do país. Apenas 8,06% do total dos insumos importados pela economia nacional destinam-se ao macrossetor da construção.

E cabe destacar ainda a elevada capacidade de geração de impostos do macrossetor da construção. A carga tributária paga pelo setor é de 24,30% em relação ao seu PIB, considerando-se somente os efeitos diretos. E levando-se em consideração os efeitos diretos, indiretos e induzidos esse percentual sobe para 44,27%. Para cada R$ 1,0 que é produzido pelo macrossetor, a economia como um todo arrecada R$ 0,22 em tributos. Na média dos últimos 10 anos, a construção civil isoladamente contribuiu com 9% do volume total de impostos sobre a produção do país (exceto os impostos sobre renda e propriedade).

Em Minas Gerais, a construção civil está representada por cerca de 17.670 estabelecimentos. Essas empresas são responsáveis pela geração de 140.818 postos de trabalhos formais e pela ocupação direta de 600.845 trabalhadores (formais e informais) na economia do Estado. Esse montante de mão-de-obra corresponde a 6,8% do total do pessoal ocupado na economia mineira. O PIB setorial no estado correspondeu, em 2003, a R$ 13,466 bilhões. Este valor representa uma participação relativa de 9,9% no total do PIB estadual e de 23% no PIB industrial mineiro.

A indústria da construção assume uma importância estratégica diante das atuais dificuldades conjunturais do Brasil, pelo seu papel anticíclico. Sua dinamização e ampliação são cruciais nessa fase adversa de juros altos e baixa atividade econômica pela enorme oferta de empregos e renda gastos, diminuindo as pressões sociais.

O crescimento sustentável e acelerado encontra na cadeia produtiva da construção a sua alavanca. Atuar em uma cadeia de grande extensão e impacto sobre a economia e sobre a sociedade, objetivando diminuir o enorme déficit habitacional (moradia, saneamento e transporte), significa aumentar a oferta de bem-estar social da população, permitindo sua inclusão social.

2. Câmara da Indústria da Construção de Minas Gerais (Cic/Fiemg)

Compreendendo a importância estratégica da construção, foi desenvolvida na atual gestão do presidente da Fiemg, Robson Braga de Andrade, a Câmara da Indústria da Construção de Minas Gerais, cuja missão é:

"Promover o fomento, integração, adensamento e competitividade dos elos da cadeia produtiva da indústria da construção e de seus agentes para favorecer o desenvolvimento da sociedade."

Composta por 26 sindicatos e 22 entidades, a CIC/Fiemg tem sido o fórum de debates dos problemas e apresentações de propostas e soluções que atendam às reivindicações da cadeia produtiva da construção, em nível empresarial e governamental. Esse fórum viabiliza e potencializa a interação permanente dos agentes da cadeia, criando sinergia em prol do desenvolvimento do setor da construção.

Atualmente, seis grandes projetos têm congregado toda a cadeia produtiva da construção mineira, em torno de um esforço conjunto de busca da melhoria contínua e conseqüente fortalecimento e competitividade dos setores que a compõem. Os projetos são:

- PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat;
- Ceticon – Centro Tecnológico da Indústria da Construção;
- Ciserve – Sistema de Avaliação, Informações e Serviços da Indústria da Construção;
- Minas Con – Evento Unificado da Cadeia Produtiva da Construção de Minas Gerais;
- Brechó da Construção;
- Seconci-MG – Serviço Social da Indústria da Construção de Minas Gerais.

Para multiplicar e consolidar as ações da CIC/Fiemg em todo o Estado, a partir de 2005, foi lançado o projeto "CIC Itinerante". As reuniões mensais da Câmara, anteriormente realizadas somente em Belo Horizonte, passam a acontecer nas principais cidades mineiras. Desta forma, pretende-se uma aproximação maior da CIC com todos os agentes públicos e privados da cadeia produtiva, presentes em Minas Gerais, possibilitando acompanhar as diversas realidades regionais e propondo soluções adequadas para as questões apresentadas.

3. Programa brasileiro da qualidade e produtividade no habitat

O PBQP-H trabalha em torno de três conceitos importantes: mobilização, interação e agentes facilitadores. Trata-se de um programa mobilizador do setor da construção habitacional, em que a cadeia produtiva interage na busca da qualidade e o governo atua como facilitador do processo. O programa tem como objetivo "apoiar o esforço brasileiro de modernidade por meio da promoção da qualidade e produtividade do setor da construção habitacional, com vistas a aumentar a competitividade de bens e serviços por ele produzidos".

Por meio da indicação das entidades representativas do setor, o Sinduscon-MG assumiu a coordenação estadual do programa em Minas Gerais, implantando a Secretaria Estadual do PBQP-H, iniciativa inédita no país. Essa Secretaria Executiva é a responsável por gerenciar e operacionalizar todas as ações e atividades resultantes do programa, congregando parcerias de agentes públicos e privados do setor.

Principais ações da secretaria executiva do PBQP-H em Minas Gerais

Como principais ações implementadas pela Secretaria Executiva do programa, podem ser destacadas:

• Elaboração e assinatura do acordo setorial com a Caixa Econômica Federal, resultando na adesão das construtoras mineiras ao Programa Setorial da Qualidade (PSQ), atendendo às exigências de certificação nível A – SIQ Construtoras;

• Parceria com o governo estadual, para a criação do Programa Mineiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PMQP-H, com a finalidade de

promover o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida por meio de ações relacionadas às atividades dos setores de transportes e obras públicas, observadas as diretrizes do PBQP-H;

• Adesão do setor da construção mineiro ao Fórum Brasileiro de Competitividade e a realização do "1º Encontro do PBQP-H em Minas Gerais", ações que deram início à implantação de metodologia para o adensamento da cadeia produtiva da construção;

• Assinatura de Acordo Setorial entre o governo de Minas Gerais, Sinduscon-MG e o Sicepot-MG, visando a melhoria da qualidade das obras públicas, a ser obtida por meio de esforços de cooperação mútua de implantação de sistemas de gestão da qualidade, procedimentos gerenciais, capacitação profissional e inovação tecnológica nas construtoras, nos órgãos contratantes e demais elos da cadeia produtiva da construção;

• Assinatura de convênio para carta de crédito individual com a Caixa;

• Apoio técnico, aos sindicatos, para a elaboração dos Programas Setoriais da Qualidade (PSQ), em nível estadual, dos produtos: blocos cerâmicos de vedação (Sindicer), blocos de concreto (Siprocimg), rochas ornamentais (Sinrochas) e serralheria (Sindiserr). Entre os produtos mineiros que estão acompanhando os PSQs Nacionais, destacam-se: argamassa industrializada e argamassa colante, produtos de cimento, barras de aço e esquadria metálica.

Por meio do desenvolvimento das ações da Secretaria Executiva do PBQP-H, Minas Gerais tem-se destacado nacionalmente na implantação do programa, tendo como um dos principais resultados a elevação da capacitação/qualificação empresarial, nos níveis gerencial, técnico e tecnológico de todo o setor.

Contribuindo de forma efetiva para o desenvolvimento da cadeia produtiva da construção, a Secretaria Executiva do PBQP-H mantém estreita parceria com a CIC/Fiemg. A Câmara exerce papel estratégico junto ao programa, por ser uma grande articuladora dos agentes da cadeia produtiva, estimulando o inter-relacionamento entre os setores, na busca de identificação e eliminação dos gargalos em todos os seus segmentos.

A parceria da Secretaria Executiva do PBQP-H e da CIC/Fiemg tem-se mostrado útil como fonte de novas idéias e, também, confirmando

que as ações conduzidas no Estado estão colaborando para a melhoria da habitação de interesse social.

4. CENTRO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CETICON)

Cada vez mais os recursos tecnológicos e humanos, disponibilizados a um determinado setor ou área do conhecimento, estão dispersos por toda a geografia.

Entidades públicas e privadas, nacionais e internacionais, têm atuado em várias linhas de trabalho. Isso tem dificultado às empresas a localização e conseqüente acesso aos recursos sobre uma ação concreta que seja de seu interesse, pelo que se pode concluir que o principal problema de comunicação entre as empresas e os centros de recursos é a falta de identificação dos mesmos, sendo por isso necessário agrupar os recursos (humanos, tecnológicos e de formação em geral) e pô-los à disposição da empresa.

Percebendo o caráter estratégico de um ponto de encontro virtual para as empresas que compõem os setores da cadeia produtiva da construção, a CIC/Fiemg está implantando o Centro Tecnológico da Indústria da Construção (Ceticon).

Objetivando fomentar a investigação, o desenvolvimento e a inovação das empresas, melhorando a sua competitividade, o Ceticon tem por missão:

"Estabelecer um ponto de referência virtual, onde as empresas, entidades e organizações possam ter acesso aos recursos, à tecnologia e ao *know-how* relacionadas com o setor da construção, por meio de uma plataforma de serviços avançados e interativos com a finalidade de promover a sua participação no novo mercado global e melhorar sua agilidade, qualidade e competitividade."

A implantação inicial do projeto está em plataforma da internet, que oferece a disponibilidade, a personalização, a segurança e o rendimento necessário para dar suporte ao acesso à informação, à cooperação, aos serviços técnicos e às aplicações das tecnologias da sociedade da informação para organizações e empresas da cadeia produtiva da construção do Estado

de Minas Gerais. É um elemento indicador dos novos sistemas e serviços tecnológicos avançados, de grande interesse para o setor.

A vantagem principal do Ceticon é a otimização dos recursos de investigação de que dispõe, partindo das capacidades e das instalações existentes nas universidades, nos centros de investigação, nas empresas e nas administrações públicas. Isso evita a duplicação das infra-estruturas e instalações, diminuindo custos, aproveitando sinergias, disponibilizando a todos os recursos necessários.

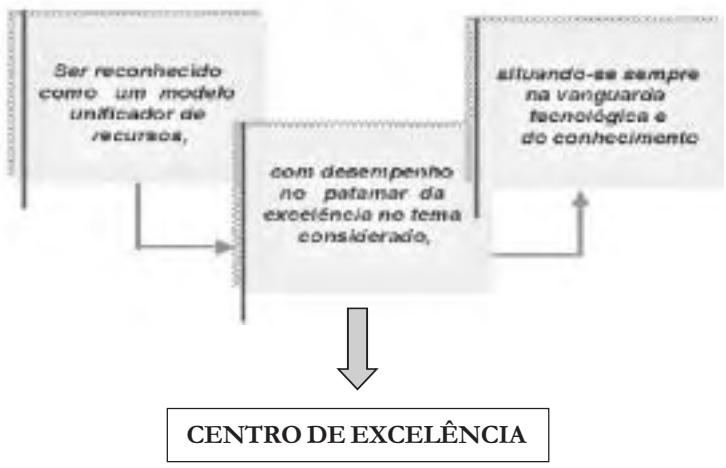
Como objetivos funcionais do Ceticon, destacam-se:

• agrupar, por meio de uma plataforma virtual, o conjunto de competências e capacidades técnicas que se encontram atualmente dispersas no campo da investigação e desenvolvimento dedicado à cadeia produtiva da construção;

• estruturar uma oferta de serviços de consulta, procura de informação, desenvolvimento de projetos e estudos relacionados com as empresas da cadeia produtiva;

• coordenar a comunidade de membros do Centro Tecnológico com vistas a potencializar o conhecimento individual e coletivo pelo intercâmbio de experiências e conhecimento.

Visão do Ceticon:



Metodologia de Criação do Ceticon

5. SISTEMA DE AVALIAÇÃO, INFORMAÇÕES E SERVIÇOS DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CISERVE)

Implantado em 2002, o Sistema de Avaliação, Informações e Serviços da Indústria da Construção (Ciserve) tem por missão " ser um sistema de gestão da qualidade na cadeia produtiva da indústria da construção, integrando e qualificando seus associados, gerenciando e provendo informações atualizadas, visando o fomento de negócios confiáveis entre as empresas participantes."

Para tanto, o Ciserve disponibiliza, ao setor da construção, um banco de informações sobre fornecedores de materiais, prestadores de serviços e construtoras de forma consistente e confiável, enfatizando um grande diferencial: valorizar e distinguir empresas qualificadas e com maior credibilidade em sua categoria de atuação.

Atualmente, o Ciserve tem, entre seus associados, construtoras participantes do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H, fornecedores de materiais e prestadores de serviços variados que utilizam as ferramentas disponíveis no site, além de vários benefícios e serviços diferenciados, como as visitas de avaliação, diagnóstico e o sistema de referências.

No Ciserve, os fornecedores de materiais e prestadores de serviços são referenciados pela próprias construtoras associadas, de acordo com o atendimento a critérios de qualidade definidos por cada uma. Essas referências podem ser concedidas ou retiradas a qualquer momento, garantindo sempre sua atualização e credibilidade. Dessa forma, as construtoras terão mais confiança na contratação/compra de um produto ou serviço.

Os critérios, que interferem diretamente na qualidade do produto ou serviço, são verificados por consultores, por meio de visitas *in loco* e diagnóstico dos fornecedores e prestadores associados ao Ciserve. Essa avaliação é baseada no Programa Mineiro da Qualidade e Produtividade (PMQP), verificando 25 itens divididos em cinco critérios: direção, clientes, pessoas, produtos/serviços e resultados. O objetivo é fazer um diagnóstico da empresa e oferecer a oportunidade de desenvolvimento e qualificação, propiciando de forma positiva a qualificação do produto ou serviço.

A partir de janeiro de 2005, o Ciserve iniciou a expansão de sua área de atuação, abrangendo o interior de Minas Gerais, por meio de parcerias com os sindicatos das construtoras regionais.

Apresentado à coordenação nacional do PBQP-H, o Ciserve está em fase de análise para verificar a possibilidade de ser homologado como sistema de avaliação no item Avaliação do SiAC-Construtoras, integrando-se totalmente ao programa.

6. Evento Unificado da Cadeia Produtiva da Construção de Minas Gerais (Minas Con)

Unir a cadeia produtiva da construção em torno de uma bandeira, criar condições favoráveis para a realização de negócios, troca de tecnologias, informações e conhecimentos, encontrar novas soluções para o crescimento e desenvolvimento do setor motivaram a realização, em 2004, do Minas Con – Evento Unificado da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção.

O encontro, promovido e realizado pela CIC/Fiemg, objetiva fomentar o desenvolvimento, o adensamento e a competitividade da cadeia produtiva da construção, revolucionando a filosofia de trabalho, o próprio

relacionamento e a sinergia desta cadeia, que vinha atuando de forma estanque e desmobilizada.

Em 2004, destacaram-se como principais atividades desenvolvidas durante o evento:

• realização de seminários tecnológicos, palestras, congressos, *workshops*, pesquisas e trabalhos universitários;

• realização de Clínicas Tecnológicas (consultorias especializadas);

• implantação da Câmara Setorial da Construção do Governo de Minas Gerais;

• lançamento do Centro Tecnológico da Construção (Ceticon);

• realização do Congresso Nacional de Materiais e Tecnologias;

• realização de palestras sobre o Patrimônio de Afetação, Alienação Fiduciária e Controverso;

• instalação da Diretoria de Crédito Imobiliário do Bradesco;

• realização do Congresso Nacional de Estruturas Metálicas; entre outros.

Os eventos técnicos totalizaram 158 atividades, realizadas em oito auditórios com área de 1.500 m^2, que propiciaram um fluxo de público de 1.300 pessoas/hora.

Também, como atividade integrante do Minas Con, foi realizada a Mostra de Produtos e Serviços, reunindo, em 2.800 m^2, 102 expositores divulgando novos produtos e tecnologias, máquinas e equipamentos, agentes financeiros e imobiliários. A Mostra de Produtos e Serviços teve a participação de 27 mil visitantes.

A partir da 3ª Edição (2006), o Minas Con será "itinerante". Nos anos pares, o evento será realizado em uma das principais cidades mineiras, ressaltando o potencial de cada região. A Mostra de Produtos e Serviços

somente acompanhará o Minas Con nos anos ímpares, quando será realizado na capital mineira.

Como uma das mais inovadoras propostas de evento, em níveis nacional e estadual, o Minas Con se destaca na área da responsabilidade social entregando, à comunidade na qual é realizado o evento, um projeto urbanístico/social. Na primeira edição do evento, em 2004, a CIC/Fiemg entregou ao prefeito de Belo Horizonte, Fernando Pimentel, o projeto assinado pelo arquiteto mineiro Gustavo Penna, sobre a revitalização da Praça Raul Soares. No mesmo momento, a cadeia produtiva se comprometeu a ser parceira na viabilização do projeto. Isso cria um objetivo comum, dentro da cadeia, que acaba por estimular, ainda mais, a união dos agentes.

7. Brechó da Construção

Inaugurado em agosto de 2003, o Brechó da Construção, entidade sem fins lucrativos, é o resultado de uma ação conjunta de empresários e entidades do setor da construção.

A idéia surgiu com a necessidade que o setor tinha em contribuir para a melhoria de vida dos trabalhadores da construção e também de famílias de baixa renda que habitam o município de Belo Horizonte, buscando assegurar uma imagem positiva da classe junto à sociedade, enquanto participante ativo do desenvolvimento e crescimento social.

A partir da constatação da existência de sobras de materiais aproveitáveis nos canteiros de obras, as entidades conclamaram suas associadas a doarem esses materiais ao centro de distribuição do Brechó da Construção. O projeto recebe as doações em bom estado e posteriormente as disponibiliza a um custo simbólico para famílias com renda de até três salários mínimos, previamente cadastradas. Esses materiais são empregados em obras domésticas, como reformas ou benfeitorias em suas residências. O imóvel da família não pode estar construído em áreas de invasão e/ou de risco e a edificação deve seguir os critérios mínimos de técnicas de engenharia (não oferecendo riscos à família).

Para as entidades idealizadoras do projeto, não se trata de filantropia, mas sim de logística de reaproveitamento de recursos materiais, dando-lhes

um destino utilitário, em benefício da população com poucos recursos, sem implicar em gastos financeiros extras. O projeto não tem como objetivo somente o aproveitamento de materiais não utilizados pelas construtoras em suas obras, mas também todo e qualquer material de construção que se origine de demolição, reformas particulares, pontas de estoques, mostruários e refugos do comércio e da indústria ou, ainda, adquirido por terceiros com o objetivo direto de doação.

Além dos ganhos econômicos e sociais, o brechó propicia ganhos ambientais relevantes, pois com o incentivo às doações dos materiais não utilizados nas obras, evita-se que os mesmos sejam depositados em locais inapropriados, contribuindo assim para a redução dos conhecidos "bota-foras".

O desenvolvimento, estruturação e operacionalização do Brechó da Construção são de responsabilidades de seus idealizadores, todos membros da CIC/Fiemg: Serviço Social da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais (Seconci-MG), Sindicato da Indústria da Construção Pesada no Estado de Minas Gerais (Sicepot-MG), Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais (Sinduscon-MG), a Associação do Comércio de Materiais de Construção em Minas Gerais (Acomac-MG), Sindicato dos Locadores de Equipamentos, Máquinas e Ferramentas de Minas Gerais (Sinndileq-MG) e Sebre-MG. O projeto conta ainda com as participações da Ação Social Arquidiocesana (ASA), União Brasileira de Educação e Ensino (UBEE) – Maristas além da Secretaria Municipal de Coordenação de Política Urbana e Ambiental (Scomurb)/Secretaria Municipal de Habitação (SMHAB). Cada uma das entidades participantes tem o seu papel definido. O Sindileq-MG participa cedendo os caminhões e as caçambas responsáveis pelo recolhimento e transporte do material doado até o galpão do Centro de Distribuição, cedido pelos Irmãos Maristas. O cadastramento e seleção das famílias a serem contempladas ficaram a cargo das Secretarias Municipais de Coordenação de Política Urbana e Ambiental e de Habitação e da Ação Arquidiocesana, por possuírem um histórico no desenvolvimento de ações sociais.

Para garantir a correta utilização do material, os critérios de seleção dos receptores das doações levaram em consideração, além da renda familiar máxima de três salários mínimos, a carência socioeconômica e os casos de urgência nas reformas e melhorias das moradias.

Em um ano de existência (2003-2004), o Brechó da Construção já contabiliza o atendimento a 110 famílias do município de Belo Horizonte, totalizando, aproximadamente, R$ 100 mil em doações de materiais de construção em condições de uso.

O sucesso de um projeto como o Brechó da Construção não se consegue apenas com a seriedade das entidades participantes, mas sobretudo com a conscientização e sensibilização de toda a classe empresarial e comunidade, para a importância da participação de todos na construção de uma sociedade mais justa. Não se pode esperar que somente o Estado tenha a responsabilidade de solucionar e amenizar o sofrimento das parcelas mais carentes da sociedade, é preciso a participação efetiva de cada ator social no cumprimento do seu papel.

8. Serviço Social da Indústria da Construção (Seconci-MG)

Sociedade civil, sem fins lucrativos, criada por iniciativa dos empresários da construção, o Serviço Social da Indústria da Construção, presente em 21 cidades brasileiras, visa a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores do setor e de seus dependentes, por meio do cuidado com sua saúde e bem-estar, prestando-lhes, ainda, assistência social e na área de segurança do trabalho.

Três premissas básicas norteiam a ação do Seconci, dando-lhe uma identidade peculiar enquanto instituição de assistência social e à saúde:

• O respeito à dignidade da pessoa do trabalhador, expresso na atenção da consulta com hora marcada, na acolhida da recepção e na preocupação do atendimento integral: médico, odontológico e social;

• A priorização da promoção da saúde e da prevenção de doenças em vez do tratamento de doenças, expressas nas ações de educação em saúde envolvendo alcoolismo, DST/Aids, dengue, cólera, saúde da boca, hipertensão arterial, vacinação, rastreamento oftalmológico e ações de melhoria nas condições e meio ambiente do trabalho;

• O investimento feito pelas empresas mantenedoras demonstra sensibilidade do construtor no campo da responsabilidade social, proporciona

melhoria da imagem do setor da construção e produz retorno em produtividade.

No ano de 2003, 6.140 empresas investiram R$ 28.611.392,00, por meio dos Seconcis estaduais, proporcionando atendimento à saúde de 535.481 empregados e seus dependentes.

Em Minas Gerais, o Seconci foi criado em 1992, estando estruturado nas seguintes áreas de atuação:

• Médico-Assistencial (média de atendimento mensal = 1.200 consultas);

• Médico-Ocupacional (média de atendimento mensal = 750 consultas);

• Odontológica (média de atendimento mensal = 1.500 consultas);

• Segurança do Trabalho (média de inspeção de risco preventiva em obra = 45 mês) e

• Assistência Social.

COLABORADORES

Daniel Ítalo Richard Furletti	– Sinduscon-MG
Gustavo Eskenazi Charlemont	– Sindimig
Ildeu França Júnior	– Minas Con
Ivon Ribeiro de Godoy	– Seconci-MG
João Lopes Faria Neto	– Fea - Fumec
Luciene Pires Teixeira	– Sinduscon-MG
Márcio Kilson	– Ciserve
Paulete Berger	– Sinduscon-MG
Roberto Matozinhos	– Sinduscon-MG
Vanessa Visacro	– Sebrae-MG

editoraçãocgee

Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

Parcerias Estratégicas

N. 20 (pt. 2) – junho 2005 – Brasília, DF

cgee

ISSN 1413-9375

Parc. Estrat. | Brasília, DF | n. 20 (pt. 2) | p. 555-948 | jun. 2005

Parcerias Estratégicas – número 20 – junho 2005

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
Presidente
Evando Mirra de Paula e Silva
Diretores
Marcio de Miranda Santos
Paulo Afonso Braccarense Costa

Terceira Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
Secretário Geral
Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho
Assessoria Técnica
Ernesto Costa de Paula
Flávio Giovanetti de Albuquerque
Kley Cabral da Hora Maya Ferreira
Mara da Costa Pinheiro
Sandra Mara da Silva Milagres

Revista Parcerias Estratégicas
Editora
Tatiana de Carvalho Pires
Editora-Assistente
Nathália Kneipp Sena
Projeto gráfico
Anderson Moraes
Editoração eletrônica
André Luiz Garcia

Parcerias estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. - Vol. 1, n. 1 (maio 1996)- v. 1, n. 5 (set. 1998) ; n. 6 (mar. 1999)- . – Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos : Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996-1998 ; 1999-

v. ; 25 cm.

Irregular.
Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.
Ed. especial: n. 20 (jun. 2005), incluindo: pt. 1. Inclusão social ; pt. 2. Áreas de interesse nacional ; pt. 3. Gestão e regulamentação ; pt. 4. Presença internacional ; pt. 5. Geração de riqueza.
ISSN 1413-9375

1. Política e governo – Brasil 2. Inovação tecnológica I. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. II. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CDU 323.6(81)(05)

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Quadra 2 Bloco A Edifício Corporate Financial Center salas 1102/1103
70712-900 – Brasília, DF
Tel: (xx61) 3424.9600 / 3424.9666
e-mail: editoria@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br>
Distribuição gratuita

Conferência Nacional de C,T&I
Tel: (xx61) 3424.9670 / 9656 / 9635
e-mail: ecosta@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br/cncti3/>

PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Número 20 · junho/2005 · ISSN 1413-9375

Sumário

Áreas de interesse nacional

O veículo lançador de satélites
Adriano Gonçalves, Mauro Melo Dolinsky, Silvio Fazolli 559

Sistema Regional de Inovação Aeroespacial: oportunidades e desafios
Agliberto Chagas 581

Desenvolvimento regional e inovação como instrumentos fundamentais para o desenvolvimento brasileiro
Antonio Carlos F. Galvão 593

Ciência, tecnologia e informação para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônia
Bertha K. Becker 621

Programa Biota/Fapesp, o modelo brasileiro para gestão de um recurso estratégico: a biodiversidade
Carlos Alfredo Joly 653

Necessidades para adequação da matriz institucional de ciência e tecnologia na Amazônia
Cássio Alves Pereira 663

Interações biosfera-atmosfera na Amazônia: contribuições do projeto LBA ao conhecimento e ao desenvolvimento sustentável da região
Flávio J. Luizão 681

Territórios digitais: as novas fronteiras do Brasil
Gilberto Câmara, Antônio Miguel Monteiro, Aldaíza Sposati, Frederico Roman Ramos, Dirce Koga, Ana Paula Dutra de Aguiar 709

Recursos hídricos
José Galizia Tundisi 727

Ciência, tecnologia e desenvolvimento regional na faixa de fronteira do Brasil
Lia Osorio Machado 747

Cooperação Sul-Sul para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia
Luis E. Aragón 767

Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil
Maria das Graças Silva Foster, Symone Christine de S. Araújo, Mário Jorge da Silva ... 795

Aspectos para construção de um ambiente propício para implantação de uma política de inovação para a indústria brasileira
Maurício Cardoso Arouca 821

Ciência, tecnologia, inovação e a defesa nacional
Maurício Pazini Brandão 831

O Sistema Cartográfico Nacional: o desafio do ordenamento e gestão do território brasileiro
Paulo César Teixeira Trino 861

Recursos minerais e sua contribuição ao desenvolvimento do país: desafios em ciência, tecnologia e informação
Roberto Dall'Agnol 875

Os impasses para a produção de energia no globo e no Brasil
Rogério Cerqueira Leite Leite 901

Mar-oceanografia/biologia pesqueira
Silvio Jablonski 911

O veículo lançador de satélites

Adriano Gonçalves[*]
Mauro Melo Dolinsky[**]
Silvio Fazolli[***]

Importância para o país

As pesquisas espaciais têm dado às nações a elas dedicadas uma autonomia em relação às demais, similar àquela que possuíam os países colonizadores europeus, capazes de construir embarcações e realizar navegações por meio dos oceanos, nos séculos XIV e XV. Essa característica redunda em poder que vai além do conhecimento científico e da capacidade de influir política ou militarmente. Abrange, principalmente, aspectos econômicos advindos das inúmeras oportunidades comerciais obtidas por meio da oferta de produtos e serviços consumidos pela sua população e também por grande parcela das nações que não puderam gerar essas facilidades.

Ao longo dos anos, a pesquisa espacial foi capitaneada pelos interesses políticos, científicos e militares. Hoje, o investimento nesta área traz consigo uma esteira de atividades comerciais das quais as telecomunicações são o exemplo mais marcante. Benefícios diretos e indiretos se verificam, também, em quase todas as áreas da atividade humana.

Nesse contexto, os veículos lançadores e os foguetes de sondagem constituem meios importantes para as pesquisas e utilização prática e comercial do espaço. Eles representam o meio de transporte pelo qual satélites, homens e estações habitadas são colocados em órbita da Terra,

[*] Adriano Gonçalves é coordenador técnico do Projeto VLS-1.
[**] Mauro Melo Dolinsky é vice-diretor de Espaço do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE).
[***] Silvio Fazolli é chefe da Coordenadoria da Qualidade e Confiabilidade do IAE.

experimentos são conduzidos dentro e fora da atmosfera terrestre e missões para exploração da Lua e outros planetas são realizadas.

O século XXI será marcado pelo domínio completo do espaço próximo a Terra e pelas incursões do homem rumo aos planetas do sistema solar. Mais uma vez, o domínio das ações caberá a um grupo restrito de nações como foram, no passado, as descobertas e conquistas dos novos continentes. Assim sendo, o Brasil, dentro de seu planejamento estratégico como nação que possui pretensão de ocupar uma posição de destaque entre as nações mais desenvolvidas, não pode prescindir de investimentos em capacitação na área espacial.

Panorama internacional

Os veículos espaciais representam uma classe particular de meio de transporte. Entretanto, quando são analisados do ponto de vista de suas funções ou missões, pouco diferem dos outros meios de transporte mais conhecidos, ou seja, a função do veículo de transporte espacial é a de conduzir uma determinada carga-paga de um ponto inicial a um ponto final, que em geral é uma órbita em torno da Terra. O que difere de fato é a dificuldade de acesso a estes pontos e a tecnologia exigida para cumprimento de tal missão. Esses fatores acabam restringindo bastante o número de países que podem prestar esse tipo de serviço.

Os países ou consórcio de países que hoje fabricam e operam seus veículos espaciais possuem esta atividade por uma opção e decisão de nação e não apenas por interesse isolado de uma iniciativa privada. Estados Unidos, Rússia, Comunidade Européia, China, Japão, Índia, Israel e Brasil chegaram à conclusão de que a atividade espacial na área de veículos é de fundamental importância estratégica e têm realizado investimentos nesta área. Com isso, alguns países alavancaram uma forte atividade comercial em torno de seus veículos e outros estão fomentando a participação de suas empresas nacionais no mercado de serviços de transporte espacial. Não há, até o momento, veículo lançador de satélites ou tripulado em que não tenha ocorrido investimento governamental no seu desenvolvimento. Todos os veículos em uso comercial hoje são oriundos de programas de governo para realizar missões de aplicação, científicas ou militares, e que foram, posteriormente, transformados em lançadores comerciais.

Atualmente, dedicam-se à construção e operação de veículos de transporte espacial: Estados Unidos, Rússia, consórcio de países da Europa, Ucrânia, China, Japão, Índia, Israel, Coréia do Norte e Brasil. Além destes, demonstram algum interesse em possuir um programa espacial visando à construção de seus próprios lançadores a Espanha, a Itália, a África do Sul e a Austrália.

Todos os veículos atualmente em operação, à exceção do *Space Shuttle* americano, são convencionais ou descartáveis, ou seja, uma vez cumprida a missão não são reutilizados. A entrada do *Shuttle* em operação estabeleceu um marco importante que foi a de operação de um veículo parcialmente reutilizável. Essa iniciativa ousada, embora de custo de desenvolvimento e operacional elevadíssimo, está abrindo caminho a outras iniciativas em direção aos veículos espaciais totalmente reutilizáveis, a exemplo do que são os aviões nos dias de hoje.

Para o transporte espacial no século XXI, há uma forte tendência em direção aos veículos totalmente reutilizáveis. Pode-se dizer que deverá haver uma convergência entre as características do transporte aeronáutico e as características do transporte espacial. A principal conseqüência da reutilização dos veículos espaciais será a redução de custos de transporte de cargas até uma órbita da Terra.

PANORAMA NACIONAL

O Brasil foi um dos primeiros países em desenvolvimento a executar atividades espaciais de forma institucionalizada, tendo estabelecido organizações governamentais desde o início da década de 60 dedicadas ao cumprimento de um programa de desenvolvimento de foguetes de sondagem, de complexidade e sofisticação crescentes, visando o domínio das tecnologias básicas para o desenvolvimento e operação de veículos lançadores de satélites.

As iniciativas nacionais no setor espacial ganharam novo impulso no final da década de 70 com o estabelecimento da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), sob a coordenação da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), subordinada ao então Estado-Maior das Forças Armadas (EMFA), que definiu como metas o desenvolvimento de pequenos

satélites de aplicações (coleta de dados ambientais e sensoriamento remoto) e de um veículo lançador compatível com os portes e missões daqueles satélites.

Em 1994, foi criada a Agência Espacial Brasileira (AEB), autarquia federal, com a finalidade de promover o desenvolvimento das atividades espaciais de interesse nacional.

A partir de 1996, as atividades espaciais brasileiras foram organizadas de forma sistêmica com a instituição do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE).

A AEB é o órgão central do Sindae e tem a responsabilidade de formular a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e de elaborar o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

A política espacial brasileira estabelece os objetivos principais e as diretrizes para as atividades a serem desenvolvidas. A meta principal é definida como sendo a de proporcionar, ao país, a capacidade de utilizar os recursos e técnicas espaciais, de acordo com prioridades e critérios preestabelecidos, para solucionar problemas nacionais em benefício da sociedade brasileira.

Integram o Sindae como órgãos setoriais:

– o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), do Ministério da Ciência e Tecnologia; e

– o Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento (Deped), do Comando da Aeronáutica.

O Inpe está encarregado de projetos dirigidos ao desenvolvimento de satélites e tecnologias relacionadas, bem como pesquisa e desenvolvimento na área de Ciências Espaciais, incluindo Aeronomia, Astrofísica, Geofísica Espacial e Aplicações Espaciais, particularmente Sensoriamento Remoto, Oceanografia e Meteorologia.

O Deped é responsável pelo desenvolvimento de veículos lançadores, foguetes de sondagem e tecnologias associadas, além de parte do programa de infra-estrutura espacial, particularmente a implantação do Centro de

Lançamento de Alcântara (CLA) e a atualização e manutenção do mesmo e do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI).

As atividades desenvolvidas pelos órgãos do Deped já trouxeram resultados marcantes para a indústria nacional, notadamente nas áreas de:

– Química de propelentes, elastômeros, materiais ablativos e adesivos;

– Materiais compósitos e tecnologia de bobinagem de fios e fitas sintéticas;

– Aços especiais de alta resistência e tubos de alumínio sem costura; e

– Processos e meios indústriais de usinagem, soldagem, tratamento térmico e de conformação de metais.

Ao considerar as iniciativas de esforço nacional para geração de tecnologia própria, deve-se ter sempre em mente, também, as restrições internacionais às exportações de equipamentos e tecnologia considerados de valor político-estratégico. Essas restrições impostas pelas nações desenvolvidas (proibição de fornecimento ou fornecimento sob condições de controle), são especificamente dirigidas a mísseis, mas dada à similaridade das tecnologias envolvidas, causam impacto direto sobre o setor espacial, especialmente no tocante a lançadores e foguetes de sondagem. Essas dificuldades adicionais engrandecem ainda mais os resultados alcançados pelo Brasil na área espacial, não apenas no que se refere aos veículos desenvolvidos mas, também, às inovações tecnológicas necessárias para se chegar aos produtos espaciais ou decorrentes do desenvolvimento (subprodutos).

HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS ESPACIAIS NO BRASIL

Cronologicamente, as atividades espaciais no Brasil e a capacitação na produção de materiais para uso do espaço iniciaram-se com o programa de desenvolvimento de foguetes de sondagem.

O Sonda I (Figura 1), um foguete de dois estágios, especificado pelo então Ministério da Aeronáutica e desenvolvido pela indústria nacional, visava atender um programa internacional de sondagens meteorológicas. Seu primeiro lançamento ocorreu em 1967 e até sua retirada de operação 223

Figura 1. Sonda

vôos foram realizados. Desse veículo decorreram foguetes militares produzidos por uma empresa brasileira.

Em 1967 foi iniciado o projeto do foguete Sonda II, (Figura 2) de maiores dimensões que o Sonda I, embora monoestágio. A filosofia de trabalho implantada era de desenvolvimento dos protótipos dentro do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), com a participação da indústria em componentes específicos, para os quais apresentasse competência ou potencial técnico.

Dentro dessa visão, os primeiros protótipos tinham não apenas seu projeto e fabricação estrutural realizados no CTA mas também seu propelente e proteções térmicas.

Além disto, matérias-primas consideradas estratégicas eram também ali pesquisadas e desenvolvidas. Em julho de 1969, era realizada a primeira tentativa de lançamento do foguete Sonda II, mas seu primeiro vôo, com êxito, só seria realizado em abril do ano seguinte. O projeto continuou como uma espécie de laboratório de testes de novos componentes e de desenvolvimento de cargas úteis tecnológicas e científicas, essas últimas envolvendo outros centros de pesquisa e universidades brasileiras.

Figura 2. Sonda II

Em 1970, já havia sido iniciado o projeto do Sonda III (Figura 3), um foguete de sondagem de médio porte, bi-estágio, tendo como segundo estágio o propulsor do Sonda II. A partir de 1972, paralelamente ao desenvolvimento de foguetes no CTA/IAE (antigo Instituto de Atividades Espaciais, atual Instituto de Aeronáutica e Espaço), investiu-se, mais fortemente, no programa de desenvolvimento de instrumentações para estes veículos, de modo a permitir a avaliação das performances de seus subsistemas e do seu comportamento dinâmico durante o vôo. Além disto, como introdução ao domínio das tecnologias envolvidas no controle de foguetes, desenvolveu-se, entre 1974 e 1979, um sistema de controle de atitude para cargas úteis, capaz de mantê-la apontada para o sol durante a sua fase balística.

Em 1974, durante a fase de desenvolvimento do Sonda III, e já visando dominar tecnologias necessárias para chegar-se a um veículo lançador de satélites, o CTA/IAE iniciou o desenvolvimento do Sonda IV (Figura 4), um foguete de dois estágios que empregava como segundo estágio o motor do primeiro estágio do Sonda III. O Sonda IV era extremamente mais

Figura 3. Sonda III

sofisticado que os seus antecessores, possuindo um sistema de controle nos seus três eixos e uma capacidade de carga útil muito superior.

Com o projeto Sonda IV foram implantadas as bases necessárias para iniciar o projeto do primeiro veículo brasileiro capaz de lançar satélites em órbita baixa, incluindo-se aí a implantação de uma Usina de Propelentes capaz de carregar motores de até dez toneladas de propelente sólido.

A partir de 1986, intensificaram-se os esforços de trabalho para o desenvolvimento do primeiro veículo lançador de satélites o VLS-1.

Figura 4. Sonda IV

Paralelamente aos desenvolvimentos acima, investiu-se muito na formação de pessoal com uma boa parte da força de trabalho, sobretudo de nível superior, sendo enviada ao exterior para especialização na área espacial, incluindo pós-graduação. Esses especialistas ao retornarem ao Brasil espalhavam seu conhecimento por meio de cursos e treinamento de equipes.

VEÍCULO LANÇADOR DE PEQUENO PORTE – CARACTERISTÍCAS DO VLS-1

O VLS-1 (Figura 5) é um veículo da classe de lançadores de pequenos satélites com capacidade de colocar satélites de até 350 kg em órbitas circulares baixas de pequenas inclinações, ou satélites de até 270 kg em órbitas polares de aproximadamente 200 km. Possui quatro estágios, comprimento total de 19m, propulsores com diâmetro de1m e massa total na decolagem de 50 t, sendo 41,7 t de propelente sólido.

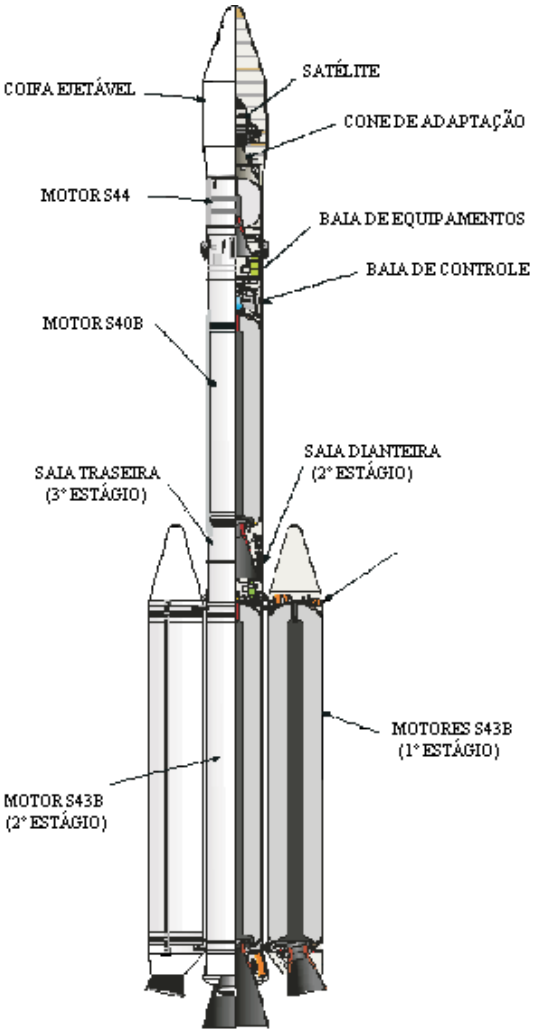


Figura 5. Desenho esquemático do VLS-1

Benefícios do programa de veículos espaciais

A MECB (Missão Espacial Completa Brasileira), um dos pilares do programa espacial brasileiro, foi concebida para atingir a meta de lançar um satélite nacional, por meio de um veículo produzido no Brasil, a partir de um Centro de Lançamento localizado dentro do país. Tal objetivo deixa transparecer a clara determinação do Brasil em se tornar independente em área tão estratégica.

Para um país de dimensões continentais, que possui toda sua rede de telecomunicações baseada em satélites fabricados e lançados por outras nações, o próprio ciclo de aprendizado para o lançamento de um satélite em órbita baixa abre caminho para que se alcance a necessária soberania nesse setor.

Os resultados, em termos de subprodutos e qualificação industrial, puderam ser sentidos desde os inícios dos primeiros projetos. O Sonda I, forçava, na década de 60, a necessidade de mobilização do parque industrial brasileiro para a produção de tubos sem costura de ligas de alumínio, de alta resistência, até então não produzidos no país. Uma empresa paulista, a Termomecânica São Paulo S/A, empenhou-se para resolver este problema e permitiu o domínio dessa tecnologia. A aplicação dessa tecnologia foi usada na confecção de guia de válvulas de motores automobilísticos, área em que o país se tornou forte exportador por muitos anos.

Já foi citado que a empresa encarregada do desenvolvimento do Sonda I (Avibrás) aplicou o conhecimento adquirido nesse projeto naquela que se tornou uma de suas principais áreas de atuação: a produção e exportação de foguetes de aplicação militar.

Com o Sonda II novos desafios foram enfrentados e, mais uma vez, o parque nacional se beneficiou. A estrutura desse foguete, bem como a do Sonda III que viria a seguir, necessitava da utilização de laminados de aço de alta resistência (SAE 4130, 4140 e 4340) que não estavam disponíveis no Brasil no início desses projetos. A empresa Acesita atendeu aos pedidos do então Ministério de Aeronáutica e pouco tempo depois não só as necessidades da atividade espacial eram supridas, mas também as do parque industrial nacional.

Na área de química estes projetos permitiram o início do desenvolvimento de materiais ablativos e isolantes e dos combustíveis sólidos e seus principais insumos. Uma característica interessante na área de propelentes, é que, embora envolvendo tecnologia sensível, nenhuma tecnologia foi comprada do exterior e diversos empreendimentos industriais nacionais dela derivaram.

O perclorato de amônio, ingrediente obrigatório nos propelentes composites, foi o primeiro produto a ser desenvolvido. Inicialmente o seu desenvolvimento foi independente de parceiros industriais, chegando-se até uma usina piloto semi-industrial. Para a implantação de uma fábrica que

atendesse à demanda estratégica do programa espacial houve uma parceria com a empresa Andrade Gutierrez que investiu os recursos necessários. Na fase industrial atual, a empresa Aliança Eletroquímica (AEQ) produz o Perclorato de Amônio em condições de uso espacial, utilizando a tecnologia desenvolvida no IAE.

Esta mesma empresa, também utilizando tecnologia repassada pelo IAE, produz ácido perclórico, sendo a única produtora nacional desse item de larga aplicação em laboratórios químicos. Essas tecnologias, repassadas para a iniciativa privada, rendem economia de divisas pela substituição da importação e pela exportação destes produtos para outros países.

Ainda na área de Química, outro insumo nacionalizado foi a resina aglutinante, um elastômero líquido utilizado nos propelentes composites. Nesse caso, o IAE associou-se ao Centro de Pesquisas da Petrobrás (Cenpes) e, dos trabalhos conjuntos, foram geradas tecnologias referentes à produção de resinas líquidas reativas de polibutadieno (PBLH e PBLC), os aglutinantes mais modernos utilizados em propelentes composites. Essas tecnologias foram transferidas para a Petroflex (do grupo Petroquisa e hoje privatizada), deram origem a instalações industriais com capacidade de produção de PBLH (Liquiflex). Esse produto, com larga aplicação fora da área espacial (tintas, adesivos, borrachas, e até ração animal), tem sido consumido no mercado interno e exportado para outros mercados do exterior. Deve ser observado que os Estados Unidos que se negou a vender para o Brasil seu produto similar é hoje um dos maiores compradores do produto brasileiro.

Na área de fabricação mecânica também progressos feitos no IAE chegaram até o parque industrial com benefícios diretos em diversas áreas. Na área de soldagem, processos como o aplicado no Sonda IV (TIG) automático pulsante, foram desenvolvidos e otimizados por meio de trabalhos conjuntos com a iniciativa privada.

Na área de metalurgia, aços de ultra-alta resistência, como o 300M, cuja resistência chega a atingir 2100 MPa, foram desenvolvidos em cooperação com a indústria. Neste caso a empresa Eletrometal (hoje Villares Metals) produziu os lingotes de aço utilizando a técnica metalúrgica do eletroslag, a empresa Usiminas estudou e especificou em seus laboratórios os parâmetros de laminação e a empresa Acesita produziu industrialmente

os laminados de 300M. Esse tipo de material é utilizado na fabricação de trens de pouso de grandes jatos comerciais.

As atividades de pesquisa e desenvolvimento em materiais compósitos permitiram o domínio da tecnologia de bobinagem de fitas e fios sintéticos. Essas tecnologias foram transferidas para a empresa Cenic (denominação atual) que, além de fabricar envelopes motores e divergentes para a área espacial, possui em sua linha de produtos diversos itens de aplicação fora da área espacial resultantes da tecnologia repassada (vasos e tanques bobinados, etc.).

Os conceitos de estruturas otimizadas em materiais compósitos vêm sendo aplicados, de maneira crescente, no Programa Petrobras de capacitação tecnológica nacional para exploração de petróleo em águas profundas e a empresa está se capacitando para entrar nesse mercado utilizando o IAE como parceiro de desenvolvimento.

Técnicas desenvolvidas para a produção de cascas finas estruturais, calculadas por elementos finitos, permitiram a nacionalização de diversos tipos de ventiladores industriais.

É importante considerar o potencial do setor espacial para o crescimento e alavancagem do desenvolvimento nacional, como se verifica nos países desenvolvidos. Por ser um setor intrinsecamente tecnológico, o seu desenvolvimento é fundamental para estimular outros setores que possam se beneficiar das suas tecnologias, procedimentos e mão-de-obra qualificada. Deve-se ressaltar que um dos benefícios mais significativos para o país é a formação de recursos humanos do mais alto nível, capazes de atuar em diversos segmentos da sociedade.

Do desenvolvimento tecnológico obtido pela dedicação à pesquisa espacial, dado ao grau de qualidade e confiabilidade exigido, pode-se também extrair benefícios para outras áreas da atividade humana pela aplicação, muitas vezes imediata, dos materiais, produtos, processos e técnicas oriundas deste setor de atuação.

OBJETIVOS ESPERADOS

Normalmente, os especialistas ligados à área de planejamento orçamentário procuram argumentos para que os investimentos sejam para

aplicação em tecnologias que justifiquem o retorno à sociedade em curto prazo. Porém, na área espacial o retorno não pode ser medido de forma que os benefícios sejam advindos diretamente dos recursos alocados para o desenvolvimento das tecnologias espaciais.

Os recursos investidos pelos países desenvolvidos nas pesquisas espaciais são da ordem de bilhões de dólares e as receitas provenientes de tais aplicações são da ordem de milhões de dólares. Mas, então, o que traz a pesquisa espacial para a sociedade?

Vários os benefícios indiretos trazidos por esse tipo de desenvolvimento de tecnologia são conhecidos, entre eles destacam-se o aumento da capacitação de recursos humanos de uma nação, a geração de empregos de alta tecnologia e a produção de bens de alto valor agregado, benefícios estes difíceis de serem quantificados, mas que sem dúvida representam a alavanca do setor intelectual e produtivo dos países que se dedicam a essa área do conhecimento.

Outro ponto importante a se destacar está relacionado ao fator estratégico para o futuro de um país. A autonomia para produzir seus próprios satélites e lançá-los de seu próprio território é o objetivo perseguido pelos países desenvolvidos, incentivando as pesquisas e os desenvolvimentos espaciais, com orçamentos compatíveis.

Mesmo seguindo o modelo adotado no passado, apenas corrigindo suas falhas, o prosseguimento do desenvolvimento de lançadores com maior desempenho, representará um novo patamar tecnológico para o Brasil pois áreas como a de propulsão, sobretudo líquida, de pirotecnia, de eletrônica embarcada, de controle e guiagem, entre outras, envolverão vários segmentos da sociedade, gerando benefícios consideráveis. A demanda da alta tecnologia envolvida, a necessidade de novos processos de fabricação, a utilização de novos materiais resistentes às altas e baixas temperaturas, são desafios que deverão ser partilhados pelas competências existentes nas indústrias, centros de pesquisa e universidades, resultando em maior fortalecimento do poder aeroespacial do país.

Historicamente, nos desenvolvimentos de veículos aeroespaciais a indústria brasileira esteve sempre presente, quer absorvendo os resultados de pesquisas, quer produzindo seus próprios avanços diante das exigências de soluções criativas que os projetos impunham, mas a constante busca de uma maior participação das indústrias do setor deve ser fomentada.

Similarmente, o aumento da presença de instituições nacionais de ensino e pesquisa estimulará e sustentará o desenvolvimento de projetos e pesquisas na área espacial.

A cooperação internacional deverá, também, estar presente em muitas ações, constituindo alternativa essencial para a viabilização de algumas iniciativas de maior complexidade. Na verdade, nenhum dos países que atingiu a capacidade de produzir veículos lançadores o fez sem ajuda externa, mesmo os gigantes nessa área (EUA e Rússia) tiveram, pelo menos, o apoio dos cientistas alemães e se aproveitaram da tecnologia desenvolvida pela Alemanha com fins bélicos.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO ADOTADO

Uma vasta quantidade de publicações oriundas de estudos e reflexões de técnicos, autoridades e de eméritos especialistas, tem apontado vários aspectos e circunstâncias que agem negativamente e que limitam o crescimento e o desenrolar da atividade espacial no Brasil. Explicitamente no que se refere ao segmento de veículos espaciais, os diagnósticos indicam problemas relativos a: recursos financeiros, recursos humanos, remuneração adequada dos servidores, legislação, entre outros.

O que mais chama a atenção é o fato de, apesar de terem esses óbices sidos apontados de maneira contundente sendo indicadas soluções e caminhos coerentes para a resolução desses entraves, terem as ações necessárias e efetivas permanecidas estáticas ou ineficientes.

Recursos Financeiros: Em termos dos recursos financeiros, podemos voltar até o nascimento da MECB, onde se previa a aplicação de US$ 432,17 M, entre 1980 e 1988, para atender ao planejado com relação às atividades do Deped, prevendo-se os seguintes projetos com as respectivas capacitações a serem atingidas:

Foguetes de Sondagem: continuação do programa chegando-se a lançamentos de engenhos de crescente porte e complexidade, visando no período de 1980/1985 o desenvolvimento do Sonda IV (veículo base para a realização do VLS).

Capacitações a serem atingidas:

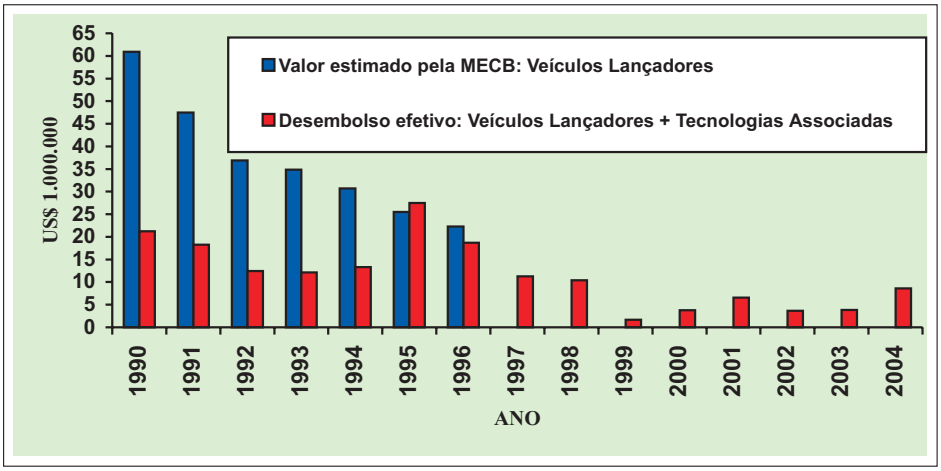
- Fabricação de blocos de propelente para foguetes de porte médio;
- Fabricação e ensaios de elementos estruturais de foguetes de grande porte;
- Pilotagem de foguetes por injeção secundária;
- Ensaio em vôo de foguetes pilotados;

VLS:

- Desenvolver capacidade industrial brasileira para a produção de bens em qualidade compatível com os critérios exigidos pelos programas espaciais;
- Adquirir capacitação tecnológica necessária para o planejamento de um programa espacial e para a utilização efetiva da capacidade industrial brasileira;
- Estabelecer competência na área de lançadores para projetar, construir e utilizar os componentes necessários à realização de uma MECB;
- Permitir ao país colocar em órbita satélites de interesse para seus programas de aplicação.

Base de Lançamento de Foguetes: devido à dificuldade de se usar o CLBI para lançamentos para o Norte, com exigência de grandes desvios (*dog-leg*) e prejuízo da carga satelizável, define-se como adequada, no Norte de Alcântara, uma área mais próxima do equador geográfico suficientemente ampla para não sofrer restrições por razões de segurança. Considera a manutenção do CLBI como apoio à trajetografia e à implantação em Alcântara de infra-estrutura de serviços básicos, de zona habitacional e de meios de rastreamento, trajetografia e telecomunicações.

Embora esse valor tenha sofrido diversas atualizações, com extensão de prazos e adaptação do quadro de recursos humanos, nota-se, observando-se sobretudo os últimos anos do segmento MECB do programa espacial, uma nítida diferença entre os valores previstos para o programa e os realmente desembolsados (Figura 6). Essa tendência dá claros sinais desde o início dos anos 90. Ressalta-se que justamente no período esperava-se um aumento de recursos pois, além de se pretender consolidar as tecnologias alcançadas, almejava-se continuar novos desenvolvimentos, avançando em patamares ainda mais solicitantes, pois o segmento tem como objetivo a busca crescente de evolução tecnológica.



Fontes: MECB, AEB

Figura 6. Desembolso de recursos financeiros para a condução da vertente de lançadores e tecnologias associadas.

Outro aspecto que se pode depreender da análise dos recursos efetivamente alocados ao setor diz respeito ao montante disponibilizado anualmente. Os números mostram de maneira inequívoca que não há nenhuma constância na liberação dos aportes. Do final dos anos 90 até 2003, a situação entrou em fase crítica e sofrível, trazendo com ela a impossibilidade da realização das metas tão desejadas.

A Tabela 1 mostra os valores investidos no setor espacial e, em termos de comparação, verifica-se que as nações que prosperam neste campo investem valores substanciais e de maneira constante.

Tabela 1. Recursos alocados no setor espacial em US$ milhões

EUA (Nasa)	13.000
Japão	3.100
França	1.800
Alemanha	1.000
Itália	600
Índia / Canadá/ Reino Unido	200 – 400
Brasil	60

Fonte Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB 1999).

Recursos Humanos: Ainda voltando ao planejamento inicial da MECB, o quadro de pessoal previsto praticamente jamais foi atingido, sendo que a situação foi se degradando ao longo do tempo e só nos últimos anos (2002-2004), com a autorização da realização de concursos públicos para o CTA a situação mostra uma tímida recuperação. A curva de pessoal prevista na MECB previa, para a área espacial do CTA, uma evolução em oito anos de 594 profissionais até 1.245 quando o quadro permaneceria estável até a entrada de outro projeto de porte superior ao VLS. Já em 1987 a defasagem em relação a este último número era de 36%, chegando ao pior resultado em 2001 (68%). A partir daí ocorreu alguma melhoria e hoje a defasagem é de 57%. A evasão, na maioria das vezes, é de profissionais experientes que, por serem altamente qualificados, são absorvidos prontamente por empresas. O fato de estes levarem uma bagagem de conhecimentos técnicos significativos, não deixa de se caracterizar como sendo um benefício à sociedade. No entanto, o setor espacial por não encontrar no mercado substitutos a altura, padece com a falta desses colaboradores de tão alta qualificação.

A saída desses profissionais se dá, na esmagadora maioria dos casos, pela busca de melhores condições salariais. A inadequação dos atuais planos de carreira é apontada como uma possível causa de insatisfação dos profissionais existentes e da procura abaixo do esperado, em qualidade pelo menos na participação nos novos concursos públicos. Além disso, nos primeiros anos da MECB os servidores do programa eram celetistas e a remuneração recebida, embora quase sempre abaixo daquela oferecida pela indústria, era razoável e superior à do serviço público. A facilidade de demissão e contratação permitia manter bons quadros ou substituí-los de forma rápida.

Hoje, como não existem mecanismos legais para a contratação de pessoal que não seja o concurso público, é necessária a manutenção desses concursos para possibilitar o acesso de novos profissionais que, com treinamento e vivência no setor, certamente virão a ocupar postos e assumir responsabilidades pertinentes.

Legislação e Participação de Empresas: Desenvolvimentos no setor de veículos espaciais necessitam para sua realização compras de bens e serviços. Materiais especiais ou serviços específicos, tão característicos desse segmento, muitas vezes contam com a participação de empresas em suas

fases de concepção e aprovação. Mas, após essa fase, qualquer pedido de aquisição deve ser feito por meio de licitação pública. Dessa forma empresas que não estão engajadas diretamente ao programa e não têm vocação para a realização das tarefas solicitadas podem apresentar-se como candidatas potenciais.

Embora existam mecanismos legais efetivos para descaracterizar as empresas que não atendam aos requisitos especificados e exista a figura jurídica da dispensa de licitação por inexigibilidade, ou seja, empresas comprovadamente capazes e exclusivas para a execução de determinado serviço podem ser contratadas, eliminando a possibilidade de presença de aventureiros; todos esses trâmites tornam o processo longo, acarretando em atrasos na execução dos cronogramas.

O PNAE em vigor estabelece para o setor produtivo nacional os objetivos de estabelecer e manter um cadastro de indústrias nacionais vocacionadas para o setor espacial; o estabelecimento de legislação e normas nacionais, em sintonia com a legislação internacional; a criação de mecanismos de certificação de empresas e produtos para o programa espacial, o fomento de transferência de tecnologia para as empresas certificadas e a preparação de mecanismos legais de estímulo e de preservação de condições justas de competição para as empresas do setor industrial.

Essa iniciativa visa a proporcionar condições para que a indústria nacional participe cada vez mais do programa espacial brasileiro, com qualidade e processos que a torne competitiva no mercado mundial. Na área de veículos lançadores de satélites e de foguetes de sondagem, o país ainda não dispõe de uma empresa que assuma a liderança nacional para atuar no programa como um arquiteto industrial. Essa situação decorre de diversas causas mas, principalmente, da incerteza e escassez do orçamento brasileiro para o setor.

Apesar dessa dificuldade, existem mais de cem empresas brasileiras que participam do desenvolvimento dos veículos lançadores nacionais, ficando a tarefa de integração ainda sob a responsabilidade do CTA.

A Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB), entidade que reúne empresas altamente qualificadas, mostra que já existe

no Brasil competência e capacidade para enfrentar, com a certeza de sucesso, os desafios propostos.

A Figura 7 apresenta um quadro com as empresas presentes no desenvolvimento e produção do VLS-1. Esta figura dá uma amostra da participação tão valorosa dessas empresas, presença essa que deve e precisa ser aumentada.

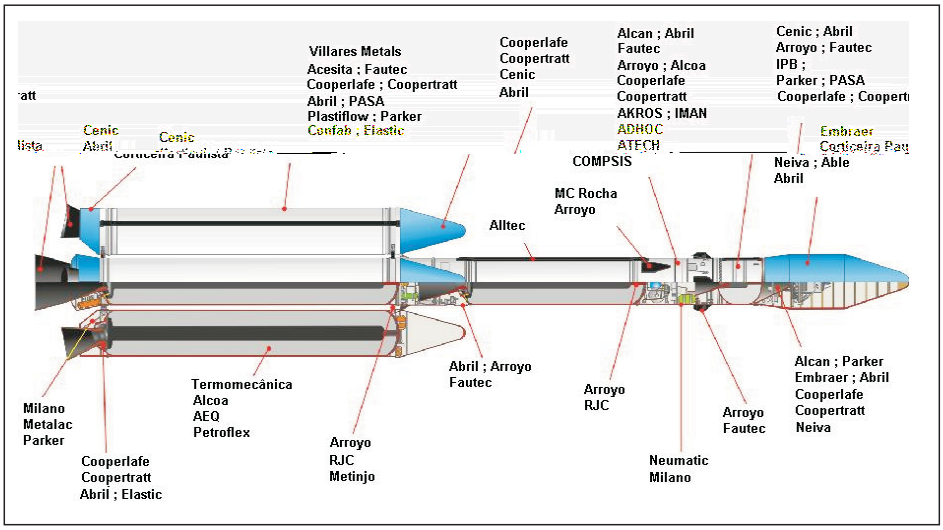


Figura 7. Participação das indústrias no projeto VLS-1

Conclusão

"Para predizer o que vai acontecer,
é preciso entender o que ocorreu antes"
(Maquiavel)

Este documento foi realizado com o objetivo de apresentar uma visão histórica de uma vertente do programa espacial brasileiro, que embora ainda não tenha chegado, com êxito, ao seu evento mais marcante (vôo completo do VLS-1 com satelização), vem cumprindo ao longo dos anos seu papel de mobilizador, atingindo a muitos de seus objetivos e, por vezes, até superando o esperado (sobretudo quando comparado com os meios que deveriam ser disponibilizados). Ele foi feito, principalmente, com a finalidade de fornecer subsídios para a sua análise e estabelecimento de linhas de ações futuras.

Vimos que o modelo utilizado pelo CTA foi bem planejado e deu diversos frutos, conseguindo envolver a indústria (mais) e a universidade (menos), além de criar tecnologias ou melhorar processos que elevaram a capacidade da indústria nacional. Essa capacitação também foi ajudada, embora de forma dolorosa para o programa, pela evasão de profissionais treinados pelo IAE, no Brasil e no exterior.

As falhas do programa foram decorrentes do não fornecimento, no momento adequado, dos meios planejados e solicitados, além da dificuldade da legislação brasileira conviver com exceções que privilegie a qualidade do bem a ser adquirido.

Como foi visto, um novo programa, como o prosseguimento do desenvolvimento de lançadores com maior desempenho, representará um novo patamar tecnológico para o Brasil pois áreas como a de propulsão, sobretudo líquida, de pirotecnia, de eletrônica embarcada, de controle e guiagem, entre outras, envolverão vários segmentos da sociedade, gerando benefícios consideráveis. A demanda da alta tecnologia envolvida, a necessidade de novos processos de fabricação, a utilização de novos materiais resistentes às altas e baixas temperaturas, são desafios que deverão ser partilhados pelas competências existentes nas indústrias, centros de pesquisa e universidades, resultando em maior fortalecimento do poder aeroespacial do país.

Para a consecução desse novo programa é preciso que todas as falhas anteriores sejam corrigidas, destacando-se:

1. o atendimento ao planejado (recursos humanos e financeiros), preferencialmente com o projeto sendo tratado como um projeto de Estado (a fim de não se submeter às mudanças de prioridade de cada governo);

2. um maior envolvimento das universidades e centros de pesquisa;

3. a seleção de um parceiro industrial forte que exerça o papel de arquiteto industrial, liberando o CTA para as atividades de projeto, pesquisa e desenvolvimento e permitindo uma maior flexibilidade, por ser empresa privada, na aquisição de bens e serviços de terceiros.

O êxito de tal programa levaria à necessária autonomia que um país deve possuir com relação à colocação de seus satélites em órbita, não se submetendo aos interesses políticos, econômicos e militares das nações que detêm esta capacitação.

Referências

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA (Brasil). *Programa nacional de atividades espaciais:* PNAE, 1998-2007. Brasília, 1998.

B. NETTO, Daniel. *SINDAE, PNDAE e PNAE*. Brasília: MCT, 1999.

BARTELS, Walter. *A participação industrial no programa nacional de atividades espaciais:* PNAE. Brasília: MCT, 1999.

COMANDO DA AERONÁUTICA (Brasil). Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento. Centro Técnico Aeroespacial. *Desenvolvimento de veículos espaciais*: plano estratégico, 2003-2007. [S.l.:s.n.], 2003.

DOLINSKY, Mauro M. *IAE:* presença brasileira no espaço: relatório técnico. São José dos Campos: CTA/IAE, 1990.

MEIRA FILHO, Luiz G.; FORTES, Lauro T. G.; BARCELOS, Eduardo D. Considerações sobre a natureza estratégica das atividades espaciais e o papel da Agência Espacial Brasileira. *Parcerias Estratégicas,* Brasília: MCT, n. 7, out. 1999.

RIBEIRO, Tiago S. Veículos lançadores de satélites: cenário atual e futuro. *Parcerias Estratégicas,* Basília: MCT, n. 7, out. 1999.

SANTOS, José M. A. *Veículos lançadores de satélites e sondagens:* benefícios e aspectos estratégicos. Brasília: MCT, 1999.

SANTOS, Reginaldo dos. O programa aacional de atividades espaciais frente aos embargos tecnológicos. *Parcerias Estratégicas,* Brasília: MCT, n. 7, out. 1999.

TERACINE, Edson B. Os benefícios sócio-econômicos das atividades espaciais no Brasil. *Parcerias Estratégicas,* Brasília: MCT, n. 7, out. 1999.

Sistema Regional de Inovação Aeroespacial: oportunidades e desafios

*Agliberto Chagas**

Introdução

Embora a industrialização de São José dos Campos remonte a década de 40, a região só assumiu a condição de pólo tecnológico a partir da criação e instalação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), na década de 50. Foi com o advento do CTA que se criou a massa crítica necessária para o estabelecimento de um arranjo produtivo aeroespacial de longo prazo. Entretanto, do ponto de vista industrial, a responsável pela alavancagem do setor foi a Embraer.

A combinação desses fatores criou as condições necessárias para o estabelecimento de um Sistema Regional de Inovação complexo. Atualmente, a produção de inovações tecnológicas no setor aeroespacial conta com uma rede dividida em dois segmentos. O primeiro, capitaneado pelo Programa Espacial Brasileiro (PEB), tem como centro as atividades ligadas a produção de satélites e de veículos lançadores, desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e pelo Instituto de Atividades Espaciais (IAE), respectivamente. O segundo, formado pelo conjunto de atividades produtivas e de P&D ligadas ao segmento aeronáutico, cujo centro articulador é a Embraer. Ambos tem importância estratégica, tanto na criação e difusão de tecnologia e inovação como no estabelecimento de empresas fornecedoras do setor.

Em que pese o sucesso do setor aeroespacial brasileiro até os dias atuais, um fator merece nossa atenção: a competitividade das empresas.

* Agliberto Chagas é sociólogo, gerente executivo do Centro para a Competitividade e Inovação do cone leste paulista (Cecompi).

O papel do poder público como indutor da competitividade do setor

Embora o desenvolvimento de P,D&I no setor aeroespacial tenha contado com o incremento de investimentos privados – notadamente após a privatização da Embraer em 1994, a participação do Sistema Público de Fomento a P,D&I ainda é relevante, principalmente, no apoio as MPEs.

No Brasil, a indústria aeroespacial desenvolve e produz aviões comerciais, militares, leves e de médio porte, helicópteros, planadores, foguetes de sondagem e de lançamento de satélites, satélites, equipamentos e sistemas de defesa, mísseis, radares, sistemas de controle de trafego aéreo e proteção ao vôo, sistemas de solo para satélites, equipamentos aviônicos de bordo e espaciais, além de reparos e manutenção em aviões e motores aeronáuticos.

Um dado característico da cadeia produtiva da indústria aeronáutica, em particular, e da indústria aeroespacial, como um todo, é sua grande dependência das atividades de pesquisa e desenvolvimento. Elas permeiam praticamente todos os elos dessa cadeia e se desenvolvem, principalmente, nos centros de pesquisas e nas grandes integradoras e fabricantes.

Assim, o grau de dependência principalmente por parte das MPEs, das instituições de pesquisa em sua maioria, governamentais, aumenta consideravelmente.

Nesse contexto, o CTA merece destaque. Além de contar com o órgão de certificação e homologação do setor – IFI – abriga o ITA, que do ponto de vista da formação de recursos humanos, destaca-se como ativo competitivo para o setor.

A publicação do "livro branco da ciência, tecnologia e inovação", expressão dos resultados da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, realizada em setembro de 2001, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), contém uma proposta estratégica de rumos da C,T&I no Brasil para os próximos dez anos.

Uma delas é a de promover a inovação para aumentar a competitividade e a inserção internacional das empresas brasileiras, acrescentando que se

deve intensificar o apoio à incubação de empresas de conteúdo tecnológico e apoiar, na intensidade requerida, a transformação de idéias nascidas nas universidades em invenções, e dessas em inovações.

É preciso também reforçar a capacitação em gestão da inovação e tratar da institucionalidade das incubadoras, em particular de sua inserção no meio acadêmico, ampliar a base de financiamento – dependente em quase 100% do setor público –, fortalecer a fase de pós-incubação e intensificar ações orientadas à alimentação do processo de criação de novas empresas de base tecnológica.

Em vários países do mundo os parques tecnológicos têm se constituído um *locus* apropriado para o florescimento de empresas de elevado conteúdo tecnológico, e várias cidades brasileiras concentram, hoje, competência científica e tecnológica suficiente para sediar tais tipos de empreendimentos.

Aliado a essas necessidades, o Fórum de Competitividade – Diálogo para o Desenvolvimento, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) e gerenciado pela Secretaria do Desenvolvimento da Produção (SDP), por meio de seu documento básico, datado de 02/12/2002, constitui um espaço de diálogo entre os setores produtivos e o governo para promover a busca do consenso em relação aos gargalos, oportunidades e desafios das cadeias produtivas que se entrelaçam na economia brasileira, propondo ações e metas para a solução dos problemas e aproveitamento das oportunidades.

Genericamente, a Cadeia Produtiva Aeroespacial (aeronáutica militar, civil, espacial e de defesa), no desenvolvimento e na fabricação de seus produtos, caracteriza-se por exigir elevados investimentos; utilizar basicamente mão-de-obra altamente qualificada; integrar atividades multidisciplinares; ser geradora de tecnologias de ponta com rápida evolução; ser de difícil automação devido à pequena escala de produção e processos empregados; propiciar a transferência de inovações a outras indústrias; e possuir, nos produtos, alta densidade tecnológica e longo ciclo de desenvolvimento e produção.

Mecanismos de transferência de tecnologia público-privado

O que se tem observado na prática empresarial é o alto grau de dificuldade de transferência de tecnologia das instituições de P,D&I governamentais para o setor produtivo. Além disso, o descompasso entre a produção de inovações e a transferência das mesmas para o ambiente de negócios gera um gargalo de competitividade no setor, notadamente, por se tratar de uma estrutura industrial intensiva em alta tecnologia.

Um outro aspecto relevante é o perfil das empresas que compõem o setor. Se de um lado temos o estado da arte em tecnologia e desenvolvimento, representado por grandes empresas com inserção global, do outro temos um largo espectro de micro e pequenas empresas, que – em sua maioria- dependem de mecanismos de apoio de transferência de tecnologia.

A exemplo do que ocorre com as demais tomadas de decisão para investimento, as decisões sobre P,D&I, são motivadas pela taxa de retorno que a tecnologia ou inovação vá agregar a performance competitiva da empresa. Assim, o que dita o ritmo das inovações ou o desenvolvimento de novas tecnologias é o mercado. Temos com isso o desafio de implantarmos mecanismos de transferência de tecnologia que possibilitem que as instituições de P,D&I governamentais respondam a essa lógica.

Exemplos de sucesso

Parceria CTA / ITA / Fundação Casimiro Montenegro Filho-FCMF

A Fundação Casimiro Montenegro Filho apóia projetos em pesquisa e desenvolvimento, aproximando empresas e universidades, prioritariamente o ITA, difundindo conhecimentos na área de tecnologia avançada e promovendo a capacitação dos recursos humanos envolvidos, atividades que vem ao encontro destas duas principais frentes incentivadas pelo governo brasileiro, contribuindo com a constante busca da competitividade para o setor aeroespacial, complementando os esforços de inovação gerados pelo CTA para atender as necessidades da indústria a qual fomentou o nascimento e permitindo a constante capacitação e atualização tecnológica dos recursos humanos especializados em suas diversas áreas – engenharia aeronáutica, eletrônica, mecânica fina, materiais compostos, etc.

Programas de apoio ao Desenvolvimento de P,D&I da FCMF/ITA

1. Fundos de Desenvolvimento e outros fundos criados para o apoio de diversas atividades do ITA

• FDD – Fundo de Desenvolvimento Didático: voltado principalmente ao apoio da infra-estrutura de salas e laboratórios do ITA;

• FDCT – Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico: voltado à concessão de bolsas de pesquisa para professores e pesquisadores;

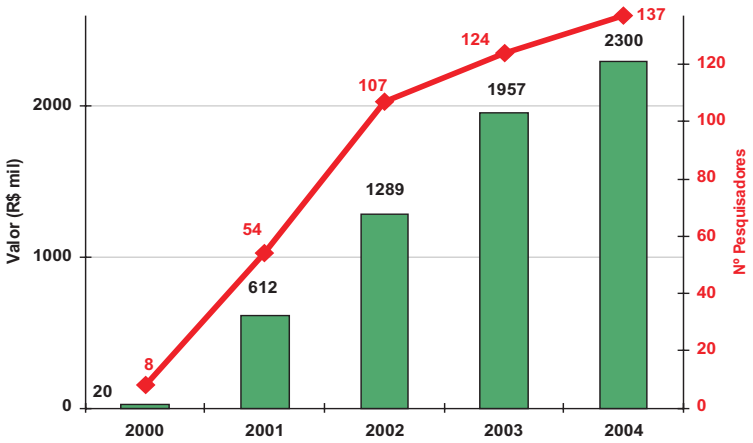
• Fundo de Bolsas: voltado à concessão de bolsas de estudos a alunos graduandos ou pós-graduandos;

• Vestibular do ITA: voltado à gestão de recursos, desde inscrições até as necessidades de infra-estrutura para a execução do mesmo.

2. Labtec

O Laboratório de Desenvolvimento Tecnológico (Labtec) da FCMF no ITA, destina-se à implementação de projetos relacionados aos Programas de Capacitação e Desenvolvimento Tecnológico, principalmente nas áreas de aeronáutica, informática, telecomunicações e energia. Em seu terceiro ano de operação, disponibilizou todo o seu espaço para as equipes de desenvolvimento, tornando-se um espaço de centralização tecnológica dentro do campus do ITA.

Participação de professores e pesquisadores em projetos



3. IncubAero

A IncubAero é uma incubadora de empresas e projetos de base tecnológica, criada para desenvolver o setor aeroespacial, contando com a parceria do Instituto Tecnológico de Aeronáutica/Centro Técnico Aeroespacial e de entidades de fomento tecnológico e principalmente a Prefeitura Municipal de São José dos Campos. Conta ainda com o apoio do Sebrae e do Ciesp.

Do ponto de vista formal, a IncubAero é um empreendimento da FCMF com autonomia administrativa e financeira, criada por meio de Convênios de Cooperação entre ITA/CTA, FCMF, Sebrae/SJC, Ciesp/SJC e PMSJC. É aberto também a entidades investidoras, tais como Fapesp, Finep e outras.

Possui estrutura organizacional formada pelo conselho deliberativo da FCMF, conselho de orientação (constituído por representantes dos participantes do convênio de cooperação), conselho técnico, gerente, secretaria e consultores.

É dotada de processo de seleção com procedimentos caracterizados por: elaboração do edital de convocação; divulgação do edital; pré-seleção das propostas apresentadas; workshop para os pré-selecionados; encontros com consultores para esclarecimentos adicionais; análise dos planos de negócios; entrevista com os empreendedores; seleção final.

Papéis dos Atores no sistema regional de inovação

Temos observado ao longo dos últimos dez anos que as melhores práticas no Brasil, relativas à produção de P,D&I, são aquelas ligadas a redes de colaboração e cooperação. Essa prática tem se intensificado, notadamente, nas fundações de amparo à pesquisa e nas instituições de apoio as universidades e centros de pesquisa.

Cabe ressaltar que no caso específico do setor aeroespacial essa proposta merece uma atenção diferenciada, uma vez que as instituições de pesquisa, as universidades, as instituições de apoio e a estrutura produtiva concentram-se em uma única região.

Assim, os resultados nos indicam que devemos continuar a perseguir esse caminho. Entretanto, para otimizarmos esse processo faz-se necessário um amplo debate a cerca dos papéis dos atores da produção de P,D&I. Dessa forma, poderíamos pensar na seguinte divisão de papéis:

GOVERNO FEDERAL

• Incrementar os investimento nos fundamentos de ciência e tecnologia;

• Provisão de fundos com contrapartida para estratégias estaduais e regionais de desenvolvimento;

• Promoção de estratégias de desenvolvimento regional que enfatizem inovação;

• Aperfeiçoamento do contexto para políticas de inovação;

• Alocação de fundos federais para reforço do desenvolvimento competitivo do *cluster aeroespacial;*

• Provisão de melhores dados para a medição da composição e do desempenho econômico do *cluster* aeroespacial.

GOVERNO ESTADUAL

• Investimento nos fundamentos de C&T;

• Aperfeiçoamento de sistemas de informação para a regular coleta de dados e a medição do desenvolvimento do *cluster* aeroespacial;

• Ênfase na dimensão regional em estratégias estaduais de desenvolvimento de *clusters*;

• Patrocínio de programas que promovam o desenvolvimento do *cluster* aeroespacial*;*

• Focalização do recrutamento empresarial em função das necessidades do *cluster* aeroespacial.

Governo local

• Forte suporte à educação básica,

• Promoção do desenvolvimento do *cluster* aeroespacial – estabelecimento de parques industriais e de pesquisa que promovam a competição baseada em inovação;

• Aperfeiçoamento da infra-estrutura básica de negócios [comunicação, transporte, etc.];

• Desenvolvimento de uma estratégia regional que envolva os principais tomadores de decisão.

Universidades e institutos de pesquisa

• Reconhecimento da importância do seu papel no desenvolvimento regional;

• Apoio aos esforços de estabelecimento de empresas start-up por parte de professores, alunos e pesquisadores;

• Criação e suporte de escritórios de transferência de tecnologia;

• Participação ativa em esforços de desenvolvimento do *cluster* aeroespacial;

• Alinhamento do currículo universitário e de programas de pesquisa para atendimento das necessidades do *cluster* aeroespacial.

Setor produtivo

• Reconhecimento da importância da localização para vantagem competitiva;

• Contribuição ativa para atividades de desenvolvimento do *cluster* aeroespacial;

• Exercício de um papel ativo no aperfeiçoamento do ambiente de negócios;

• Entendimento do *cluster* como um ativo competitivo.

INSTITUIÇÕES PARA COLABORAÇÃO E APOIO

• Promoção da importância do estabelecimento do *cluster* de inovação aeroespacial*;*

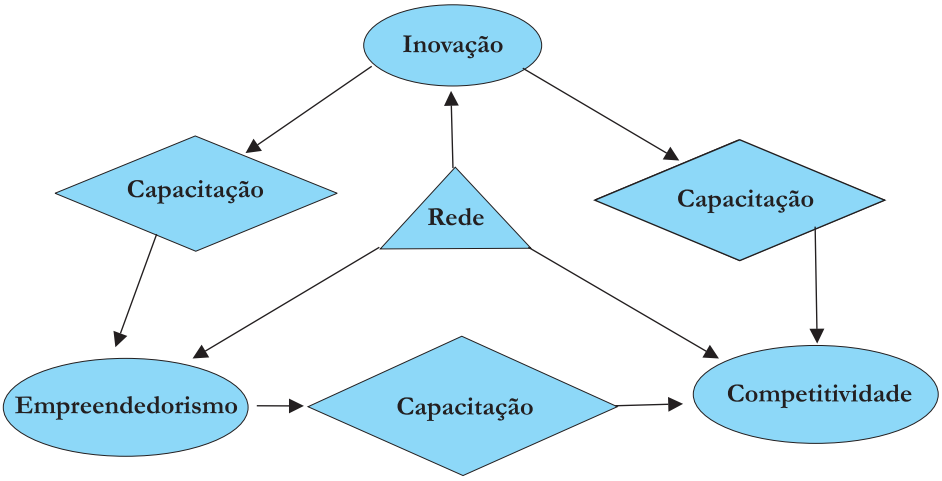
• Ampliação do seu quadro de integrantes, de modo a incluir todos os componentes do *cluster;*

• Engajamento no diagnóstico contínuo da posição competitiva do cluster aeroespacial;

• Desenvolvimento de programas de treinamento técnico e capacitação gerencial, notadamente, para MPEs;

• Participação ativa em atividades de recrutamento empresarial.

Modelo de rede de interdependência e colaboração



DESAFIOS PARA GANHO DE COMPETITIVIDADE A PARTIR DA P,D&I

Os próximos dois anos trazem para as empresas do setor um grande desafio: aumento de competitividade. Esse desafio torna-se ainda maior se considerarmos que, em sua maioria, as empresas são de pequeno e médio portes. Assim, a formulação de uma política para incrementar a produção de P,D&I, passa, necessariamente, por esse fator. A título de exemplo, um plano de ação para atender essa demanda deveria contemplar, minimamente, os seguintes itens:

Desenvolvimento tecnológico: aprimoramento tecnológico utilizando o conhecimento adquirido pelos pesquisadores, docentes, graduandos e pós-graduandos das instituições educacionais, no desenvolvimento de novos projetos, novos módulos, novas interfaces.

Capacitação tecnológica: desenvolver e incrementar o conhecimento e a competência das empresas e instituições de ensino, por meio de projetos, envolvendo a capacitação e o aperfeiçoamento de seus profissionais e proporcionando a interação entre a teoria e a prática.

Um outro aspecto, não menos importante, são as barreiras enfrentadas pelas empresas no que diz respeito à estruturação dos negócios no setor, entre as quais podemos destacar:

1. Tributação dos insumos de P,D&I;

2. Barreiras para contratação de pessoal ligados às instituições públicas;

3. Barreiras legais que impedem a utilização de infra-estrutura de pesquisa (laboratórios de pesquisa e ensaios) das instituições governamentais.

Modelo de atuação[1]

Tem sido bastante complexo o estabelecimento de redes colaborativas que promovam a competitividade de *clusters*.

Aspectos como sua abrangência de atuação e o comportamento dos *clusters*, os quais podem ser considerados redes socioeconômicas complexas e adaptativas, tornam essa questão trabalhosa e de abordagem indireta.

Essa abordagem permite, ao mesmo tempo, não só avaliar o comportamento de um dado *cluster* de modo isolado, como compará-lo a referências internacionais, desde que respeitados certos princípios na organização dos indicadores e correspondente métrica. Esse aspecto é de fundamental importância para identificarmos o grau de competitividade das empresas.

[1] Modelo proposto no plano diretor do Centro para a Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista (Cecompi).

A efetiva capacidade de visão e atuação sistêmica junto às lideranças dos agentes socioeconômicos locais, estaduais e federais é que será, em última instância, o critério maior de avaliação do desempenho dessas redes.

Enfim, a formação de redes com o papel de promover, incentivar e facilitar os processos de inovação, de gestão de conhecimentos, além dos aspectos econômicos do *cluster* aeroespacial, mantendo uma visão sistêmica voltada para a competitividade e o desenvolvimento sustentado.

CONCLUSÃO

Como conclusão, creio que podemos deixar para reflexão a necessidade de estabelecermos um plano de ação baseado na Gestão de conhecimento e inteligência competitiva, inserção e promoção de redes colaborativas, apoio à pesquisa e desenvolvimento e apoio ao mercado. Com isso, as empresas do setor, notadamente, as MPEs, terão acesso a informações estratégicas e ações de suporte ao incremento da competitividade do *cluster* aeroespacial, baseado, principalmente, na produção intensiva de P,D&I. Para o sucesso dessa empreitada faz-se necessário a urgente concertação de esforços com o objetivo de otimizar os resultados esperados.

Desenvolvimento regional e inovação como instrumentos fundamentais para o desenvolvimento brasileiro

Antonio Carlos F. Galvão[*]

1. Introdução

Este artigo compreende um apanhado das idéias recentes sobre o tema da inovação e do desenvolvimento regional. Objetiva criar bases para uma reflexão sobre a importância da política nacional de desenvolvimento regional para o Brasil e demonstrar oportunidade para que se articule esta política com iniciativas de apoio à inovação, especialmente nas escalas subregionais.

2. Política de desenvolvimento regional no século XXI

O lento processo de regressão da política de desenvolvimento regional brasileira desde seu auge na virada para os anos 60 levou, por fim, à extinção de seu símbolo maior, a Sudene. Sem que seja necessário grandes raciocínios ou esforços de memória e recompilação de dados e fatos, isso significa que o espaço real e virtual da política de desenvolvimento regional no contexto das políticas de desenvolvimento ficou crescentemente restrito, secundário e marginal no Brasil.

O grande esforço de organização de uma nova estratégia espacial, baseada em eixos nacionais de integração e desenvolvimento (Consórcio Brasiliana 2000), com propósitos declarados de renovar as iniciativas regionais, terminou por ajudar a consolidar a trajetória de declínio da velha política de desenvolvimento regional ao se recusar a assumir explicitamente

[*] Antonio Carlos F. Galvão é doutor em Economia Aplicada, secretário de Políticas de Desenvolvimento Regional do Ministério da Integração Nacional.

responsabilidades sobre a reversão das desigualdades regionais. Colocou-se como que um ponto final no já muito desgastado aparato institucional herdado do final dos anos 50.

Faltou na promissora experiência dos "eixos" uma visão de política regional, para além do diagnóstico espacial do desenvolvimento brasileiro e da mera espacialização das iniciativas governamentais em curso ou "em carteira" (Galvão e Brandão 2003). Suspeito mesmo que o exercício de sua formulação envolveu um preconceito com relação à política de desenvolvimento regional. O estudo foi desenvolvido como se a idéia de cuidar de um certo equilíbrio espacial, a exemplo dos carcomidos instrumentos de política regional sobreviventes, não merecesse apoio governamental. Nestes tempos de globalização, seria inaceitável adotar um política aparentemente contraditória com os requisitos de competitividade reclamados. Assim, a política de constituição de eixos nacionais de integração e desenvolvimento, que parecia propor uma renovada maneira de lidar com o território, terminou efetivamente condicionando a maior parte de sua abordagem substantiva a uma visão particular do problema da inclusão brasileira nos circuitos econômicos internacionais (Galvão e Brandão 2003).

No Brasil, país campeão de desigualdades sociais e, por extensão, regionais, o refluxo das políticas ativas de desenvolvimento foi acachapante, relegadas como exemplos do velho e deplorável jeito de organizar as intervenções. Campos de atuação do setor público assemelhados ao regional também foram pesadamente afetados como, por exemplo, as políticas setoriais ativas de promoção de investimentos industriais. Súbito parecia não haver mais sentido em apoiar empreendimentos ou setores específicos, mas apenas lidar com políticas horizontais, supostamente de alcance generalizado e, por isso, inofensivas à operação dos mecanismos de mercado.

Alargando nossos horizontes, quando se olha para o que se passa em outras partes do mundo a visão parece oposta. As políticas regionais foram fortalecidas em vários países, embora nem sempre com enfoques semelhantes. De fato, estruturaram-se perspectivas variadas, algumas mais pesadamente voltadas para a redução de disparidades, outras menos, mas invariavelmente articuladas a missões de desenvolvimento. Afinal,

desigualdades regionais não são um problema de mesma natureza e grau de intensidade para todos os países.

Diante do grau de desigualdades regionais que se observa no país, não seria possível imaginar políticas ativas de desenvolvimento que não se descuidassem do problema regional e mantivessem, ao menos, uma perspectiva de colaborar para a convergência dos níveis de renda das diversas regiões e mesmo dos indivíduos?

A resposta, adiantamos, é sim. No mundo da globalização, com todas as forças centrípetas e disruptivas da nacionalidade que engendra, há lugar para ações e regulações que lidem com a questão das desigualdades. Mesmo se considerarmos o estrito figurino das iniciativas devotadas ao desenvolvimento regional pelo mundo afora, veremos que essas preocupações não foram abandonadas. Elas foram até mesmo objeto de importantes iniciativas, consentidas pelos que defendem as orientações maiores do sistema econômico mundial.

Parece um contra-senso que um país que apresenta tão elevados níveis de desigualdade não faça uso intensivo de mecanismos e instrumentos excepcionais, que são tolerados e aceitos internacionalmente.

3. A GLOBALIZAÇÃO, SUA ESPACIALIDADE E IMPACTO NO BRASIL

Quais são, afinal as características do desenvolvimento no mundo da globalização? Qual é a configuração das forças que impulsionam o essencial das economias no novo cenário?[1] O quadro 1, a seguir, apresenta uma síntese dos principais fenômenos assinalados.

[1] Existem várias resenhas que abordam as relações econômicas e sociais no mundo da globalização. Além das clássicas ou de "primeira hora" como os famosos Piore e Sabel 1984 ou Harvey 1989, pode-se sugerir Chesnay 1996; Furtado 1998; Veltz 1999, Carneiro 1999, Castells 1999, Fiori 1999, UNCTAD 1999 ou Eichengreen 2000. Cf. também Fernandes 2001 e Galvão 2004.

Quadro 1. Principais fenômenos associados à globalização

Plano nacional	Plano internacional
• abertura da economia e liberalização dos mercados;	• novo paradigma informacional
• quebra das barreiras ao livre trânsito de mercadorias e, especialmente, de capitais;	• regimes de câmbio flutuante e aceleração da mobilidade dos capitais;
• desproteção do mercado de trabalho;	• hegemonia da dimensão financeira;
• desarticulação das políticas ativas de desenvolvimento (Estado mínimo); orçamentos equilibrados;	• revisão de práticas comerciais (OMC) e menor tolerância c/ protecionismo (sobretudo para alguns);
• estabilidade monetária;	• blocos comerciais (Nafta, UE, Mercosul);
• privatizações e concessões de serviços públicos etc.;	• fusões e aquisições conformando mega corporações transnacionais;
• redemocratização	• fim da guerra fria e exacerbação da hegemonia norte-americana

A constituição do novo paradigma tecno-econômico e a consolidação da liberalização financeira constituíram os dois pilares das transformações associadas à globalização. A eles associou-se amplo ideário neoliberal que apontava para formas de regulação relacionadas aos mercados em detrimento do Estado, sobretudo no que respeita às determinações de sua instância nacional[2] (Boyer, 1998). Um movimento que se explica em grande medida pelo vácuo institucional deixado pela profundidade das mudanças.

O Brasil começou a se ajustar aos novos tempos após resistir por longo tempo às pressões internacionais, em parte por causa do seu sucesso relativo anterior na trilha do crescimento econômico, em parte porque não sabia bem como reagir aos sinais do "novo" capitalismo homogêneo e desregulado. Mas, também, porque durante o interregno de dez anos, aproximadamente, faltaram-lhe condições mínimas de estabilidade monetária e financiamento para que pudesse retomar, com segurança e alguma autonomia, uma trajetória de desenvolvimento. Foram tempos de crise da dívida e de aceleração forte da inflação, que corroeu a precária estabilidade monetária.

A perspectiva de recuperação do apoio externo necessário ao reequilíbrio das contas internas, já que a dívida havia sido assumida pelo

[2] Boyer (1998) defende a idéia de um movimento cíclico associado à hegemonia de cada uma dessas formas preponderantes de regulação da economia. Evidente que, como uma não independe da outra, prevalece na maior parte do tempo uma salutar divisão de tarefas. Segundo o autor, o predomínio neoliberal já vem engendrando as condições para a reversão desse quadro, ao expor as denominadas "falhas de mercado" que têm se exacerbado.

Estado, impunha condicionalidades à economia do país, que vão se materializar no princípio dos anos 90.

Entre outros processos defendidos ardorosamente, cabia dispor-se a reduzir drasticamente os níveis tarifários e os eventuais contingenciamentos às importações, abrir o mercado externo à produção globalizada sem contrapartidas em termos de recepção de nossas exportações, no suposto simplório de que isso promoveria um aumento da eficiência relativa da economia brasileira. Além disso, devíamos favorecer o trânsito dos capitais pelos circuitos globais a partir dos nodos existentes na nossa economia. Competia, também, promover a remoção de inúmeras barreiras legais, tornando o ambiente econômico mais favorável à convivência com o capital estrangeiro.

Um dos segmentos mais visados foi o mercado de trabalho, cuja flexibilização era questão que por razões óbvias, atraía o apoio dos empresários locais.[3]

Cabia, ainda, proporcionar uma estabilidade mínima aos capitais dispostos a vir para o país, oferecendo-lhes uma ambiência macroeconômica favorável. O que não significava, naturalmente, ir além da instabilidade usual esperada de uma economia periférica, que proporcionasse uma remuneração elevada para as aplicações financeiras relacionadas à flutuação cambial e à elevada e volátil taxa de juros.

Por fim, cabia encetar processos de privatização e concessão de serviços públicos, abrindo setores estratégicos antes restritos à atuação dos segmentos privado nacional e estatal. Pela via do enfraquecimento da posição patrimonial dessas frações do capital, então esmagadas pela incapacidade de se financiar em moeda forte, abriu-se larga oferta de aquisição de empreendimentos de rentabilidade assegurada pelos oligopólios globais instalados nos setores como telecomunicações, energia e outros de menor expressão relativa. Com isso drenou-se o mais valioso ativo erigido nos anos de maior ritmo de crescimento, as poucas empresas nacionais de porte

[3] No Brasil, o debate se aguçou especialmente no caso do setor de informática, face ao dispositivo legal aprovado pelo Congresso Nacional que previa uma reserva de mercado para os fabricantes nacionais. Certamente, um mau exemplo para terceiros países, a ser impiedosamente extirpado do ambiente global.

mundial, invariavelmente estruturadas a partir do capital estatal.[4] Pode-se afirmar, sem dúvida, que todos esses pontos estavam negociados à contento dos formuladores internacionais no princípio dos anos 90.

Quais as formas espaciais que prevalecem nesse mundo da globalização? Temos, hoje, melhores condições de perceber suas implicações espaciais. A globalização se caracteriza pela presença de uma "rede-arquipélago" de grandes pólos, centrados nos segmentos ou setores financeiros e da indústria de alta tecnologia (Veltz 1999). O que ocorreu? Os processos de compressão do tempo e do espaço – na feliz conceituação de Harvey (1989) –, ao invés de significarem uma economia pura de fluxos indiferentes ao espaço, resultaram numa enorme polarização geográfica da atividade econômica, que concentra ainda mais seus recursos nas grandes metrópoles.

De fato, a literatura realça o reforço do processo de metropolização, que faz emergir uma dominância ainda mais avassaladora dos grandes centros urbanos. As "cidades mundiais" seriam os nodos das redes articuladas em escala global e a localização preferencial dos grandes blocos de capitais, liderados por seus poderosos braços financeiros (Sassen 1999; Castells 1999; Veltz 1999). Ao contrário do que assinalavam as análises do fenômeno da emergência do novo paradigma tecno-econômico no sentido de patrocinarem uma crescente possibilidade de deslocamentos espaciais quase sem restrições, o resultado final antes sublinhava as tendências concentradoras e aglomerativas presentes nas economias mundias.

Por que a aglomeração ainda se mostrou importante, realçando o valor da proximidade[5], apesar das considerações teóricas abstratas sobre o fim da distância? Entre outras razões porque o sistema capitalista ainda mantém suas mais íntimas leis em vigor e opera sob o estrito jugo da concorrência.[6] Como bem assinalou Sassen (1999), as cidades ainda representam o locus do comando concentrado que as estruturas do capital almejam. Elas são o

---

[4] Outros países, como a República da Coréia, patrocinaram em momentos passados vasta conversão das empresas patrocinadas pelo Estado para a propriedade de alguns empresários (Wade, 1989; Vioti, 1998).

[5] Há toda uma escola sobretudo francesa estruturada em torno à idéia de "proximidade". Ver, por exemplo, o sítio <http://www.univ-tlse1.fr/lereps/proximite> .

[6] Observam-se processos de desconcentração espacial das plantas e estruturas específicas de produção, comercialização etc. Mas elas constituem, quase sempre, partes dos blocos centralizados de capital, cada vez mais agigantados pelos circuitos globais.

lugar por excelência das empresas financeiras e prestadoras de serviços especializados, carreiam para si os maiores e melhores esforços de inovação e, por fim, constituem os mercados preferenciais para os novos produtos gestados.

Adicionalmente, segmentos sociais específicos dessas megacidades estão conectados às redes globais, estando as demais frações da sociedade local, que não lhes interessam diretamente, desconectadas (Castells, 1999). Isso é particularmente verdadeiro no caso dos segmentos de ponta do sistema econômico, a exemplo de setores financeiro e de alta tecnologia. Produz-se, assim, um distanciamento das estruturas relevantes da economia para com os problemas sociais presentes nesses centros, ou seja, o espaço das grandes empresas globais e também dos outros elos locais das respectivas cadeias de produção e geração de valor se afasta da vida das populações locais que nelas residem.

A autonomização desses circuitos globais resulta na cobrança de menores contrapartidas dessas empresas, contribuindo simultaneamente, de um lado para a redução acelerada de custos e a ampliação dos ganhos por ela auferidos e, de outro, para o aumento dos problemas sociais com perda de recursos públicos e deterioração dos respectivos serviços.

Economia e sociedade 'dessolidarizam-se' na maioria das situações. Mas se isso constitui um problema, pois nem todo o conjunto social articula-se efetivamente à rede, por outro lado, significa que existe vida social produtiva para além desses circuitos, suscitando formas de se burlar as determinações imperativas do mundo globalizado.

Por debaixo dos espaços articulados pela rede, subsistem outros, menos dinâmicos, mas ainda importantes, que respondem por fatia não desprezível dos recursos disponíveis na sociedade. No caso do mundo desenvolvido, esse espectro de população é indiretamente engajado por meio de transferências aos circuitos econômico oficiais, reduzindo tensões sociais.[7] No caso dos países subdesenvolvidos, no entanto, engordam uma massa crescente de desprotegidos, que vagam muitas vezes à margem das condições mínimas de sobrevivência, instabilizando os respectivos sistemas político-sociais.

[7] Considere-se, por exemplo, a ampla gama de serviços de baixa produtividade sustentados por via indireta nos EUA ou a vasta profusão de subsídios concedidos à agricultura européia produzindo os mesmo efeitos.

Mas há um elemento adicional a ser melhor investigado. Afinal, qual a relação que prevalece entre desenvolvimento regional e globalização? É fato que a globalização ativa e estimula as iniciativas à escala regional mas o faz de forma que seus tentáculos possam extrair o melhor de cada local.[8] A rede busca competências específicas que possam resultar em melhores condições de valorização dos capitais por ela articulados. Nesse movimento, são as redes que cobram várias contrapartidas das localidades e respectivas estruturas sociais[9], sob a forma de benefícios fiscais, infra-estruturas, recursos humanos treinados e qualificados, padrões de qualidade de vida, inclusive culturais, mesmo que em sítios específicos, separados ou protegidos de frações do conjunto social, como condomínios, *shopping centers*, etc.

Naturalmente essas tendências se manifestam de maneira distinta conforme cada localidade e a posição que ocupam na hierarquia socioeconômica mundial. Quanto mais débil a inserção da localidade, maiores as contrapartidas que os capitais globais conseguem auferir das estruturas sociais locais. A esse respeito, mesmo São Paulo, nosso maior representante na rede está classificado como um "centro regional global", uma inserção especializada (Castells 1999).

Mas é preciso estar alerta para as contradições que essa forma espacial engendra, sobretudo quando se trata de pensar políticas. A rede não é de forma nenhuma estável, cabendo sempre atinar para as oportunidades econômicas a explorar em cada local, em cada região, em cada país. A oportunidade de conexão a ela não define para todo o sempre o destino da região. A fragmentação que resulta da inserção parcial de suas estruturas sociais pode suscitar arranjos singulares, autonomizados e, em certa medida,

---

[8] Isso fica evidente a partir das análises associadas às "cadeias de valor" (*value-chain*), que recuperam elementos da vertente teórica da "divisão territorial do trabalho", particularmente no que respeita à consideração das relações de poder. Avançando para além do arcabouço original das "cadeias globais de mercadorias" (*commodity-chain*), procura discutir a geografia mutante do mundo da globalização prestando atenção à distribuição do valor adicionado e da riqueza nas redes globais de produção de mercadorias e serviços. Define que essas redes globais nada mais operam que uma complexa mas articulada divisão territorial do trabalho, "macroregional" no sentido internacional, segmentando essencialmente espaços de comando e detentores de competências nobres daqueles ofertantes de condições adequadas para a exploração de diferenciais de custos de mão-de-obra e outras habilidades de menor significado estratégico. Naturalmente, as cadeias são organizadas conforme as maiores possibilidades de geração de lucros corporativos (Smith *et alli*, 2002; Dunford 2002).

[9] A trajetória da indústria automotiva brasileira nos anos 90, em meio ao processo de "guerra fiscal", oferece um bom exemplo disso. Ver Prado (1999), Prado e Cavalcante (2000) e Alves (2001).

complementares – ou conflitantes, conforme o ponto de vista – aos observados na rede em si. Uma política de desenvolvimento regional deve obrigatoriamente buscar criar sinergias e solidariedades onde elas aparentemente não têm porque surgir diante da lógica da globalização.

4. DOIS MODELOS CARICATURAIS DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Que elementos são importantes reter para discutirmos o desenvolvimento regional? Para responder essa questão sugerimos contrapor duas estratégias ou modelos de desenvolvimento caricatas, que realçam as diferenças entre passado e presente e entre as escalas espaciais ajudando, assim, a esclarecer o essencial.

O primeiro modelo corresponde a uma estratégia de desenvolvimento regional que busca apenas uma inserção passiva, mesmo que extremamente especializada, na grande rede mundial. Ela possui alguns requisitos de partida para que as regiões se habilitem:

• apresentar estrutura produtiva de porte mínimo, compatível com a empreitada;

• prover condições mínimas em termos de infra-estrutura e oferta de serviços;

• oferecer, pelo menos, algum elemento atrativo diferenciador (mercado, baixo custo da mão-de-obra, oferta abundante de algum recurso natural etc.);

• conceder "privilégios" para certos mundos da produção não compartidos a princípio com os locais;

• proporcionar um ambiente macroeconômico de certa estabilidade e relações capital/trabalho comportadas.

Aqui, tende-se a centrar atenção nas empresas e nas relações interindustriais em si, tirando-se menos proveito dos fatores sistêmicos locais e relações sociais profícuas, que podem ou não estar presentes. De certa maneira, a estratégia induz a uma lógica mais afeta ao "grande capital", prevalecendo interesses que "pairam acima" dos locais. Não sem razão, a adoção dessa estratégia cobra menor engajamento dos atores locais e também importa numa drenagem mais elevada de recursos da região para fora. A

região representa, nesse caso, mais um receptáculo de empreendimentos alienígenas. A região, aqui, é subordinada ao global.

De outro lado, pode-se delinear um modelo que aponta uma estratégia de inserção ativa, baseada na construção de nexos mais orgânicos entre as capacidades e potencialidades locais – institucionais, humanas, naturais e infra-estruturais – e as estruturas produtivas envolvidas. Aqui, seriam requisitos à adoção desse tipo de estratégia:

a) apresentar relações interindustriais intensas, que admitem a inclusão de estruturas de porte mais reduzido;

b) promover sinergias e estimular associação/consorciamento dos atores regionais, também favoráveis a uma operação em múltiplas escalas espaciais;

c) favorecer o aprendizado, a inovação e a capacitação para a competição, preocupando-se com a qualificação da mão-de-obra, o aprimoramento constante das empresas e a provisão de serviços necessários ao seu bom desempenho;

d) regular dinamicamente os incentivos concedidos, escalonando-os temporal e setorialmente, de forma a estimular um avanço das estruturas capazes de proporcionar a geração de maiores valores agregados;

e) proporcionar relações capital/trabalho fundadas na cooperação, com a oferta de condições de trabalho e salários adequados e a repartição de ganhos;

Nessa segunda estratégia, a inserção na rede não é um objetivo primário ou principal, mas uma possibilidade adicional. A densidade do tecido socioeconômico subjacente importa na reivindicação de maiores contrapartidas para a região, suscitando trajetórias mais ambiciosas de desenvolvimento e a melhor repartição social dos benefícios. Aqui a estratégia parece alargar seus horizontes, avançando para além do estritamente econômico na consideração de outras dimensões do tecido social. Nessa situação, é de certa forma o local que regula a inserção global.

A discussão das teorias do crescimento espelha, em larga medida, a passagem do primeiro para o segundo modelo. Antes, toda a explicação do crescimento residia no fator capital e a atenção dos economistas recaía sobre

sua dimensão física, materializada em máquinas, prédios, etc. (Solow 1957). Hoje, atribui-se significado expressivo para dimensões intangíveis dos fatores de produção – tecnologia, conhecimento, instituições etc. –, justamente os que envolvem processos coletivos virtuosos que permeiam toda a atividade produtiva (Quah 2001). Aqui, se realça a importância da inovação e da capacitação tecnológica como elementos dinâmicos essenciais ao sucesso duradouro na sociedade capitalista e, portanto, a qualquer estratégia de desenvolvimento, nacional, regional ou local (Landabaso 1994, Viotti 1996, Galvão 1998).

Conquanto esses dois modelos caricaturais se afastem da maior parte das situações reais concretas que enxergamos, cumprem o papel de situar os marcos básicos de nossa discussão do desenvolvimento regional. De certa forma, regiões mais débeis e fracas estão mais sujeitas à imposição de enclaves produtivos – ou "plataformas industriais satélites", no jargão de Markusen (1995) –, como podemos divisar, por exemplo, em muitas experiências concretas anteriores em várias localidades. Mas isso decorre da dificuldade de superar um equilíbrio de forças que tende a pender para o lado exterior de sua formação social, pois existem ali fraquezas inerentes à sua condição de subdesenvolvimento. Ao contrário, regiões mais densas desde a perspectiva socioeconômica estão quase sempre melhor aparelhadas para se posicionar no processo, cobrando maiores contrapartidas de sua inserção, mas cuidando da reprodução autônoma de seus próprios ativos de desenvolvimento. O que nos lembra que compete à política, justamente, organizar as ações e estruturar a melhor estratégia.

5. A HOMOGENEIDADE ESPACIAL DAS DESIGUALDADES REGIONAIS

Qual a dimensão das desigualdades regionais no Brasil e como se compara com a de outras nações? Como se matizam as regiões perante possíveis estratégias de desenvolvimento? Essa resposta, em escala mais detalhada, tem sido dada por alguns trabalhos contemporâneos.[10]

O mais significativo daqueles trabalhos pioneiros foi o organizado pelo Pnud/Ipea/IBGE/Fundação João Pinheiro (1998b). Os dados ali

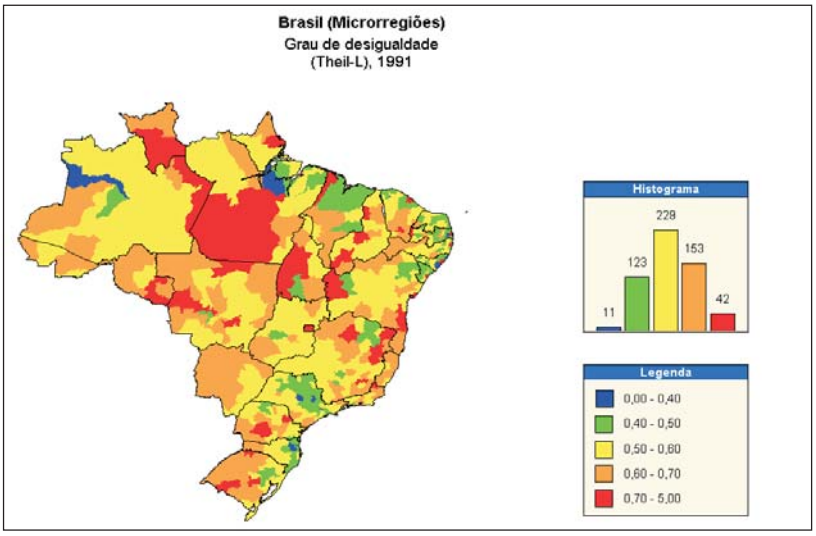
[10] Entre outros, Lavinas *et alli* 1996, PNUD/Ipea/Fundação João Pinheiro/IBGE 1998a e 1998b e Ipea/IBGE/Nesur IE/Unicamp 1999.

apresentados ressaltavam um aspecto pouco considerado nas análises que se sucederam (Mapa 1).

O mapa que apresenta o índice de desigualdades de Theil, à escala microrregional, e que foi construído a partir dos dados de renda média familiar de 1991, mostrava padrões de variação que se distribuíam de maneira relativamente uniforme por todas as macrorregiões e unidades da federação do país.

Inusitadamente, as desigualdades sociais compreendem o traço mais homogêneo de nossa organização espacial. Há representantes de todos os quintis espalhados por todo o mapa. Encontram-se microrregiões menos desiguais em áreas de maior incidência relativa de pobreza – como São Miguel dos Campos, em Alagoas – ou de riqueza – como Limeira, em São Paulo. Observam-se microrregiões mais desiguais também tanto em regiões de maior pobreza – Ilhéus e Itabuna, na Bahia – como de riqueza relativa – Santa Cruz do Sul, no Rio Grande do Sul.

Mapa 1

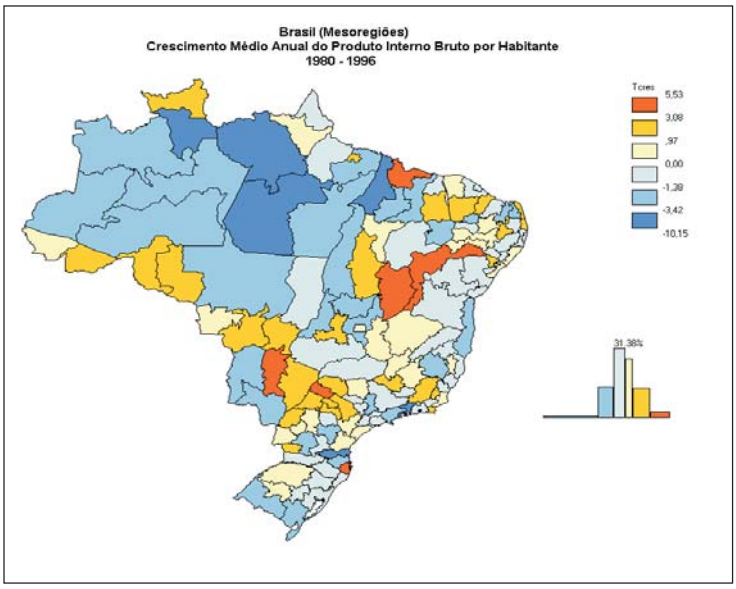


Fonte: Pnud/Ipea/Fundação João Pinheiro (1998b).

Outros estudos trataram de estimar o produto interno bruto (PIB) dos municípios, possibilitando avanços na caracterização da dinâmica econômica dos subespaços brasileiros. Permitiram uma visão para além da renda, para a qual operam mecanismos de transferência que amenizam o contraste espacial.

No Mapa 2, parece considerável o número de espaços estagnados ou em declínio econômico nesses 17 anos. As mesoregiões amarelas e laranjas apresentaram crescimento positivo, enquanto as azuis claras e escuras, crescimento negativo do PIB estimado. O conjunto brasileiro teria regredido O,44% a.a. no período, mas inúmeros subespaços nacionais apresentaram desempenho econômico pior. Como já salientou Pacheco (1998), o traço preponderante foi a estagnação, mas percebam que a dinâmica ficou afastada dos principais núcleos urbanos e brindou, na maior parte, áreas de menor densidade econômica.[11] Um resultado não de todo desfavorável ao objetivo de redução das desigualdades, mas que proporciona um ganho pífio diante da falta de dinamismo geral, que magnifica as tensões sociais e sugere, em definitivo, a falta de sustentação dinâmica do processo.[12]

Mapa 2



Fonte: Andrade e Serra *apud* Ajara (2001); elaboração nossa com Philcarto <http://perso.club-internet.fr/philgeo/>

[11] As análises da evolução dos sistemas urbanos no Brasil registraram com clareza esse processo. Ver Andrade e Serra (1998) e Ipea/IBGE/Nesur/IE/Unicamp (1999).

[12] Tem razão Cano (1998) quando diz que se deve cuidar em simultâneo da velocidade da locomotiva e da unidade da composição. Isso reitera a necessidade de se conjugar, na política, objetivos de redução das desigualdades com outros associados ao crescimento econômico e aumento da inclusividade social do modelo.

Ajara (2001), analisando os PIBs produzidos por Andrade e Serra (1999), mostrou para 1996 uma distância de 17,9 vezes entre o PIB por habitante mais baixo, da mesorregião Leste Maranhense, de cerca de R$ 550,00 e o mais elevado do Distrito Federal, de cerca de R$ 9.880,00. Dezesseis anos antes, em 1980, o PIB por habitante da mesorregião Sertão Alagoano, de R$ 690,00, contrastava com o PIB por habitante da Região Metropolitana de São Paulo, de cerca de R$ 10.150,00; relação de 14,7 vezes entre o maior e o menor.

E como se configuram as desigualdades regionais em outras partes do mundo? O exemplo europeu parece elucidativo a esse respeito (CE, 2001). Entre Luxemburgo, o país mais rico da União Européia, e a Grécia, atualmente o mais pobre dos 15 países-membros, observou-se, em 1998, uma diferença de níveis de produto nacional bruto por habitante de cerca de 2,86 vezes; entre as regiões (Nuts II), essa diferença alcançava 3,9 vezes, entre Bruxelas (Bélgica) e os Açores (Portugal).[13] Nos Estados Unidos a mesma relação entre estados foi de 1,6 vezes, atestando sua maior homogeneidade social e territorial (CE, 2001).

Cotejando os dados dos países, podemos formar um juízo mais preciso (Tabela 1). As desigualdades na União Européia dos 15 e, principalmente, nos Estados Unidos mostraram-se, portanto, bem inferiores àquelas que se identificavam para o Brasil. A atual União Européia que congrega os 25 países – mais dois, cuja inclusão será ainda mais diferida no tempo – apresenta níveis de desigualdades próximos, mas ainda bem inferiores ao brasileiro.

As distâncias entre os subespaços mostraram-se acentuadas no Brasil, particularmente no plano sub-regional. Para as mesorregiões observou-se uma relação quase sete vezes maior que a das regiões da UE dos 15 em 2001. Lá, todo o esforço da política de desenvolvimento regional conseguiu, na melhor hipótese, contrabalançar as fortes tendências existentes para a concentração espacial da atividade econômica nesta era.[14]

---

[13] Desconsiderou-se a nova divisão da região de Londres (a região NUTs II *Inner London*) que produziria distorção na comparação com dados anteriores. O "Alargamento" da União, com a entrada de novos Estados-membros oriundos da Europa Central e do Leste, promete alterar esse quadro profundamente. Todos os países candidatos situam-se em patamares inéditos de PNB per capita quando comparados com os atuais Estados-membros.

[14] As forças centrípetas têm predominado na globalização, diante da relativa mobilidade de certos fatores – capital – e imobilidade de outros – sobretudo trabalho, ao contrário do que seria de se esperar com as transformações em direção à economia "sem peso" (*weightless*) e indiferente à distância geográfica (*death of distance*). Mas não há uma resultante espacial definitiva do complexo conjunto de forças intervenientes (Quah 2001; Dunford 2002).

Tabela 1. Brasil, União Européia e Estados Unidos – Relação entre o maior e o menor Produto Bruto per capita por unidades territoriais selecionadas (último ano disponível)

Unidades Territoriais	EUA (a) 2002	UE 15 (c) 2001	UE 25 (c) 2001	Brasil (b) 2002
Unidades (Estados / Países)	2,3	2,8	7,9	8,8
Regiões (Mesoregiões/NUT II)	...	3,9	12,7	28,9

Fonte: a) USA: US Department of Commerce / Bureau of Economic Analisys – BEA – Produto Bruto dos Estados por habitante <http://www.bea.gov> – acesso em 25/05/2005) Obs: o exercício desconsidera o Distrito de Colúmbia; b) Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Produto Interno Bruto dos Estados e Municípios <http://www.ibge.gov.br> – acesso em 25/05/2005; e c) União Européia dos 15 e dos 25: Eurostat – Produto Interno Bruto per capita em PPP (Comissão Européia; 2005 in http://europa.eu.int – acesso em 25/05/2005).

Em artigo anterior (Galvão e Vasconcellos, 1999), tentamos dar uma contribuição para a delimitação de uma tipologia regional orientada para informar a política de desenvolvimento e organizar as iniciativas a serem apoiadas por um fundo de apoio ao desenvolvimento regional[15]. Hoje, versão atualizada daquele exercício constitui a base dos critérios que diferenciam as situações regionais com vistas ao apoio a ser dado pela Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), protagonizada pelo Ministério da Integração Nacional. Para a política, talvez o mais importante seja a maneira objetiva com que se pode expressar a dimensão e o perfil concreto das desigualdades e da dinâmica regional, tendo em vista definir a forma operacional de abordagem desses fenômenos. Escolhemos a renda domiciliar média por habitante da unidade territorial[16] como unidade de referência para medir desigualdades e a variação do produto interno bruto per capita, num período próximo ao decenal, como indicador da dinâmica de desenvolvimento. Tendo que arbitrar essa escolha espacial que propõe uma unidade de medida uniforme para todo o território nacional, nosso olhar interessado na Política Nacional de Desenvolvimento Regional sugeriu focar as microrregiões geográficas do IBGE como aquela expressão

[15] Sobre a proposta de criação de um Fundo nacional abrangente, ver Guimarães Neto 1997 e CNI 1997.

[16] E não o PIB per capita, porque este representa o valor gerado na produção, mas não espelha necessariamente as rendas efetivamente apropriadas pela população da unidade territorial. Os enclaves produtivos, por definição, têm alto faturamento, mas não deixam porções significativas dessa renda para os habitantes e instituições locais.

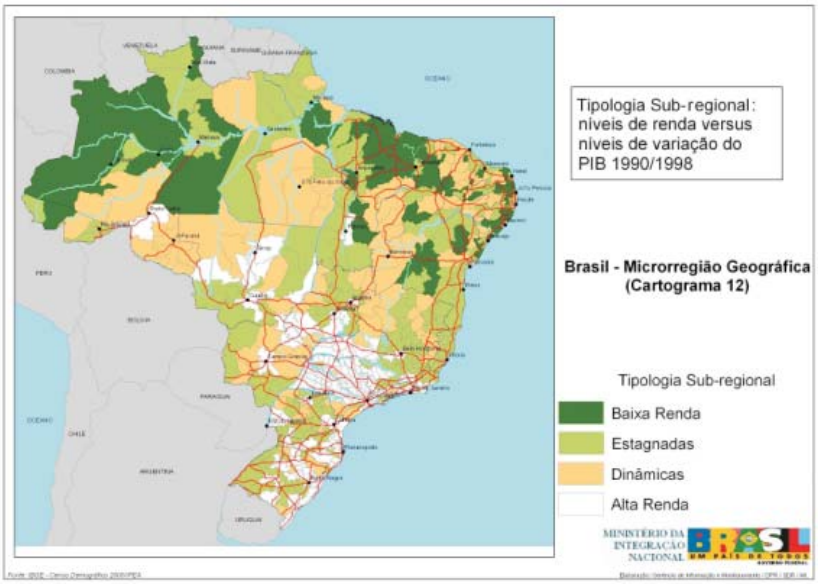
territorial que melhor se ajustava aos propósitos de cristalizar, de tempos em tempos, o perfil e o quadro atual de situação daqueles fenômenos.

O Mapa 3 (cartograma 12 do documento da PNDR) corresponde ao resultado desse exercício de parametrização do problema regional brasileiro. Na sua dupla face, desigualdades e falta de dinâmica, definimos uma tipologia territorial que assinala a presença de quatro tipos básicos de situação das unidades microrregionais: a) as classificadas como de "alta renda" média domiciliar por habitante, independentemente da posição que se observa para a dinâmica de evolução recente dos PIB per capita; b) as "Dinâmicas" de menor renda, que congregam as unidades microrregionais de renda média ou baixa, mas com taxa de crescimento acima da média nacional; c) as "estagnadas", que compreendem as de média renda, porém com taxas de crescimento do PIB per capita médias ou baixas no período considerado; d) finalmente as de "baixa renda", que conciliam as que apresentam os menores níveis de rendimento domiciliar por habitante com média ou baixa dinâmica de crescimento do PIB.[17]

Qualquer região tem direito ao desenvolvimento, mas a PNDR defende que sejam priorizadas na definição de ações federais de desenvolvimento regional todas as unidades incluídas nas categorias "dinâmicas" de menor renda, onde os processos de mudança socioeconômica se encontram em curso, "estagnadas", onde já houve desenvolvimento e registra-se a presença de instituições e atores capacitados; e, "baixa renda", cujas necessidades perante o desenvolvimento demandam aportes substantivos das políticas sociais.

[17] Todas as variáveis consideradas foram organizadas automaticamente em seis categorias de valores (sextis) de acordo com o método de estatística espacial adotado. Os valores "alto", "médio" ou "baixo" correspondem, respectivamente, aos dois sextis superiores, os dois intermediários e os dois inferiores, sem que se tenha aplicado qualquer juízo de valor, mesmo com relação às médias nacionais. Aliás, os valores das médias nacionais, muito influenciados pelo observado para as unidades microrregionais associadas às Regiões Meropolitanas, como São Paulo, Rio de Janeiro, etc., normalmente se encontram no segundo sextil superior ou próximo dele. Cf. Ministério da Integração Nacional (2003).

Mapa 3



Esses critérios conferem uma "entrada" uniforme, de amplitude nacional, para regulação das intervenções sobre o problema regional, mas não dão conta da variedade de situações que se identificam em cada contexto específico, em cada programa de desenvolvimento regional. Para isso, a política defende, no caso das macrorregiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste onde o problema é mais agudo, a adoção de planos de desenvolvimento que organizam as estratégias de ação. A partir deles definem-se, na base do território e com a participação direta dos atores regionais, programas de ação mesorregionais. A política nacional envolveria, assim, uma institucionalidade em três cortes, de acordo com o olhar mais genérico ou concreto determinado pela escala espacial/territorial considerada.[18]

As desigualdades regionais e pessoais de renda no Brasil, impressionantes quando contrastadas com as de outros países, nos fazem recordar a presença marcante de traços de nossa formação social histórica que ainda se mostram visíveis nos dias atuais, o mais importante deles, a escravidão. Sem dúvida,

[18] Um quarto corte espacial de referência para a PNDR reside exatamente nas ações intraurbanas, em que a lógica da redução das desigualdades regionais se torna mais rarefeita e outras determinações, caras à Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, passam a predominar. Aqui se mostram importantes todas as ações relacionadas às Regiões Metropolitanas, por exemplo, cujas motivações transcendem os limites particulares tradicionais do desenvolvimento regional, mas se aproximam de outros objetivos fundamentais para o desenvolvimento do país.

as desigualdades regionais – e pessoais – são de proporção e uniformidade tais que não se pode ignorá-las na definição das estratégias de desenvolvimento.

6. Elementos da política nacional de desenvolvimento regional

Como evoluir na organização da política nacional de desenvolvimento regional nesse contexto? A resposta completa a essa questão demandaria mais tempo e espaço que o disponível, no entanto, podemos assinalar alguns pontos iniciais. Os condicionantes presentes nos anos 90 e neste princípio de século XXI sugerem duas dimensões analíticas fundamentais, que precisam estar articuladas:

f) de um lado, o rumo do desenvolvimento nacional maior, que influencia mas não se preocupa diretamente com os desequilíbrios regionais;

g) de outro, as perspectivas de redução das desigualdades regionais e de promoção do desenvolvimento dos diversos subespaços da Nação, que não mais se coadunam com uma mera abordagem tradicional por macrorregiões.

No que respeita à primeira dimensão, devemos reconhecer que o desenvolvimento regional brasileiro depende também, em linhas gerais, das opções maiores feitas para o desenvolvimento da Nação.[19] Permanecem em aberto, no Brasil, questões essenciais. De qualquer maneira, recuperar uma visão estratégica abre a possibilidade de realizar apostas melhor estruturadas e organizadas, que levem a uma extração máxima de benefícios para a economia brasileira. Com isso, ampliam-se as chances de montagem de todo um novo padrão de acumulação, que certamente estará, como no passado, mais ancorado nas potencialidades do nosso principal ativo para o desenvolvimento, o mercado interno (Cano 1995, Brandão 1999).

Nesse contexto, compete reiterar princípios mínimos de coesão social e integração territorial do país, mediante a regulação – política naturalmente – das relações econômico-sociais. Cabe redefinir, pragmaticamente,

[19] Nada de mais sensato ocorreu nos anos 90 que a tentativa de recuperar uma visão integral da dimensão espacial do desenvolvimento brasileiro, como na experiência, a meu juízo mal-sucedida, de adoção de eixos nacionais de desenvolvimento e integração como elementos estruturadores básicos do planejamento governamental e nacional.

parâmetros gerais de comportamento e regras para intervenção do Estado e cuidar para que sejam adotados. Penso que aqui a ordem democrática será de valia.

Três questões estratégicas, herdadas de momentos anteriores de nossa história nacional, me parecem importantes, uma vez que trazem impactos positivos sobre a política nacional de desenvolvimento regional:

a) a recuperação de um aparato de proteção, defesa e integração social, vinculado ao trabalho, que ajude a integrar ao invés de esgarçar o tecido social brasileiro e, se possível, produza normas de consumo/investimento compatíveis com uma trajetória de desenvolvimento distinta da atual;

b) a constituição de um sistema de financiamento doméstico, voltado especialmente para o sistema produtivo e a infra-estrutura, com a independência possível dos acontecimentos externos e alimentando-se, de preferência, de fontes nativas de provisão de recursos; e

c) a institucionalização de um sistema devotado a estimular a criatividade e desenvolver, promover, difundir e coordenar os esforços de geração e internalização de inovações de maneira ampla, articulando base técnico-científica nacional e setor produtivo.

Claro que estruturas complexas como essas demandam tempo e articulação política para serem montadas e requerem a realização de tarefas em todas as instâncias da gestão pública, federal, estadual e municipal, suscitando a colaboração de inúmeros segmentos sociais para que possam vir a operar com eficácia e padrões mínimos de eficiência. Penso que um sistema de planejamento ágil e organicamente estruturado constitui peça essencial ao desenvolvimento satisfatório dessas – e de outras – missões.[20] Políticas de desenvolvimento regional sempre tenderão a exigir permanente cuidado com relação aos efeitos espaciais de políticas nacionais, supostamente a-espaciais. Deve haver, dentro do limite do possível, convergência das dimensões nacional e regional das estratégias de desenvolvimento, mas as checagens e confirmações devem ser objetivas e freqüentes para impedir qualquer possibilidade de descolamento entre elas. Em especial, parece decisivo aumentar a coerência territorial das políticas públicas no Brasil.

[20] Nesse sentido, a reforma recente do arcabouço de programação do PPA possui elementos que podem ajudar na estruturação de uma sistemática inovadora, participativa e abrangente de planejamento. A revisão dos indicadores das ações governamentais constitui, sem dúvida, um desses elementos.

É impossível que todos os objetivos do desenvolvimento guardem uma coerência absoluta entre si. Por isso, projetos de desenvolvimento estão sempre a demandar opções políticas da sociedade. Um exemplo notório atual é o dos conflitos que envolvem a satisfação simultânea de objetivos de competitividade e redução das desigualdades sociais e regionais (Hall, Smith e Tsoukalis 2001). Como insinua a experiência européia, devemos olhar simultaneamente para as duas componentes, buscando ao mesmo tempo a satisfação dos objetivos de coesão – redução de desigualdades – e competitividade – crescimento econômico.

A consideração objetiva das desigualdades regionais deve ser um critério superior de enquadramento de todas as políticas e, em especial, dos investimentos de maior vulto e significado. Em países como os Estados Unidos, por exemplo, muito se obteve com uma política deliberada de realização de grandes investimentos públicos – bases militares, escolas, hospitais, etc. – e manutenção dos subseqüentes custeios em estados de menor nível relativo de desenvolvimento.

A visão objetiva dos fenômenos sobre os quais se deseja interferir é o melhor guia para organizar as iniciativas pertinentes e delimitar as regiões elegíveis. Insisto aqui na referência européia, em que para cada problema objetivamente estudado se define o conjunto de regiões beneficiárias e os critérios básicos de acesso aos recursos dos Fundos Estruturais. A história da política de desenvolvimento regional brasileira demonstra que as prioridades se definem mesmo é na exclusão-inclusão de beneficiários, ou seja, na adoção de critérios de seleção objetivos, que podem, claro, ser ajustados nos momentos e fóruns apropriados para a revisão da política.

Algumas tarefas estão nitidamente estampadas na agenda. Cabe estimular um maior engajamento dos atores sociais na definição, implementação e acompanhamento das estratégias regionais, além de proporcionar uma melhor divisão de trabalho entre as unidades federadas, o que permitiria um avanço das relações federativas. Aqui o desafio me parece ser o de encontrar formas de participação social ampla, que possuam legitimidade política e representatividade no conjunto social correspondente. O foco deve ser o de assegurar um tratamento satisfatório das múltiplas escalas espaciais, mas sem esquecer a perspectiva favorável e o caráter inovador das iniciativas de âmbito sub-regional, intermediária aos poderes

constituídos e, por isso mesmo, potencialmente facilitadora de um melhor conveniamento desses poderes.

No Brasil, a instituição de um grande fundo nacional de desenvolvimento regional para promover investimentos estratégicos e programas sub-regionais, sem prejuízo de outras linhas de apoio – e possivelmente fundos – voltadas a problemas específicos, como por exemplo questões agudas relacionadas à pobreza, parece uma necessidade óbvia e premente.

O espírito de estimular a criatividade e as iniciativas dos atores sociais na base do sistema não pode ser desprezado. O apoio não se dá por meio de meras linhas de crédito para determinados investimentos, mas a programas de desenvolvimento contemplando determinados itens dentro de uma lista de aspectos financiáveis.[21] As iniciativas surgem dos atores regionais, provido o devido suporte técnico pela União quando necessário, gerando propostas de programas das regiões habilitáveis que poderiam vir a competir pelos recursos a cada período, em julgamentos datados. Os programas organizam as estratégias sub-regionais de desenvolvimento dentro dos parâmetros de financiamento delimitados, envolvendo contrapartidas das demais partes envolvidas, públicas e privadas, que podem diferenciar as unidades sub-regionais.

Que tipo de ações deveriam ser contempladas? Entre um leque abrangente de possibilidades, a experiência internacional de política de desenvolvimento regional recente escolhe o apoio à inovação[22] como item preferencial (ver, entre outros, Landabaso 1994, Galvão 1998). Acredito ser uma escolha acertada e válida para todos os países e regiões, embora com variações importantes no ajuste dos conteúdos, de acordo com o nível de desenvolvimento de cada um. A diretriz de melhor organizar, na dimensão nacional da política de desenvolvimento, um sistema de inovações,

[21] Parece interessante aqui a experiência francesa dos "contratos de plano estado-regiões" (Jaccoud 2001).

[22] Já deve aqui ter ficado claro que entendo o termo inovação em sua acepção ampla, enquanto categoria da análise econômica que transcende o tecnológico em si. No contexto da política, o tratamento da inovação pende para a idéia de sistemas abrangentes, institucionalmente complexos, que vão além dos muros das firmas. Mas não precisamos ir muito longe nessa digressão conceitual. Basta refletir sobre o conceito proposto originalmente por Schumpeter (1982) ainda em 1912 e sobre sua apropriação moderna, por exemplo, por Freeman (1986).

desdobra-se no plano regional com o concurso de múltiplas ações que contribuem para aprimorar as atividades econômicas, quer das empresas, quer de seu entorno, potencializando as possibilidades de desenvolvimento das regiões.

O apoio à inovação importa numa aposta ousada de desenvolvimento, capaz de gerar impulsos dinâmicos e diferenciadores que permitam alcançar resultados socioeconômicos ampliados. Não sem razão, a Comissão Européia (2000) fez aprovar, no seu Encontro de Lisboa no princípio de 2000, orientações para o alcance do objetivo estratégico de transformar a União na próxima década na mais competitiva e dinâmica economia baseada no conhecimento do planeta, capaz de gerar um crescimento econômico sustentado, com mais e melhores empregos e maior coesão social.

Referências

AJARA, César. *Brasil*: espaços incluídos e espaços excluídos na dinâmica de geração de riqueza. 2001. Rio de Janeiro, 2001. Tese de doutorado PPGG/UFRJ.

ALBUQUERQUE, Lynaldo; ROCHA NETO, Ivan. *Estudo do desequilíbrio econômico interregional:* ciência, tecnologia e regionalização. Brasília, IBICT, 1994.

ALVES, Maria Abadia da. *Guerra fiscal e finanças federativas no Brasil:* o caso do setor automotivo. Campinas, 2001. Tese de mestrado IE/Unicamp.

AMIN, Ash; ROBINS, K. Regresso das economias regionais?: a geografia mítica da acumulação flexível. In: BENKO, Georges; LIPIETZ, Alain (Org.). *As regiões ganhadoras:* distritos e redes: os novos paradigmas da geografia econômica. Oeiras: Celta Editora, 1994.

ANDRADE, Thompson A.; SERRA, Rodrigo V. *As cidades de porte médio e o processo de desconcentração espacial das atividades econômicas no Brasil:* 1990/95. Rio de Janeiro: IPEA, 1999.

ASHEIM, Bjorn T. Industrial districts, inter-firm cooperation and endogenous technological development: the experience of developed countries. In: *TECHNOLOGICAL dynamism in industrial districts:* an alternative approach to industrialization in developing countries?. New York: UNCTAD/ONU, 1994.

BANDEIRA, Pedro. *Considerações sobre a renovação das políticas territoriais e regionais do Brasil.* Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2000.

BECATINI, G. The industrial district as a creative milleu. In: BENKO, Georges; DUNFORD, Mick (Org.). *Industrial change and regional development*. London: Bellhaven Press, 1991.

BOISIER, Sergio. Em busca do esquivo desenvolvimento regional: entre a caixa-preta e o projeto político. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, IPEA, n. 3, jun.1996.

BOYER, Robert. *Etat, marché et development:* une nouvelle synthèse pour le XXIe siècle?. Paris: CEPREMAP, 1998. Doc n° 9907.

BRANDÃO, Carlos A. *Economia política e dimensão territorial do desenvolvimento*. Campinas, 1999. Mimeografado.

CANO, Wilson. *Reflexões sobre o Brasil e a nova (des)ordem internacional*. 4. ed. amp. Campinas: Editora da Unicamp: FAPESP, 1995.

_____. Concentração e desconcentração econômica regional no Brasil - 1970/95. In: *Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil 1930/1970*. Ed. rev. e amp. São Paulo: Unicamp, 1998.

CARNEIRO, Ricardo. *A globalização financeira:* origem, dinâmica e perspectivas. Campinas: Unicamp, 1999. (Texto para Discussão, n. 90).

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede:* a era da informação: economia, sociedade e cultura. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999.

CHESNAY, François. *A mundialização do capital*. São Paulo: Xamã, 1996.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Por uma nova política nacional de desenvolvimento regional:* proposta CNI. Brasília: CNI, 1997.

COMISSÃO EUROPÉIA. *6th periodic report*. Brussels: [s.n.], 1998. DG XVI.

_____. *Innovation in a knowledge driven economy*. Luxemburgo: [s.n.], 2000. COM 567 final, 20 de set.

_____. *Second report on economic and social cohesion*: unity, solidarity, diversity for Europe, its people and its territory. Luxemburgo: [s.n.], 2001.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O COMÉRCIO E O DESENVOLVIMENTO. *Trade and development report, 1999*. New York: United Nations, 1999.

CONSÓRCIO BRASILIANA. *Estudo dos eixos nacionais de integração e desenvolvimento*. Brasília: BNDES. 3 v.

DINIZ, Clélio Campolina. *A dinâmica regional recente da economia brasileira e suas perspectivas*. Brasília: IPEA, 1995. (IPEA/Texto para Discussão, nº 375).

DUNFORD Mick. *Theorising regional economic performance and the changing territorial division of labour*. Brighton: [s.n.], 2002. Mimeografado.

EICHENGREEN, Barry. *A globalização do capital:* uma história dos sistemas monetário internacional. São Paulo: Editora 34, 2000.

FERNANDES, A. C. de A. Da reestruturação corporativa à competição entre cidades: lições urbanas sobre os ajustes de interesses locais e globais no capitalismo contemporâneo. *Espaço e Debates*, São Paulo: NERU, n. 41, 2001.

FIORI, José Luís. De volta à questão da riqueza de algumas nações. In: *Estados e moedas no desenvolvimento das nações*. FIORI, José Luiz (Org.). Petrópolis: Vozes, 1999.

FREEMAN, Christopher. *The economics of industrial innovation*. 2nd ed. Cambridge: The MIT Press, 1986.

FURTADO, Celso. *O capitalismo global*. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

FURTADO, João. Mundialização, reestruturação e competitividade: a emergência de um novo regime econômico e as barreiras às economias periféricas. *Novos Estudos*, São Paulo: CEBRAP, n. 53, mar. 1999.

GALVÃO, Antonio C. F. Alguns comentários sobre a experiência brasileira de política regional. In: FERRAZ, Betina; PACHECO, Ricardo (Org.). *A política regional na era da globalização*. São Paulo: Fundação Konrad Adenauer Stiftung: IPEA, 1996.

_____. Inovações e desenvolvimento regional: alguns elos da discussão recente. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 29, n. 4, 1998.

_____. Quem dá mais?: recursos financeiros e critérios operacionais básicos nas políticas de desenvolvimento regional brasileira e européia. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 9., 2001, Rio de Janeiro. *Anais*.... Rio de Janeiro: ANPUR, 2001. V. 1.

_____. *Política de desenvolvimento regional e inovação:* a experiência européia. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

GALVÃO, Antonio C. F.; VASCONCELLOS, Ronaldo R. *Política regional à escala sub-regional:* uma tipologia territorial como base para um fundo de apoio ao desenvolvimento regional. Brasília: IPEA, 1999. (IPEA/ Texto para discussão, n. 665).

GALVÃO, Antonio C. F.; BRANDÃO, Carlos Antônio. Fundamentos, motivações e limitações da proposta dos eixos nacionais de desenvolvimento e integração. In: GONÇALVES, M. F.; BRANDÃO, C. A.; GALVÃO, A. C. *Regiões e cidades e cidades nas regiões*: o desafio urbano-regional. São Paulo: Edunesp, 2003.

GONÇALVES, M. F.; BRANDÃO, C. A.; GALVÃO, A. C. *Regiões e cidades e cidades nas regiões:* o desafio urbano-regional. São Paulo: Edunesp, 2003.

GAROFOLI, Gioachinno. The italian model of spatial development in the 1970s and 1980s. In: BENKO, G.; DUNFORD, M. (Org.). *Industrial change and regional development:* the transformation of new industrial spaces. Londres: Belhaven, 1991.

GUIMARÃES NETO, Leonardo. *Dinâmica regional brasileira*. Brasília: IPEA, 1997. Mimeografado.

SMITH, Ronald; HALL, Alasdair; TSOUKALIS , Loukas (Ed.). *Competitiveness and cohesion in EU policies*. New York: Oxford University Press, 2001.

HOLANDA, Antonio Nilson C.; FREITAS, Alencar S. de; OTTANI, Valdemar. *Indicações para uma nova estratégia de desenvolvimento regional*. Brasília: SEPRE/ MPO, 1997.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA. *Quatro anos de transformações, 1995-1998*. Brasília, 1998.

_____. *Caracterização e tendências da rede urbana do Brasil:* configuração atual e tendências da rede urbana. Brasília: [s.n.], 1999.

JACCOUD, Luciana. *Experiência internacionais de política regional*: o caso da França. Brasília: IPEA, 2001. (IPEA/Texto para Discussão, 815).

LANDABASO, Mikel. *Promoción de la innovación en la política regional comunitaria:* una propuesta de estrategia tecnológica regional. Bilbao: Universidad del Pais Vasco, 1994.

LAVINAS, Lena et al. *Atlas das desigualdades regionais*. Rio de Janeiro: IPEA: FINEP, 1996.

MACEDO, Antonio Carlos. *Serviços e desenvolvimento:* algumas considerações. Campinas: Unicamp, 1990. Mimeografado.

MARKUSEN, Ann. Áreas de atração de investimentos em um espaço econômico cambiante: uma tipologia de distritos industriais. *Nova Economia*, Belo Horizonte: CEDEPLAR, v. 5, n. 2, dez. 1995.

NADVI Khalid. Industrial districts experiences in developing countries. In: *Technological dynamism in industrial districts:* an alternative approach to industrialization in developing countries?. New York: UNCTAD, 1994.

OHMAE, Keinichi. *O fim do estado nação.* Rio de Janeiro: Campus, 1996.

PACHECO, Carlos Américo. *A fragmentação da nação.* Campinas: Editora da Unicamp, 1998.

PIORE, Michael J.; SABEL, Charles F. *The second industrial divide:* possibilities for prosperity. New York: Basic Books, 1984.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO et al. *Desenvolvimento humano no Brasil, 1970-1996*. Brasília: [s.n.], 1998.

_____. *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*. Brasília: [s.n.], 1998.

PRADO, Sérgio (Org.). *Guerra fiscal no Brasil:* três estudos de caso: Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná. São Paulo: FUNDAP, 1999. (Estudos de economia do setor público, n.5).

PRADO, Sérgio; CAVALCANTE, Carlos E. G. *A guerra fiscal no Brasil*. São Paulo: FUNDAP; Brasília: IPEA, 2000. (Coleção Federalismo no Brasil).

QUAH, Danny. ICT clusters in development: theory and evidence. *European Investment Bank Papers*, London, v. 6, n. 1, 2001.

SASSEN, Saskia. Os espaços na economia global. In: OLIVEIRA, Flávia A. M. de (Org.) *Globalização, regionalização e nacionalismo*. São Paulo: Editora da UNESP, 1999.

SCHUMPETER, Joseph A. *Teoria do desenvolvimento econômico:* uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SMITH, Adrian et al. Networks of value, commodities and regions: reworking divisions of labour in macro-regional economies. *Progress in Human Geography*, v. 26, n. 1, 2002.

SOLOW, Robert. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics,* Boston: The MIT Press, v. 39, n.3, 1957.

VELTZ, Pierre. *Mundialización, ciudades y territorios:* la economia de archipiélago. Barcelona: Editorial Ariel, 1999.

VILLARÁN, Fernando. Technological innovation and industrial districts: some comments and evidence. In: TECHNOLOGICAL dynamism in industrial districts:

an alternative approach to industrialization in developing countries?. New York: UNCTAD, 1994.

VIOTTI, Eduardo B. *National learning systems:* towards a framework to understand technical change in late industrializing economies. 1996. Dissertação de PHD pela New School for Social Research, Nova Iorque, 1996.

WADE, R. *Governing the market:* economic theory and the role of government in East Asian Industrialization. New Jersey: Princeton University Press, 1990.

WALKER, Richard A. Is there a service economy?: the changing capitalist division of labour. *Science and Society*, v. XLIV, n. 1, 1985.

ZACKSESKI, Nelson F.; RODRIGUEZ, Maria Lélia O. *Uma aproximação à política regional no Brasil hoje*. Brasília: IPEA, 1999. (IPEA / Texto para Discussão, 694).

Ciência, tecnologia e inovação para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônia

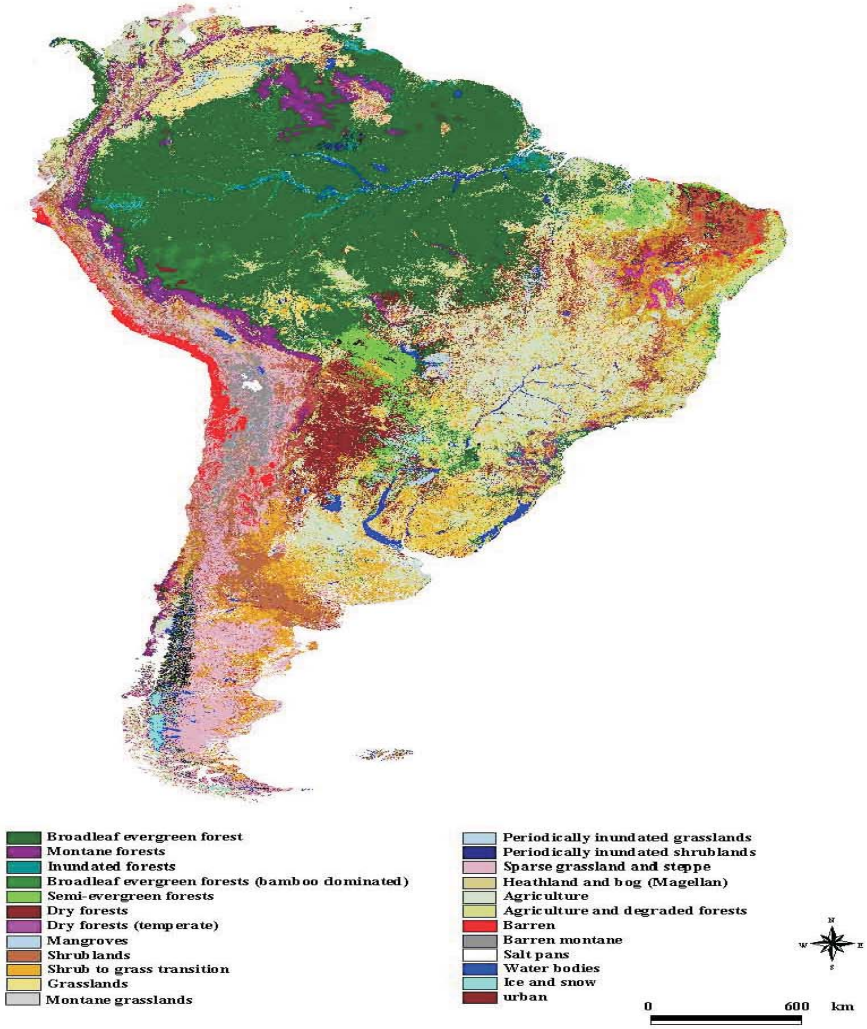
Bertha K. Becker[*]

A Amazônia não é mera questão regional, mas sim uma questão nacional. Seu imenso patrimônio natural pouco conhecido e inadequadamente utilizado é um desafio à ciência nacional e mundial, foco de conflitos quanto à sua apropriação que afetam a face interna da soberania brasileira e também instrumento de pressão externa e de negociação do Brasil para adesão ao "norte" no contexto internacional.

Considera-se que C,T&I tem papel primordial na aceleração e aprofundamento do conhecimento desse patrimônio natural e na concepção e implementação de um novo modo de sua utilização, capaz de beneficiar a sociedade regional e nacional, subsidiar o planejamento do uso do território e as negociações em fóruns globais referentes ao clima, à biodiversidade e à água, bem como assegurar a soberania brasileira sobre a região. Tais demandas se ampliam com o processo de integração da Amazônia Sul-Americana, que demandará projetos conjuntos. (Figura 1)

[*] Bertha K. Becker é professora titular emérita do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Figura 1. Mapa da Vegetação da América do Sul



Duas premissas orientam esta reflexão. Uma é a necessidade de resgatar o déficit em P&D mediante ampla aliança entre a universidade, instituições de pesquisa e a empresa, bem definidas suas missões: as duas primeiras como "lócus" de reflexão, geração de conhecimento e formação de competências, e a empresa como "lócus" da inovação. A outra, é o reconhecimento de que C,T&I não devem ser analisadas isoladamente do contexto em que atuam, e dependem, portanto, de estratégias complementares.

A proposição central e suas premissas são aqui discutidas em quatro seções. A primeira, apresenta o contexto atual que atribui valor estratégico à região e prioriza a biodiversidade. A segunda analisa elementos positivos, vulnerabilidades e oportunidades presentes no quadro atual de C,T&I da Amazônia. Na terceira, são propostas ações imediatas e de médio/longo prazos para geração, gestão e uso do conhecimento, particularmente da biodiversidade. Finalmente, estratégias complementares são apontadas como condição de realização eficiente do avanço da C,T&I para conhecimento e uso do patrimônio natural da Amazônica.

1. O NOVO SIGNIFICADO DO PATRIMÔNIO NATURAL DA AMAZÔNIA

Novas condições do contexto global, nacional e regional apontam a urgência do uso do conhecimento científico-tecnológico para aproveitamento econômico do patrimônio nacional amazônico. Tratam-se de processos e forças que moldam a dinâmica regional contemporânea e das políticas públicas e instrumentos de planejamento em que se inserem as atividades de C&T na Amazônia.

1.1. OS DESAFIOS DO CONTEXTO SOCIOECONÔMICO E POLÍTICO CONTEMPORÂNEO

O patrimônio natural tem sido o fundamento do crescimento econômico do país. Como as mais antigas periferias do sistema capitalista e ex-colônias, o Brasil e os demais paises latino-americanos foram historicamente forjados numa relação sociedade-natureza caracterizada como "economia de fronteira", em que o crescimento econômico percebido como linear e infinito se fundamenta na incorporação contínua de terras e recursos naturais percebidos igualmente como inesgotáveis (Boulding, 1966). Esse paradigma se expressa territorialmente pela expansão da fronteira móvel agropecuária e/ou mineral, associada a várias características entre as quais o comando da demanda do mercado externo, o poder das elites baseado em extensa apropriação da terra, a exclusão social, a destruição do patrimônio natural, bem como as desigualdades regionais, originárias da concentração de investimentos em áreas sucessivas dotadas de recursos naturais valorizados no mercado internacional.

Os avanços na modernização e as políticas públicas não romperam o padrão da economia de fronteira que alcançou seu auge com o Programa de

Integração Nacional (PIN 1965-85) que, visando a rápida modernização da sociedade e do território, por um lado, embasou o desenvolvimento da agroindústria de grãos no cerrado do centro-oeste graças à estreita associação com a P&D, mas, por outro lado, intensificou a fronteira móvel capitaneada pela expansão da pecuária, que atingiu a borda da floresta amazônica, associada a intensos desmatamento e conflitos de terra.

Por força de processos e agentes que atuam em nível global, nacional e regional, a Amazônia constitui-se hoje como a fronteira do capital natural. Fronteira entendida como espaço não plenamente estruturado, potencialmente gerador de realidades novas (Becker, 1985). A nova condição, contudo, conflita com a permanência do padrão tradicional de sua ocupação pela fronteira móvel, agropecuária, que avança na borda da floresta.

Em nível global, a raiz do novo contexto reside na revolução científico-tecnológica na microeletrônica e na comunicação que não apenas transformou a informação e o conhecimento em base do poder e propulsor da reestruturação econômica e política do sistema mundial, como também resultou numa reavaliação e revalorização da natureza. A percepção da crise ambiental, por alguns considerada como o mais importante obstáculo ao desenvolvimento do sistema capitalista (Daly, 1991) se fez sob duas lógicas distintas, que convergiram para um mesmo projeto preservacionista: a lógica social, com o objetivo de preservação da vida, e a lógica da acumulação com o objetivo de preservar estoques de natureza como capital de realização futura, condicionado ao uso de novas tecnologias.

Tal contexto refletiu-se no Brasil e na Amazônia – fortemente valorizada por seu patrimônio natural e o saber das populações tradicionais quanto ao trópico úmido – por forte pressão preservacionista com efeitos sobre a C&T regional. A Rio-92, a criação do que é hoje o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a aceitação do Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais Brasileiras (PP-G7) mediante doação do G7, União Européia, foram respostas políticas do governo brasileiro às pressões na Amazônia, enquanto o Projeto Sipam/Sivam procurou demonstrar a capacidade do país em controlar o território com uma base tecnológica avançada.

A política preservacionista então estabelecida em contraposição ao desenvolvimento a qualquer custo, concretamente, resultou em três novidades: a) formação de grandes reservas de capital natural por meio da ampliação das áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas) que, com o projeto Arpa (Áreas Protegidas da Amazônia) em curso, representam 33% do território amazônico; recortes territoriais excluídos do circuito produtivo, mas também significando proteção da floresta e da terra, que são bens públicos e trunfos do poder do Estado; b) a presença de um novo ator na região, a "cooperação internacional", envolvendo ajuda financeira e técnica por meio de múltiplos atores – organizações não governamentais (ONGs), bancos, agências de desenvolvimento, organizações religiosas – com forte poder de agenda e cooperação assimétrica; c) atenção especial aos grupos sociais excluídos, por meio da implantação de novos modelos de uso do território, como as Reservas Extrativistas (Resex) e os projetos demonstrativos para produção agrosilvicultural.

Hoje, na virada do milênio, inicia-se o uso do capital natural reservado na década de 1990, acentuando-se a vertente da acumulação em contraposição à vertente ambientalista. Observa-se um processo de mercantilização de elementos da natureza transformados em mercadorias fictícias – fictícias porque não foram produzidas para venda no mercado (Polanyi, 1944; Becker, 2001) – que geram mercados reais, cuja regulação está em curso nos grandes fóruns globais. É o caso do mercado do ar, por meio do Protocolo de Quioto, o mais avançado, da Convenção sobre Diversidade Biológica, que procura superar os conflitos quanto à propriedade intelectual, e de múltiplas agências que tentam com grande dificuldade regular o uso global da água, considerada o "ouro azul" do século XXI. Ademais, cresce o consumo de fármacos, extratos, cosméticos, e de alimentos protéicos que não de origem animal, como já sinalizado pela soja.

Poços de carbono – conhecidos ou não –, localizados não apenas na Amazônia, alguns se estabelecendo, inclusive mediante compra de áreas florestais, certificação da madeira com base em manejo florestal por grandes empresas, econegócios para toda a sorte de produtores –, são sinalizações da nova tendência, fortalecidas pelo fato do Banco Mundial negligenciar o seu papel de gestor no PP-G7 e voltar à sua função de banco, financiando projetos diretamente nos estados. Simultaneamente, expandem-se os

investimentos de empresas multinacionais e nacionais no agronegocio, a partir do Mato Grosso, sobretudo da soja.

Em nível nacional, é imperativa a urgência da retomada do crescimento econômico, desta feita com imprescindível inclusão social e conservação do meio ambiente. O necessário aumento da produção e da produtividade, e da fluidez do território – por meio da intensificação de redes de circulação, comunicação e de energia – conciliado com a geração de emprego e a conservação ambiental não é de modo algum trivial.

A valorização da base de recursos naturais torna-se um elemento crucial na retomada do crescimento, haja vista o papel crescente das exportações de soja e de carne no balanço de pagamentos, sobretudo a soja. A escala de expansão alcançada por essa lavoura forma hoje um imenso cinturão ocupando os cerrados do Mato Grosso, da Bahia, Maranhão e Piauí, extendendo-se a oriente pelo Tocantins e pelas áreas desmatadas do Pará, e a ocidente por Rondônia e, em breve, pela Bolívia.

Nesse contexto, um confronto gigantesco se configura entre dois modos de uso do território, baseados em formas de produção e ecossistemas distintos, um uso atual e um uso futuro:

- De um lado, o uso atual, em expansão no cerrado, comandado por grandes conglomerados internacionais – como a Bunge, Cargill, ADM entre outras – e nacionais como o grupo Amaggi, do governador do Estado de Mato Grosso; sua produção é baseada na pesquisa e desenvolvimento e são dotados de logística poderosa, gerando uma forma específica de ordenamento do território. A demanda de tal modo de produzir é por expandir a produção e a logística, visando reduzir os custos de transporte para exportação;

- De outro lado, o uso do território que aponta para o futuro nos ecossistemas amazônicos florestais que, à exceção de cidades e de enclaves empresariais (que estão deixando, aliás, de ser enclaves), tem baixa densidade de população, são utilizados pela economia extrativista e/ou pequena produção agrícola. Sem conhecimento científico pleno de seu potencial e de tecnologias adequadas a sua utilização, os ecossistemas amazônicos, no entanto, devem ser vistos hoje na imensa escala da Amazônia Sul-Americana, e demandam um modelo de uso capaz de gerar riqueza e emprego e/ou trabalho sem destruir a floresta, que só poderá ser conseguido condicionado a novas tecnologias.

O cinturão da soja/boi vem provocando um revigoramento da fronteira móvel, que penetra na floresta amazônica em três frentes de expansão com forte desflorestamento a partir do sudeste do Pará em direção à chamada Terra do Meio, e do norte do Mato Grosso em direção à rodovia Cuiabá-Santarem e ao sul do estado do Amazonas, para o qual se dirige um também fluxo que parte de Rondônia. Nesse contexto, as áreas protegidas tornam-se vulneráveis e menos capazes de barrar a expansão da fronteira móvel.

A administração desse confronto é um grande desafio para o Governo Federal, na medida em que ambos os usos, o atual e o futuro, são essenciais à economia e à sociedade nacional e que o confronto é acompanhado por conflitos de governnabilidade que afetam a face interna da soberania sobre a região. O que não se justifica é destruir o potencial de um futuro, já presente, da Amazônia, em nome do uso atual, que tem grandes espaços para se expandir no cerrado e nas áreas desmatadas. Ademais, a história do Brasil está plena de experiências desastrosas baseadas em monoculturas orientadas para a exportação e dependentes da oscilação dos mercados externos.

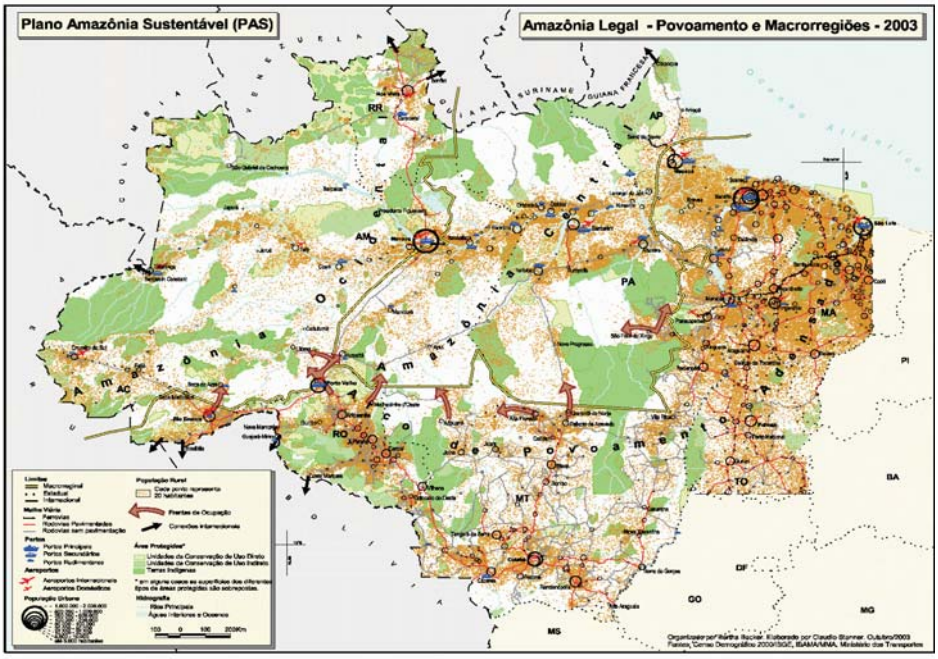
Não é diversa a urgência de um novo padrão de desenvolvimento baseado na C&T em nível regional. A Amazônia não é mais a mesma dos anos 60; registrou profundas mudanças estruturais – na conectividade, economia, distribuição do povoamento, posse do território, e na sociedade, que se organizou como antes nunca verificado. Os conflitos das décadas de 60 a 80 se transfiguram em projetos comunitários alternativos, com grandes parcerias locais/globais graças à implantação das redes de telecomunicação (Becker, 1997). Por sua vez o processo de urbanização baseado na mobilidade da população que difunde informação para o campo e para a cidade, onde se concentram 70 % da população, tornou a Amazônia uma floresta urbanizada e tem papel fundamental nas novas demandas regionais. Daí, atribuir a ela a condição de "floresta urbanizada" (Becker, 1995). Em conseqüência, todos os atores sociais, inclusive os grupos indígenas, desejam o desenvolvimento sustentável, embora este conceito tenha concepções diversas para cada um deles.

Novos atores assumem peso político na região: os governos estaduais que, por suas condições geográficas, históricas e culturais, perseguem estratégias diversas; a sociedade civil, tanto no campo como na cidade; a "cooperação internacional" que envolve não só o financiamento de grandes

projetos multi-laterais, a pesquisa e a assistência técnica, como as organizações não-governamentais de tipo variado aliadas aos produtores familiares; os empresários, e também os municípios que, embora destituídos de arrecadação econômica própria, tem peso político considerável.

Tais processos de mudança não incidiram homogeneamente no extenso território amazônico, configurando grande diferenciação intra-regional, distinguindo-se três macrorregiões que demandam políticas diferenciadas – macrorregião do povoamento consolidado (por muitos denominada de arco do desmatamento ou do fogo) onde se concentra o cerne da economia da Amazônia Legal, a macrorregião central extremamente vulnerável pelo avanço das frentes de expansão, e a região ocidental, ainda bastante preservada (Figura 2), cada uma delas com várias sub-regiões.

Figura 2. Amazônia Legal – Povoamento e Macrorregiões – 2003



Enfim, a Amazônia é hoje uma região em si, e não mais mero espaço para expansão da fronteira móvel agropecuária; possui estrutura produtiva, demandas e resistências próprias. Com grandes conflitos entre seus 20 milhões de habitantes, e sérias repercussões sobre a governabilidade nas áreas de fronteira móvel, e de soberania nas áreas de fronteira política. Não por acaso

as maiores demandas de todos os atores é pela presença do Estado e pelo zoneamento ecológico-econômico, ou seja, pela definição das regras do jogo, condição para o desenvolvimento.

Os processos em curso revelam dois importantes fatos: a) o esgotamento do ambientalismo preservacionista como modelo de desenvolvimento regional na medida em que não gera emprego e renda e tem dificuldade de barrar a expansão da fronteira móvel; b) o desafio de conceber um novo padrão de uso do território capaz de promover o crescimento econômico e a inclusão social com conservação ambiental. Outro não é o sentido das atuais políticas públicas.

1.2. AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A AMAZÔNIA

As políticas públicas destinadas à região a um só tempo expressam e conformam o novo contexto. Visam, corretamente, compatibilizar o crescimento econômico com a inserção social e a conservação ambiental; para tanto, contudo, necessitam administrar intensos conflitos que resultam na paralisação das ações gerando uma perversa defasagem de tempo em relação às ações da sociedade, muito mais rápidas, e um forte clima de desobediência civil.

São vários os planos formulados para a Amazônia:

a) O Plano Plurianual (PPA) 2004-2007, só no final do mês de julho de 2004 aprovado pelo Congresso, é o núcleo diretor dos demais planos e políticas que a ele devem se ajustar em âmbito nacional e regional. Embora correto em sua proposição contém contradições difíceis de solucionar tais como: promover o crescimento econômico com emprego e renda, tendo como base a dinamização do consumo de massa, ao mesmo tempo em que estabelece a necessidade de elevar os investimentos e a produtividade, e de reduzir a vulnerabilidade externa, o que pressupõe menos emprego e ênfase nas exportações. A ênfase recorrente na regionalização das políticas e programas é um ponto positivo no PPA;

b) O Plano Amazônia Sustentável (PAS), representa um grande avanço na política para a Amazônia estabelecendo as diretrizes gerais para a ação regional. Concluido em outubro de 2003, encontra-se ainda na Casa Civil, aguardando compatibilização com o PPA. Fundamenta-se no princípio da

transversalidade, significando a inserção da variável ambiental nas políticas setoriais, princípio expresso na criação de grupos de trabalho Interministeriais (GTIs) para a ação pública na região. Visando compatibilizar crescimento econômico/inclusão social/conservação ambiental, tem como meta uma Amazônia modernizada e ambientalmente protegida, abandonando a postura preservacionista e, novidade, estabelece a conexão da C&T com a base de recursos naturais, para uma nova inserção nos mercados e para geração de emprego e renda.

São cinco os eixos do PAS: 1) produção sustentável com tecnologia inovadora e competitividade; 2) inclusão social; 3) gestão ambiental e ordenamento do território; 4) infra-estrutura para o desenvolvimento; 5) novo padrão de financiamento. Ademais, contêm uma estratégia espacial baseada na regionalização interna da região.

O "calcanhar de Aquiles" do PAS é a infraestrutura para o desenvolvimento, gerando intensos conflitos, debates e resistências entre os "desenvolvimentistas" e os "ambientalistas", estes em parceria com os produtores familiares.

c) Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento. O objetivo geral deste plano é promover a redução das taxas de desmatamento na Amazônia por meio de um conjunto de ações integradas – de ordenamento territorial e fundiário, monitoramento e controle, fomento a atividades produtivas sustentáveis e infra-estrutura com base em parcerias entre governo, sociedade civil e setor privado. A expectativa é reduzir os índices de desmatamento e queimadas, de grilagem de terras públicas e de exploração madeireira ilegal, e aumentar a adoção de práticas sustentáveis e a capacidade institucional na implementação integrada de medidas de prevenção e na viabilização de atividades produtivas sustentáveis. Realizado igualmente por um grupo de trabalho interministerial e ajustado ao PAS, o plano já iniciou seus trabalhos.

d) O Plano BR-163 Sustentável, está efetivamente em elaboração, embora a duras penas. A pavimentação da BR-163 (rodovia Cuiabá-Santarém) aberta na década de 1970, estabelece a ligação entre os dois grandes modos de uso do território e tornou-se o foco da guerra entre "desenvolvimentistas" e "ambientalistas", sendo emblemática do contexto atual da Amazônia. Em face das pressões dos dois grupos, o Governo Federal decidiu criar um novo modelo para a implantação de estradas na Amazônia, partindo do pressuposto

de que não é a estrada em si que necessariamente provoca desflorestamento e expropriação dos produtores familiares mas, sim o modo pelo qual a estrada é planejada. Foram estabelecidas como medidas prévias, a regularização fundiária, prevista pelo Incra a ser concluída em um ano (o que é difícil), ações emergenciais, consultas à sociedade e audiências públicas (já realizadas); ZEE, o Estado do Pará já realizou um para todo o estado, e a ADA (Agência de Desenvolvimento da Amazônia, ex-Sudam) iniciou um outro detalhado, para 200 km^2 em torno da rodovia, iniciado em agosto (2004).

Enquanto isso, contudo, uma enorme grilagem de terras públicas – feita, aliás, com uso de tecnologia de satélites – acompanhada de exploração desordenada da madeira e de grande agressividade dos fazendeiros, acrescenta obstáculos ao planejamento.

e) A Política Nacional de Desenvolvimento Regional, ajustada ao PAS, é outro elemento da ação pública a considerar. Entendendo que as políticas para as regiões devem partir de uma visão nacional, essa política se baseia na identificação de meso-regiões para as quais deve ser formulado um planejamento específico, no contexto dos princípios gerais. Tal ótica é fundamental, sobretudo, para a Amazônia, onde condições históricas, geográficas, econômicas e culturais geram demandas e possibilidades de parcerias diversas, e a possibilidade de reduzir a pulverização de recursos favorecendo a tão almejada presença do Estado.

1.3. A proposta central: uma revolução científico-tecnológico para a Amazônia

Mudanças em nível global, nacional e regional em sintonia, indicam que a valorização do patrimônio natural amazônico é imperativo e urgente para atender às demandas sociais e à competitividade internacional.

Mas o desafio que se impõe não é trivial. Ele exige o uso do patrimônio sob uma nova ótica que supere a falsa dicotomia entre desenvolvimento e preservação ambiental. Para tanto, uma estratégia crucial é:

• O uso do conhecimento científico-tecnológico e a inovação como fundamento de um novo modo de uso do território que impeça a destruição da floresta, atribuindo-lhe valor econômico para que possa competir com as

commodities e a exploração madeireira convencional. A utilização econômica da biodiversidade é a mais flagrante prioridade. Tendo em vista os imperativos inadiáveis de inclusão social e não apenas de competitividade global, a inovação tecnológica não pode se ater apenas a tecnologias de ponta, mas sim considerar diferentes níveis tecnológicos, desde as mais sofisticadas às mais simples técnicas.

• O Brasil já realizou importantes revoluções científico-tecnológicas tais como a exploração do petróleo em águas profundas, a Embraer, a transformação da cana-de-açúcar em combustível na Mata Atlântica, a correção das condições ecológicas do cerrado, que permitiu a lavoura da soja e outros grãos. É hora de realizar uma outra para os ecossistemas florestais amazônicos.

2. Situação atual da C&T na Amazônia

Premissas da análise: a) a complexidade da situação de C&T na Amazônia é maior do que usualmente afirmada, devido ao esforço de desconcentração do Sistema Nacional de C&T e a iniciativas regionais; b) geralmente, os processos em curso tem dupla face: uma de avanço positivo, e outra de vulnerabilidades que afetam a continuidade da face positiva; c) o fator tempo deve ser considerado na compreensão da dupla face dos processos.

2.1. Elementos positivos

1. O reconhecimento da importância da Amazônia pela sociedade e o governo, e a efetiva vontade política de fortalecer a C,T&I na região, evidente na retomada de liderança do MCT e da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (Seped). Vale registrar o estímulo que vem sendo dado pelo CGEE para este fim.

2. Uma base institucional pouco numerosa, mas de boa qualidade, onde convivem instituições com missões diversificadas, antigas e novas, estas com grande potencial ainda não devidamente desenvolvido como é o caso do Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), do Sipam e da Unamaz, dos projetos estratégicos, como os da Seped, e o Deter. Os projetos da Seped e o Deter constituem um marco na pesquisa sobre a região, tanto por sua

excelência científica e tecnológica como por sua importância política referente aos subsídios que oferecem para políticas e negociações internacionais.

3. O Pólo Industrial de Manaus (PIM) e a Universidade Federal do Pará são os núcleos mais fortes em C&T na região.

4. A região tem revelado novos atores e iniciativas próprias quanto à C&T, confirmando a afirmativa acima que a Amazônia é hoje uma região por si. Destacam-se o papel da esfera privada (253 das 412 instituições de C&T regionais) sobretudo nas instituições de ensino superior (IES) e no ensino técnico, dos governos estaduais, não só por meio das secretarias e prefeituras como também na sustentação de instituições de pesquisa, e ainda a presença significativa de ONGs. Mas, se em número esses novos atores são expressivos, em termos de escala de atuação não se comparam com o apoio do MCT à Universidade Federal do Pará, a maior em termos de docentes, alunos, pesquisas e recursos federais, e a múltiplas instituições. É lícito reconhecer as secretarias de C&T como parceiros privilegiados na região.

5. Os APLs constituem ação positiva mas não decisiva, na medida em que são fracas as conexões inter-unidades, localizadas em extensos municípios e sendo mais adequados a comunidades com um mínimo de organização da produção e próximas aos centro urbanos.

6. O déficit de P&D vem sendo preenchido pelo CBA, por arranjos produtivos locais (APLs), por incubadoras universitárias e empresariais, e por pequenas e médias empresas. São as incubadoras e pequenas e médias empresas que emergem como promissoras no fortalecimento de P&D. O Programa de Apoio a Empresas (Pappe) em parceria com as FAPs e empresas, e os fundos setoriais Verde-Amarelo, Info e Amazônia são impulsionadores da formação de tais empresas.

7. Mais da metade (857) do conjunto das pesquisas no país sobre a Amazônia (1.244) já é realizada por pesquisadores da região, único indicador em que ela tem posição elevada no conjunto do país, graças ao apoio do MCT.

8. Iniciativa regional para estruturação de um fórum de C&T para a Amazônia em articulação com o CGEE e sob liderança da ADA, cuja primeira reunião foi realizada em fins de 2003.

9. Iniciativas de desconcentração tais como Ipepatro, Universidade da Floresta (Acre) e possibilidades na UEMT de Alta Floresta.

2.2. VULNERABILIDADES

1. Até recentemente, ausência de uma diretriz de longo prazo para a ação do MCT e, ainda hoje, escassez de recursos direcionados a região, e baixo nível de seu conhecimento sobre a região.

2. A grande defasagem da Amazônia em C&T no contexto nacional, patente em quatro indicadores: número de pesquisadores titulados ou em formação superior (1.768 doutores: 1.460 na Região Norte e 308 no Mato Grosso, 55.019 no país e 2.406 em Mato Grosso do Sul, totalizando 59.628), proporção de grupos de pesquisa (3,9% Região Norte e 5,3 no Centro-Oeste), proporção dos investimentos em recursos humanos (3,5%) e proporção dos investimentos de Fundos Setoriais (4,3% para a Amazônia Legal). (Tabelas 1, 2, 3 e 4 e Gráficos 1, 2 e 3).

Tabela 1. Brasil – Distribuição do Currículo Lattes por região geográfica e unidade da federação, segundo a titulação máxima

Região/UF	Doutorado	Mestrado	Especialização	Graduação	duação em Andamen	Sem Informação	Total
DF	1.724	1.561	546	1.308	2.072	694	7.905
GO	852	1.344	1.922	1.353	2.090	424	7.985
MS	508	755	545	506	1.020	201	3.535
MT	308	520	450	459	444	194	2.375
Centro-Oeste	**3.392**	**4.180**	**3.463**	**3.626**	**5.626**	**1.513**	**21.800**
AL	301	256	160	287	527	198	1.729
BA	1.509	2.359	1.572	1.525	2.626	536	10.127
CE	1.113	1.510	668	1.063	2.573	629	7.556
MA	237	399	161	221	952	90	2.060
PB	939	1.192	376	983	1.332	405	5.227
PE	1.623	1.838	930	1.553	3.496	718	10.158
PI	193	270	129	140	536	96	1.364
RN	690	870	406	697	1.453	378	4.494
SE	242	445	322	231	530	130	1.900
Nordeste	**6.847**	**9.139**	**4.724**	**6.700**	**14.025**	**3.180**	**44.615**
AC	68	120	51	64	108	15	426
AM	463	700	343	657	942	173	3.278
AP	22	59	25	34	46	9	195
PA	708	1.026	446	646	1.403	319	4.548
RO	74	164	129	81	119	121	688
RR	63	88	42	82	118	69	462
TO	62	249	127	92	489	147	1.166
Norte	**1.460**	**2.406**	**1.163**	**1.656**	**3.225**	**853**	**10.763**
ES	495	467	215	437	768	206	2.588
MG	4.928	5.152	2.130	4.099	6.721	1.635	24.665
RJ	7.775	6.758	2.269	5.007	7.626	1.834	31.269
SP	18.592	14.567	5.498	14.354	12.274	4.285	69.570
Sudeste	**31.790**	**26.944**	**10.112**	**23.897**	**27.389**	**7.960**	**128.092**
PR	3.458	4.777	3.270	3.369	4.958	1.260	21.092
RS	4.658	7.353	3.748	5.155	7.652	2.130	30.696
SC	2.080	3.675	1.833	2.514	3.977	1.000	15.079
Sul	**10.196**	**15.805**	**8.851**	**11.038**	**16.587**	**4.390**	**66.867**
Outros(1)	1.334	1.154	347	779	931	2.447	6.992
Total	55.019	59.628	28.660	47.696	67.783	20.343	279.129

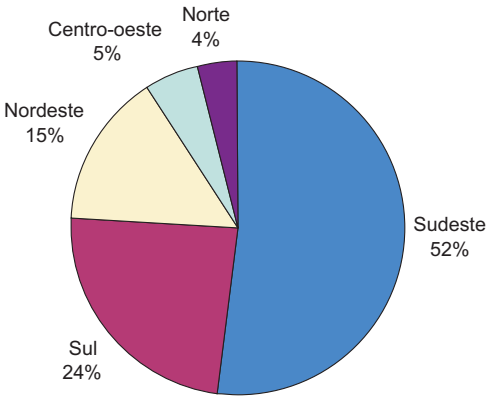
Fonte: CNPq – Currículo Lattes.
Disponível via <http://lattes.cnpq.br/indicadores/indicadores_cv/pagina8.htm> .
Arquivo consultado em 2004.

Tabela 2. Brasil – Distribuição dos grupos de pesquisa por região geográfica – 2002

Região	Nº de Grupos de Pesquisa	% do total de grupos
Sudeste	7855	51,8
Sul	3630	23,9
Nordeste	2274	15,0
Centro-oeste	809	5,3
Norte	590	3,9
Brasil	**15158**	**100**

Fonte: CNPq – Currículo Lattes.
Disponível via <http://lattes.cnpq.br/censo2002/sumula/index_sumula.htm> .
Arquivo consultado em 2004

Gráfico 1. Brasil – Distribuição dos grupos de pesquisa por região geográfica – 2002



Fonte: CNPq – Currículo Lattes.
Disponível via <http://lattes.cnpq.br/censo2002/sumula/index_sumula.htm> .
Arquivo consultado em 2004

É ainda mais drástica a proporção da região nos investimentos em C&T no total do país. A proporção de toda a Amazônia Legal no total de fomento a formação de RH, é de apenas 3,5%, isto é, apenas 2.809 das 80.354 bolsas e de 6,5% dos financiamentos concedidos à pesquisa. Essa defasagem é acentuada quando se comparam os números referentes a toda a extensa região com os de alguns estados, como por exemplo, o Rio de Janeiro (13.274) e a Bahia (1.567) registrados na Tabela 3 e no Gráfico 2, a seguir. Vale ressaltar a importância do Estado do Pará nesse contexto, seguido do Amazonas.

Quanto aos Fundos Setoriais, não é nada melhor a situação da Amazônia (Tabela 4 e Gráfico 3): entre 2000-2003 a Amazônia recebeu R$ 59.388.306,77 do total de R$ 1.093.312.186,08 investidos no país, ou seja, 5%. Enfim, o total de investimentos em C&T para o período 2000-2003 (Tabela 4) demonstra o ínfimo percentual destinado à Amazônia. Também se destacam os montantes recebidos pelo Estado do Amazonas a partir dos últimos dois anos, seguido de longe pelo Pará.

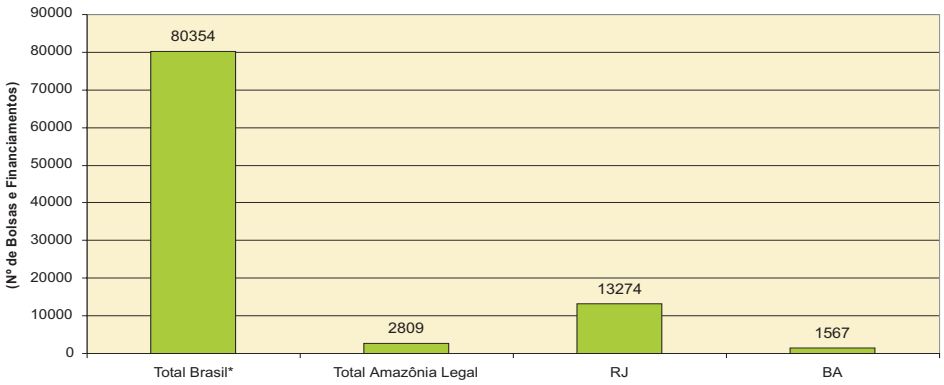
É patente a escassez de recursos do MCT destinados à região, que deve ser analisado também em dados sobre as condições intra-regionais.

Tabela 3. Fomento à pesquisa e à formação de RH em C&T por unidades da federação selecionadas, Amazônia Legal e Brasil (abril de 2004)

Unidade da Federação	Fomento à pesquisa e Formação de RH (A+B+C)	Bolsa de Pesquisa (Total) (A)	Apoio Técnico	Pesquisador	Recém doutor	Financiamento à pesquisa (Total) (B)	Projeto Institucional	Projeto Individual	Formação no país (Total) (C)	Iniciação Científica	Mestrado	Doutorado	Pós-Doutorado
AC	64	12	7	5	0	4	2	2	48	44	4	0	0
AP	18	1	1	0	0	5	3	2	12	12	0	0	0
AM	807	190	47	143	0	63	19	44	554	351	158	44	1
MA	281	29	13	16	0	23	2	21	229	162	64	3	0
MT	326	34	13	21	0	17	11	6	275	198	77	0	0
PA	1150	229	50	178	1	56	11	45	865	444	327	93	1
RO	75	18	11	7	0	5	4	1	52	39	13	0	0
RR	38	9	5	4	0	6	3	3	23	23	0	0	0
TO	50	9	6	3	0	5	0	5	36	32	4	0	0
Total Amazônia Legal	2809	531	153	377	1	184	55	129	2094	1305	647	140	2
RJ	13274	2941	754	2106	81	489	149	340	9844	3997	3127	2661	59
BA	1567	313	46	254	13	94	42	52	1160	554	406	199	1
Total Brasil*	80354	13123	2702	9948	473	2839	931	1908	64392	24767	21191	17376	1058
% Amazônia Legal	3,5	4,0	5,7	3,8	0,2	6,5	5,9	6,8	3,3	5,3	3,1	0,8	0,2

Fonte: MCT – Prossiga – Sistema Integrado de Informações sobre Fomento à C&T.
Disponível via <http://prossiga.ibict.br/fomento/> . Arquivo consultado em 2004
* excluídas 2957 bolsas nas modalidades formação no exterior, aperfeiçoamento e modalidade específica.
* A tabela inclui os financiamentos e bolsas do CNPq, Capes, Finep, Facepe, Fapemig, Fapergs, Faperj, Fapesp e Funcap.

Gráfico 2. Fomento à pesquisa e à Formação de RH em C&T no Brasil, Amazônia Legal e UFs Selecionadas (abril, 2004).



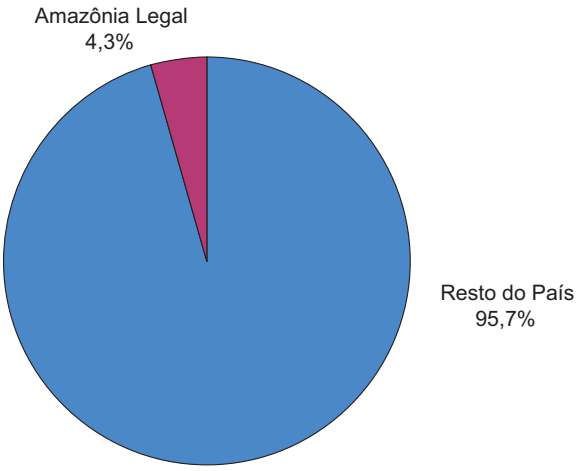
Fonte: MCT – Prossiga – Sistema Integrado de Informações sobre Fomento à C&T.
Disponível via <http://prossiga.ibict.br/fomento/> . Arquivo consultado em 2004
* excluídas 2957 bolsas nas modalidades formação no exterior, aperfeiçoamento e modalidade específica.
* A tabela inclui os financiamentos e bolsas do CNPq, Capes, Finep, Facepe, Fapemig, Fapergs, Faperj, Fapesp e Funcap.

Tabela 4. Brasil e Amazônia Legal – Investimentos em C&T (2000-2003)

Tipo de Investimento	Valor do Investimento (R$)	% do Investimento
Bolsas resto do País	1.944.522.695,05	97,0
Bolsas Amazônia Legal	60.301.674,84	3,0
Fomento resto do País	267.659.372,73	93,2
Fomento Amazônia Legal	19.673.657,26	6,8
Editais FNDCT resto do País	1.093.312.186,08	94,8
Editais FNDCT Amazônia Legal	59.388.306,77	5,2
Investimento total - resto do País	**3.360.118.211,97**	**95,7**
Investimento total - Amazônia Legal	**151.854.306,63**	**4,3**

Fonte: CNPq/Finep – Fundos Setoriais – Estados Amazônia Legal

Gráfico 3. Fundos Setoriais de C&T – Recursos totais investidos na Amazônia Legal (2000-2003)



Fonte: CNPq/Finep – Fundos Setoriais – Estados Amazônia Legal.

3. Falta de continuidade na liberação de recursos, apontada como um dos principais fatores que explicam a insustentabilidade das instituições e dos projetos no tempo, o contingenciamento dos Fundos e a interrupção do apoio do Pappe na fase de comercialização das inovações geradas.

4. Editais dos Fundos Setoriais tratando de tópicos que são deficientes para resolução de problemas tecnológicos da região. A exigência de formação de redes nos editais é problemática. Demandam grande esforço de organização e pulverizam recursos. São excessivamente abrangentes, sem

integração das diversas pesquisas e os editais são pouco claros quanto às linhas de pesquisa a serem contempladas e os critérios de seleção.

5. Desprestígio das instituições existentes, forte sentimento dos pesquisadores regionais que reclamam da arrogância do "sul" mas que, por sua vez, são fortemente regionalistas. A resistência de algumas instituições regionais a mudar a sua cultura de pesquisa baseada em inventários.

6. Fragmentação das pesquisas dentro dos projetos (PP-G7), falta de articulação entre os projetos da Seped, devido a vários problemas, destacando-se: a) a superposição de agendas de pesquisa e de pesquisadores evidenciando uma falta de clareza das respectivas missões; a outra face desse problema, são lacunas que devem ser preenchidas como, por exemplo, a pesquisa sobre recursos hídricos e a total carência de pessoal na área de dimensões humanas; b) a assimetria observada na cooperação internacional que, com a ajuda financeira traz acoplada um poder de agenda dissociada das necessidades regionais, uma autonomia excessiva dos pesquisadores internacionais, inclusive ONGs de pesquisa reconhecidamente vinculadas a governos estrangeiros; c) estruturas de gestão que desfavorecem o comando do MCT e favorecem a assimetria apontada; d) o aparente paradoxo entre a superposição assinalada e a desarticulação dos projetos entre si.

7. Quanto à meteorologia, a consolidação e expansão de um sistema nacional depende da revisão dos programas setoriais do MCT e do Ministério da Agricultura (Inmet) para sua atuação integrada.

8. Dificuldades de articulação entre pesquisadores e empresas. Nas empresas, convivem algumas utilizando tecnologia de ponta e grande maioria com baixo padrão tecnológico; são tímidas em exigir demandas concretas às instituições de pesquisa, e desestimuladas pelo baixo investimento do setor público na pesquisa, pois que tendem a suplementar os gastos governamentais mas nunca a substitui-los. Por sua vez, as instituições de pesquisa ora afirmam dispor de tecnologias para uso da sociedade, ora afirmam sua inexistência, ao argumentar por maiores investimentos na pesquisa.

9. A dispersão dos dados levantados nas pesquisas, inúmeros, e para os quais se alocaram vultuosos recursos, inclusive no Sipam que, até o momento, não conseguiu socializá-los.

10. A negligência em reconhecer a diversidade regional, em termos de condições socioeconômicas e políticas, bem como de C&T, está altamente concentrada em Belém e Manaus.

2.3. OPORTUNIDADES

1. As oportunidades regionais para o desenvolvimento de C&T devem ter em mira a consolidação de um sistema nacional de competência sob a ação indutora do MCT. Para tanto, é necessário reconhecer a particularidade da região no país, bem como a diferenciação interna das suas instituições e dos estados que a compõem, de modo a estabelecer prioridades e coordenar demandas capazes de sustentar uma estratégia de longo prazo.

2. No que se refere à articulação interinstitucional na região, a diversidade das instituições indica a possibilidade de complementaridades e de contribuições específicas. As novas instituições baseadas em temáticas e métodos situados na fronteira da ciência, constituem em si uma oportunidade revolucionária na região, mas só com o tempo poderão mobilizar os pesquisadores das instituições mais antigas, como já vem ocorrendo com o MPEG. É, portanto, em nível das novas instituições que se situa a oportunidade de articulação interinstitucional bem-sucedida com outras dentro da região e com as demais regiões do país. A criação de um Instituto Virtual do Milênio pode ser uma oportunidade aproveitando lições de relações interinstitucionais já existentes, e já está sendo proposta.

3. O CBA e as redes e departamentos já existentes nos Estados do Amazonas, Pará, Amapá, Acre e Rondônia, é condição necessária para viabilizar o uso do conhecimento visando o aproveitamento econômico da biodiversidade.

4. Condição para viabilizá-la é também a articulação com o sistema de ensino que, embora ainda tímida, já vem sendo implementada nesse campo do conhecimento, a exemplo dos programas de pós-graduação em Genética e Biologia Molecular na UFPa e o multinstitucional Biotec em Manaus, além da intenção de criar outros em Rondônia e no Acre, respectivamente no Cepem/ Ipepatro e Universidade da Floresta.

5. Novos atores constituem novas oportunidades. Destacam-se, entre eles, além das secretarias estaduais de C&T – interfaces do MCT na região

– as pequenas e médias empresas nacionais emergentes que demandam a imediata implementação da Lei da Inovação, bem como iniciativas da sociedade civil que já vem sendo apoiadas; nesse contexto vale assinalar os APLs como oportunidade, mas apenas para as iniciativas que tem um mínimo de organização, contigüidade e estejam localizadas próximo a centros urbanos que lhes garantam comercialização e mercado. As IES privadas demandam regras que as direcionem mais efetivamente para a missão de ensino e estabeleçam um custo para o uso das instituições públicas para estagio de seus alunos. Vale registrar a importância da cooperação internacional como oportunidade de induzir a mudança, desde que adequada aos interesses do país e das suas instituições.

6. São apenas 412 as instituições de C&T em toda a Amazônia, inclusive de Ensino Superior, registradas pelo Prossiga (MCT). O maior número delas se localiza no Pará e Amazonas (103 em cada) seguidos pelo Mato Grosso (91). Diferenças entre os Estados da Amazônia Legal oferecem oportunidades diversificadas. (Tabela 5 e Gráfico 6). Os Estados do Mato Grosso e Amazonas tem um padrão semelhante, em que a esfera privada e a ênfase técnica predominam, enquanto no Pará há maior diversidade de temáticas e de atores, e os demais estados ainda não tem competências expressivas. No Amazonas, o CT-PIM oferece a oportunidade de viabilizar seu potencial como pólo na interface com os procedimentos industriais mais sofisticados e produtivos do planeta com baixo impacto ambiental e com o apoio da Suframa e do empresariado. E seu planejamento inclui a capacitação em microsistemas e a convergência entre a microeletrônica e a microbiologia (para o que se associou ao CBA), criando bases para o desenvolvimento da nanotecnologia.

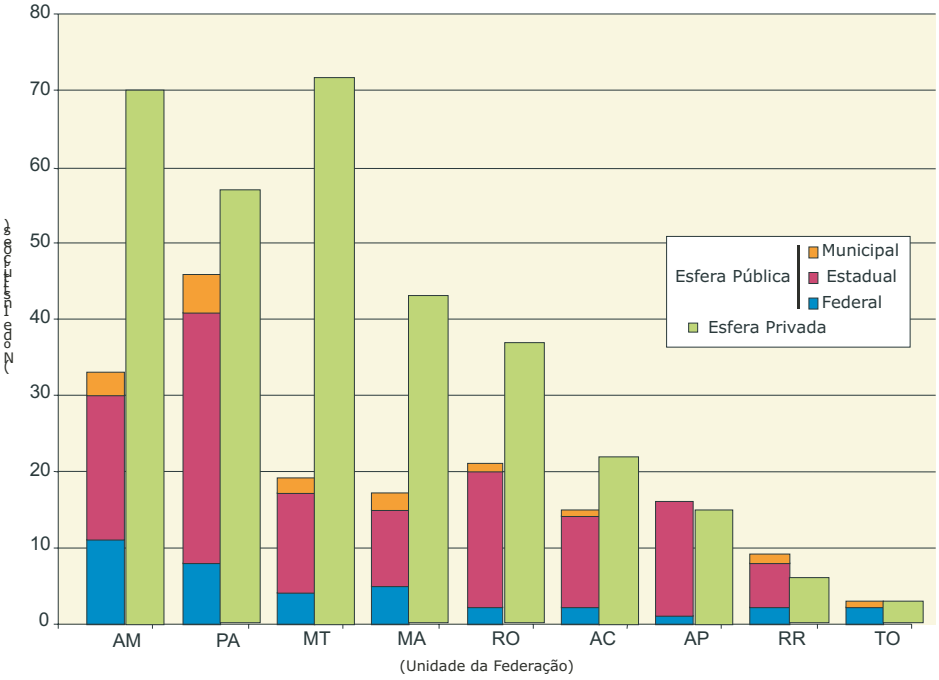
Por sua vez, a UFPa pode atender a múltiplas demandas e oportunidades, sendo necessário priorizá-las. Nas áreas florestais, não só a biodiversidade *stricto sensu*, mas também a agroindústria implementada por produtores familiares e o manejo florestal; nas áreas já desmatadas, a agropecuária, a madeira e o reflorestamento que representa grande oportunidade tendo em vista à demanda crescente de lenha para mineração na área de Carajás. A articulação com empresas estatais e paraestatais de siderurgia, energia e agropecuária é uma oportunidade a ser intensificada.

Tabela 5. Amazônia Legal – tipos de instituição de C&T por esfera administrativa (2004)

Tipo de instituição	Total	Esfera federal	Esfera Estadual	Esfera Municipal	Privada
Inst.de Ensino Superior	107	12	6	1	88
Inst. de Pesquisa	39	7	10	3	19
Inst. Tecnológica	7	1	3	0	3
Assoc/ Soc. Científica	27	0	1	0	26
Academias	2	0	0	0	2
Agências de Fomento	11	1	7	0	3
Secretarias e Prefeituras	87	2	75	10	0
Ensino Técnico	13	9	1	0	3
Empresas Privadas	33	0	2	0	31
Museus	8	0	6	0	2
ONGs	78	0	2	0	76
TOTAL:	412	32	113	14	253

Fonte: Fonte: MCT – Prossiga – Portal de Ciência e Tecnologia da Amazônia. Disponível em <http://www.prossiga.br/amazonia/> . Arquivo consultado em 2004

Gráfico 4. Amazônia Legal – distribuição de instituições de C&T por esfera administrativa e unidade da federação (2004)



Fonte: Fonte: MCT – Prossiga – Portal de Ciência e Tecnologia da Amazônia. Disponível em <http://www.prossiga.br/amazonia/> . Arquivo consultado em 2004
Organização: Aixa Melo

7. Geração de conhecimento sobre a água os recursos hídricos e suas múltiplas utilizações, inclusive a pesca e a indústria naval, é oportunidade ímpar que só agora começa a ser cogitada.

8. Implantação de laboratórios de pesquisa científica e inovação tecnológica na área de influência da BR-163, vinculados a instituições regionais, para colaborar com os planos nacionais e favorecendo a desejável interiorização de C,T&I na Amazônia. A esses laboratórios poderia ser associado um novo modelo de reforma agrária.

3. Ações necessárias

3.1. Ações imediatas

Nos próximos dois anos são passíveis de realização ações em dois níveis articulados: gestão e geração de conhecimento (programas da Seped) e transferência e uso de conhecimento.

3.1.1. Gestão e geração do conhecimento – os programas da Seped

1. Dotados de significativo valor estratégico tanto científico como político, os projetos da Seped demandam um salto na sua gestão para dirimir superposições e identificar sinergias e lacunas. Para tanto, há que definir melhor suas missões.

2. PP-G7. Carece de integração interna, mas abre oportunidade para projetos de médio e pequeno portes importantes para a região, e tem interfaces com todos os demais projetos.

3. Experimento de Grande Escala Biosfera-Atmosfera (LBA). É o projeto mais consolidado, constituindo rede internacional de pesquisadores bem-sucedida tanto na geração do conhecimento como na formação de RH. Sua estrutura organizacional deve ser reformulada para assegurar a governança do MCT, estabelecendo três instâncias de gestão-estratégica (direção do MCT), administrativa e tática, nesta última se situando a cooperação internacional. Deve manter sua missão de investigar o funcionamento dos ecossistemas em sua relação com o clima subsidiando as negociações do governo brasileiro no Protocolo de Quioto. Não cabe ao LBA realizar pesquisas sobre

particularidades das dimensões humanas, mas necessita de pesquisas sobre o uso e cobertura da terra, área em que tem interface com o Geoma.

4. Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental (Geoma). Consórcio de instituições do MCT que visa desenvolver modelos computacionais com agenda excessivamente abrangente que inclui temáticas superpostas ao LBA, inclusive com os mesmos pesquisadores, prejudicando seu foco conceitual. Sua missão se define como a de subsidiar políticas públicas para a região gerando cenários sobre a dinâmica do povoamento e sobre a biodiversidade, mas carece de competência nas ciências sociais. As abordagens na interface com o LBA são diferentes e complementares: agroecológica (resiliência) no LBA e territorial no Geoma, visando o ordenamento do território. Na área de biodiversidade o Geoma elabora modelos para análise da distribuição e identificação de espécies, complementares às pesquisas do PPBIO, com quem tem interface.

5. Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBIO). Realiza a bioprospecção e a organização de inventários, acervos e coleções. Seu grande desafio é sistematizar a coleta, o armazenamento e a integração das coleções. Ferramentas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e bioinformática podem ampliar e agilizar a prospecção. A elaboração de uma base cartográfica eletrônica (1:250.000) e a integração do banco de dados biológicos nessa base merece ser implementada de imediato, assim como a articulação com as redes de prospecção existentes. O PPBIO subsidia as negociações brasileiras na Convenção da Diversidade Biológica.

6. Programa Costa Norte (em conjunto com a Assessoria do Mar e Antártida). Visa gerar conhecimentos sobre os sistemas costeiro/marinho influenciado pela Foz do Rio Amazonas, desde o Amapá à Baía de São Marcos, no Maranhão. Participa de cooperação científico-tecnológica com a França por meio do Projeto Ecolab, iniciado na Guiana Francesa para estudo dos manguezais. Seu valor estratégico não deve se restringir aos manguezais, mas sim envolver a plataforma continental e os fundos marinhos, ricos em biodiversidade e recursos minerais.

7. Banco de Dados Comum. Investimento necessário para assegurar a interação dos projetos. Deve ainda incluir o acervo de dados do Sipam e os produzidos pelo Zoneamento Ecológico-Econômico nos Estados da Amazônia Legal, material precioso, até agora disperso.

3.1.2. Iniciativas para transferência e uso do conhecimento

1. Cadeias produtivas para utilização da biodiversidade. Por meio de um novo modo de produzir baseado em C&T, acoplando conhecimento e produção desde o âmago da floresta aos centros de biotecnologia avançados e à bioindústria. Cadeias apoiadas por arranjos institucionais coletivos que agregam pesquisadores – redes, setores de universidades e centros de pesquisa, laboratórios – e empresas vinculados a este tema específico. É possível estabelecer um arranjo em Manaus e outro em Belém. Agências governamentais como o CBA, assim como o Basa e a ADA em seus programas de fomento às redes locais e agregação de valor, devem ter representação em ambos os arranjos. É desejável envolver o Estado do Acre, em seu Instituto de Biodiversidade recém-aprovado, e o Iepa do Amapá.

Mercados para a produção incluem o conjunto do espectro das indústrias de biodiversidade com vários circuitos comerciais, tais como a farmacopéia regional, a nutracêutica e a dermo-cosmética, mais independentes da Anvisa, com denominação de origem controlada. Mas não deve ser negligenciada a tecnologia de ponta para medicamentos, visando o mercado e a saúde pública.

Especial atenção merecem alguns componentes da cadeia. Nos dois extremos, a organização das populações isoladas para impedir sua exploração, e a proteção das empresas quanto à propriedade intelectual e o pagamento de royalties; da mesma forma, os mediadores: extensionistas educadores entre as populações coletoras, as incubadoras e o próprio CBA, e empresas ou agências que realizam a passagem da incubadora para a empresa a exemplo do Sebrae, função também exercida pelo CBA.

2. Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA). É uma pré-condição para a inovação: iniciou a implantação de seus laboratórios e equipes no corrente ano e urge completá-los. Trata-se de um centro de serviços tecnológicos associado à demanda das empresas, envolvendo: bioprospecção da biodiversidade, prospecção tecnológica, orientação quanto a patentes, indução à formação de empresas e parques tecnológicos, bem como a coordenação de projetos. Tem papel central nos arranjos institucionais coletivos para implementar as cadeias de uso da biodiversidade e constitui a maior central de análise no país nesse campo de conhecimento. Financia

vários cursos de pós-graduação e tem como estratégia o rápido rodízio de pesquisadores para continuamente formar novos e para que os de formação avançada regressem à universidade, visando à formação de RH.

O CBA mudou o perfil do Pólo Industrial de Manaus (PIM) e hoje está associado ao Centro Tecnológico do PIM (CT-PIM). Para seu desenvolvimento, contudo, deve superar dois grandes desafios: sua institucionalidade como organização social que garante flexibilidade para atuar com o setor público e o privado, e a questão da propriedade intelectual.

3. CT-PIM. Tem como missão não só ampliar a competência científica-tecnológica do PIM e apoiar a indústria informatizada, como também promover a capacitação em microsistemas e a convergência entre a microeletrônica e a microbiologia. A associação CT-PIM/CBA representa um salto qualitativo no quadro de C,T&I regional rumo à nanotecnologia e deve ser impulsionado.

4. Concepção e implantação de um novo modelo de reforma agrária na rodovia BR-163, envolvendo pesquisas integradas do Geoma, PPBio, LBA e Embrapa.

3.2. AÇÕES DE MÉDIO E LONGO PRAZOS

Tratam-se de ações que garantam a permanência das ações imediatas e de outras que visam consolidar e ou implementar novos campos de conhecimento estratégicos.

1. Recursos humanos (RH). São condição necessária e urgente sem a qual serão inviáveis ações direcionadas à região. A meta é de elevar de três para dez o percentual de RH na região em relação ao total do país. Sugere-se: a) dobrar o número de doutores e mestres em cinco anos e acrescentar mais 1/3 nos cinco anos seguintes; b) atrair pesquisadores seniors por meio de alta compensação financeira e de oportunidade de desenvolver centros de pesquisa e ensino em áreas de seu interesse e de interesse da região, articulados a competências regionais na composição das equipes; c) criar mecanismos para que as empresas absorvam doutores (isenção de impostos, por exemplo); d) condicionar projetos de pesquisa a ensino e treinamento, inclusive as cadeias para uso da biodiversidade que devem ter ligações para frente – um produto comercializável – e para trás – ensino, se possível em

vários níveis; e) colocar entre as prioridades não só áreas de conhecimento como áreas geográficas com potencial já revelado (Universidade da Floresta, Universidade Estadual de Alta Floresta (Mato Grosso), núcleos universitários de Roraima que apóiam as pesquisas do PPBio); f) criar o Instituto Virtual do Milênio coordenado por pesquisador da região, e selecionados por critérios diferentes dos usuais; g) geração de competências técnicas para os setores produtivos privados e públicos em Manaus, por meio de cursos técnicos profissionalizantes ou mesmo da criação de uma Universidade Técnica de Responsabilidade Social, juntando as diferentes áreas de conhecimento, com carreiras e diplomas definidos em função dos setores produtivos.

2. Ciências sociais e humanas. São necessárias à compreensão do processo de desenvolvimento e realizam a interface dos pesquisadores com os tomadores de decisão. Os currículos e projetos nessas áreas não estão orientados para as grandes questões atuais da região, sendo primordial: a) inclusão de disciplinas e de pesquisadores nos projetos das áreas de ciência política, economia política, sociologia, gestão territorial e administrativa, entre outras; b) abertura do consorcio de instituições do MCT – Projeto Geoma – para outras instituições com base no critério de excelência.

3. Meteorologia e recursos hídricos. A Meteorologia, necessita articular ações em nível federal e destas com ações em nível estadual. Em nível federal, trata-se de articular as redes constituídas pelos numerosos centros estaduais do MCT (que hoje equipa os dos Estados de Rondônia, Pará, Amapá e Tocantins) em que o CPTEC tem papel central, com a rede dos distritos do Inmet (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) sediado em Brasília, fortemente carente em R.H. Iniciativas de articulação federal/estadual devem ser estimuladas, a exemplo do Estado do Amazonas que visa estabelecer um sistema estadual de meteorologia mediante parceria da Ufam (cursos de pós-graduação) com o Inpa (modelagem climática) e o Sipam (previsão do tempo). Há que estreitar os laços com o LBA.

Quanto aos recursos hídricos, a crescente escassez de água no planeta indica a pertinência de implantar rapidamente uma base integrada de C&T para conhecimento e uso múltiplo da água, começando por estruturar e coordenar iniciativas dispersas que vem sendo realizadas nos projetos da Seped, em Mamirauá, na UFPa, no Inpa e no CPRM.

4. Cooperação Amazônica. A integração da Amazônia Continental é parte do projeto nacional por razões políticas, estratégicas e econômicas. Ela demanda um modelo capaz de utilizar os recursos naturais sem destruí-los e de internalizar os benefícios para as populações locais, ou seja, um novo modo de produzir baseado na C&T, envolvendo: a) redes de pesquisa, ampliando o número de projetos conjuntos na Unamaz; b) projetos conjuntos para conhecimento e uso da biodiversidade (cadeias produtivas) e da água; c) redes técnicas não impactantes: telecomunicações e informação (papel importante do Sipam), energia e navegação fluvial e aérea; d) planejamento do uso integrado das cidades gêmeas de fronteira, onde convergem os fluxos transfronteiriços que constituem embriões de integração.

O MCT deve ter uma presença efetiva na Otca, liderando a formação de projetos conjuntos, já que essa instituição valoriza e necessita de C&T. Sediada em Brasília, seu plano estratégico aprovado na reunião de ministros realizada em Manaus (14/09/2004), está articulado em quatro eixos: conservação e uso sustentável dos recursos naturais renováveis; gestão do conhecimento e intercâmbio tecnológico; integração e competitividade regional e fortalecimento institucional. Já apóia vários programas como o de combate à malária e a iniciativa amazônica que agrega institutos internacionais e pesquisa agropecuária (criada em 25/10/2004). O projeto Costa Norte deve ser encarado no contexto da Otca.

4. Estratégias condicionantes

Em que pese a importância da C,T&I para a valorização econômica e social do patrimônio natural da Amazônia, vale registrar que para ser eficiente não pode atuar isoladamente, dependendo de múltiplos fatores entre os quais destacam-se a estratégia para o fortalecimento institucional e a estratégia espacial.

4.1. Fortalecimento institucional

A visão institucionalista do desenvolvimento, fortalecida na década de 1990, contribui de maneira decisiva para repensar o sentido do desenvolvimento. Demonstrando o papel das instituições na determinação dos resultados econômicos, sociais e políticos, permite encarar o desenvolvimento como resultado de certas formas de coordenação.

Elas são imposições criadas pelo homem, que estruturam suas interações e garantem certa estabilidade nas relações proporcionando a confiança; em última análise, as instituições são as regras do jogo que influenciam as preferências dos indivíduos e organizações (North, D. 1990/1994). Há uma clara diferença entre as regras do jogo (as instituições), e os jogadores. Estes são as organizações, grupos de indivíduos articulados por alguma identidade com vista a certos objetivos, corpos políticos, econômicos e sociais, agentes ativos que atuam segundo as regras estabelecidas pelas instituições.

A verdadeira chave para o desenvolvimento é a organização econômica eficiente, implicando no estabelecimento de arranjos institucionais e direitos de propriedade que criam incentivos para canalizar esforços individuais para atividades rentáveis em nível privado e coletivo; inovação, economias de escala, educação, acúmulo de capital, etc., não são causas do crescimento: eles são o crescimento.

As instituições representam, assim, o principal patrimônio de uma sociedade. A eficiência e a equidade de uma ordem social dependem, sobretudo, de seu sistema institucional e, secundariamente, da qualidade de suas organizações. E quanto maior a fraqueza institucional, maiores as incertezas, revelando que a otimização das decisões e ações está relacionada à capacidade de coordenação política das instituições.

Uma lógica institucional articulada remete ao reconhecimento das diferenças entre instituições visando complementaridades e mesmo a projetos multiministerias.

1. Nos projetos da Seped, destacam-se as articulações com:

a) o MEC para formação e fixação de RH. O MEC planeja deslocar para a região equipes constituídas por cinco professores/pesquisadores. A articulação com o MCT é benéfica, inclusive para estabelecer prioridades nas áreas a serem contempladas tais como a de recursos hídricos, ciências humanas e sociais, formação de técnicos;

b) a Embrapa para a pesquisa sobre a cobertura e uso da terra, sistemas produtivos, biodiversidade e recursos genéticos. A Embrapa conta com base da P&D significativa e introduz uma ótica aplicada essencial aos projetos. Já está presente no LBA e deve participar do Geoma, cuja abertura para

outras instituições é necessária,tendo iniciado articulação, corretamente, com a Universidade Federal Rural do Pará e com os planos de combate e prevenção do desmatamento e da BR-163 sustentável.

c) do LBA com o Programa de Meteorologia:

d) do PPBio com as redes de pesquisa sobre biodiversidade, com o Instituto Evandro Chagas para aproveitamento de seus laboratórios ociosos, com o Ipepatro (Rondônia) e a Universidade da Floresta e com o IBGE para elaboração da base cartográfica onde devem ser inseridos os dados de prospecção;

e) a Fiocruz, envolvendo PPBio, Geoma, Ipepatro e o Instituto Evandro Chagas, para implementar as pesquisas sobre saúde, na interface com a biodiversidade.

f) do Instituto Mamiraúa, LNCC, Geoma, LBA e PP-G7 para priorizar e coordenar a pesquisa sobre recursos hídricos e destes com outras instituições;

g) programas e/ou projetos da Otca existentes ou a serem propostos.

2. Nas cadeias produtivas para uso da biodiversidade destacam-se as articulações com:

a) o MDIC que pode assessorar a conformação das cadeias

b) o LBA, sua rede de laboratórios associados e a Suframa;

c) as secretarias de C&T, laboratórios e departamentos de universidades, e centros de pesquisa envolvidos na temática;

d) os empresários do setor;

e) o Sebrae e as universidades para organizar a mediação nas cadeias;

f) o comércio e a indústria locais para prover externalidades necessárias à produção (embalagens e recipientes adequados, por exemplo);

g) ADA, Basa, BNDES, Anvisa e rede nacional de produtos farmacêuticos;

h) Dentro do próprio MCT: a Secretaria de Inclusão Social e o Programa de Biotecnologia.

4.2. Estratégia espacial.

A estratégia espacial implica no reconhecimento que a Amazônia não é homogênea nem do ponto vista de vista da natureza nem da sociedade. Pelo contrário, é bastante diversificada. A regionalização pode contribuir para acelerar e maximizar as ações do poder público. Resultado de interações complexas entre sociedade e natureza, as regiões e sub-regiões constituem sociedades locais com identidades e demandas específicas cujo atendimento permite ao Estado estar presente sem pulverizar recursos e estabelecer parcerias diversas. Elas permitem integrar as políticas públicas em uma base territorial, descartando o convencional tratamento setorizado e assim aumentando a sinergia e acelerando o tempo de execução das decisões políticas. O fato da Amazônia como de resto o Brasil ser uma região urbanizada, exige uma política de consolidação das cidades que são os centros de comando das relações regionais.

Em termos de C,T&I, a regionalização estabelece dois outros condicionantes fundamentais: a diversidade do potencial natural a ser aproveitado e as estratégias diferenciadas dos governos estaduais para uso de seus respectivos territórios.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CENTROS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA. *Proposta de estratégia espacial para o desenvolvimento da Amazônia*. Recife: ANPEC/ADA, 2003.

BECKER, B. K. Undoing myths: the Amazon-an urbanized forest. In: CLÜSENER-GODT, M; SACHS, I. (Ed.). *Brazilian perspectives on sustainable development for the Amazon Region*. Paris: UNESCO, 1995. p. 53-89. (Man and Biosphere Series, v. 15).

_____. Novos rumos da política regional: por um desenvolvimento sustentável da fronteira amazônica. In: BECKER,B.; MIRANDA, M. *Geografia política do desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1997. p. 421-443.

_____. Geopolítica da Amazônia no início do século XXI. *Revista da UnB*, Brasília, ano 1, n. 2, 2001.

_____. Amazonian frontiers at the beginning of the 21th century. In: HOGAN, D. J.; TOLMASQUIM, M.T. (Ed.). *Human dimensions of global environmental change*: brazilian perspectives. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001. p. 301-323.

_____. Amazônia mudanças estruturais e tendências na passagem do milênio. In: MENDES, A. Dias (Org.). *A Amazônia e o seu banco*. Manaus: Valer, 2002.

_____. *Modelo sócio-ambiental e redes de parcerias*, 2002. No prelo.

_____. *Limitações ao exercício da soberania brasileira na região amazônica*. Brasília: Presidência da República, Secretaria de Segurança Institucional, 2004.

_____. *Logística e território*: expansão do agronegócio da soja na Amazônia. Manaus: LBA, 2004.

_____. *Estudo envolvendo proposta de C&T para a Amazônia*. Brasília: CGEE, 2004.

_____. *Amazônia*: geopolítica na virada do III milênio. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

BOULDING, K. The economics of the coming space-ship earth. In: JARRET, H. E. (Ed.). *Environment quality in a growing economy*. Baltimore: John Hopkins, 1966.

BUCLET, B. *Lés ongs brésiennes*: genese d'un champ, 2003. Disponível em: <http://www. bbuclet@ig.com.br>. Acesso em: fev. 2005.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

DALY, H. E. From empty – world economics to full-world economics. In: *Environmentally sustainable economic development*. Washington: Unesco, 1991.

POLANYI, K. *The great transformation = A grande transformação*. Rio de Janeiro: Campus, 1944.

Programa Biota/Fapesp, o modelo brasileiro para gestão de um recurso estratégico: a biodiversidade

Carlos Alfredo Joly[*]

Introdução

Em função de sua posição geográfica, na transição entre a região tropical e a região subtropical, e de seu relevo, a biodiversidade do Estado de São Paulo está entre as mais elevadas do país. Entretanto, ao longo de processo de desenvolvimento econômico, grande parte dessa riqueza foi destruída. Na época do descobrimento, os dois principais biomas do Estado – Mata Atlântica *sensu lato* (Joly et al. 1999) e o Cerrado (Cavalcanti & Joly, 2002) – recobriam, respectivamente, 83% (Victor, 1975) e 14% (Kronka et al. 1998) da superfície do Estado.

Da Mata Atlântica resta hoje cerca de 12% da cobertura original e somente na fachada da Serra do Mar e no Vale do Ribeira há remanescentes significativos da vegetação original. No interior do Estado, em função particularmente da expansão da cafeicultura, no período que se inicia em 1840 e se estende até meados do século passado, os remanescentes de mata nativa estão extremamente fragmentados.

Apesar de mais recente, a destruição do Cerrado ocorreu em um ritmo avassalador. Em 40 anos, do início da década de 60 ao final do século, o Estado destruiu mais de 98% de suas áreas de Cerrado. O período crítico da devastação, final da década de 70, está associado ao Proálcool e à conseqüente expansão da cana. Na década seguinte, a citricultura passa ser o principal fator de pressão para a ocupação das áreas de cerrado. Como

[*] Carlos Alfredo Joly é professor titular de ecologia vegetal do Departamento de Botânica, do Instituto de Biologia da Unicamp, foi o idealizador do Programa Biota/Fapesp: o Instituto Virtual da Biodiversidade e coordenou esse programa de março de 1999 a junho de 2004.

conseqüência da área originalmente coberta pelo Cerrado restam hoje somente 230 mil hectares, pulverizados em 8.300 fragmentos, mais de 4 mil deles com menos do que 10 ha, e somente 47 com uma área superior a 400 ha (Kronka et al, 1998)

A importância destes dois biomas – Mata Atlântica e Cerrado – em termos de conservação da biodiversidade fica evidente com a inclusão de ambos na lista dos *hotsptots* (Myers et al, 2000). Portanto, não é uma surpresa que, para qualquer grupo taxonômico, os índices de biodiversidade sejam altos em São Paulo. São cerca de 8 mil espécies de plantas superiores, 5.500 de algas, 2 mil de vertebrados e mais 500 mil de invertebrados. Aproximadamente 30% destas espécies são endêmicas. Em relação a microrganismos é impossível fazer uma estimativa da diversidade.

O maior problema para que pesquisadores e formuladores de políticas públicas utilizem as informações disponíveis sobre a biodiversidade é que estas são fragmentadas, estão dispersas em centenas de trabalhos e publicações, e muitas vezes estão em fontes de difícil acesso (teses, dissertações, monografias). Consequentemente, além de representarem uma pequena parcela desse vasto universo, o acervo de dados disponíveis ainda é subutilizado.

O desafio, nests área estratégica para o país, era o desenvolvimento de um sistema de informação ambiental que permitisse, concomitantemente: a) aumentar o conhecimento acadêmico sobre a biodiversidade; b) estabelecer mecanismos e estratégias para utilizar esse patrimônio de forma sustentável; e, c) aperfeiçoar o conjunto de políticas públicas de forma a assegurar a implementação das premissas preconizadas pela convenção sobre a Diversidade Biológica <www.biodiv.org>.

1. Metodologia

1.1. Articulação da comunidade

Em abril de 1996, a Coordenação de Ciências Biológicas levou à diretoria científica da Fapesp a proposta de organizar uma reunião com pesquisadores que atuam no amplo espectro que a temática conservação e uso sustentável da biodiversidade abrange. Na reunião ficou patente o

interesse dos pesquisadores na criação de um programa de pesquisas enfocando, especificamente, esta temática. Essa iniciativa foi, inicialmente, denominada Biota-SP <www.biota.org.br/info/historico/>.

Desde o primeiro momento o grupo de coordenação do Biota-SP <www.biota.org.br/info/historico/coordenadores> optou pela internet como ferramenta de conexão entre os pesquisadores, espalhados por dezenas de instituições do Estado, e criou uma *homepage* <www.biota.org.br> e uma lista de discussão <www.biota.org.br/mailman/listinfo/biotasp-l>.

Visando estruturar esse programa de pesquisas, o grupo de coordenação organizou o *workshop* "Bases para a Conservação da Biodiversidade do Estado de São Paulo" <www.biota.org.br/info/historico/workshop/>. Realizada em julho/1997, em Serra Negra/SP, a reunião contou com a participação de mais de cem pesquisadores de todas as áreas do conhecimento envolvidas. A qualidade e a quantidade de informações inéditas dos documentos gerados pelos grupos de trabalho levou o grupo de coordenação a organizar sua publicação em um conjunto de sete volumes que constituem a série "Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX" <www.biota.org.br/publi/livros/>.

A plenária final do *workshop* optou por utilizar a definição de biodiversidade da CDB[1] e definiu os objetivos e metas do programa <www.biota.org.br/info/metas>:

a) compreender os processos que geram e mantêm a biodiversidade, assim como aqueles que resultam na sua redução;

b) padronizar as coletas tornando obrigatório o uso do GPS;

c) tornar as informações importantes para o aperfeiçoamento das políticas públicas de conservação e uso sustentável da biodiversidade, disponíveis para os órgãos responsáveis por sua definição e implementação;

[1] biodiversidade é a variedade organismos vivos – flora, fauna, fungos macroscópicos e microrganismos – provenientes de todas as fontes, incluindo terrestres, marinhas e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos do qual eles fazem parte, abrangendo a diversidade de genes e de populações de uma espécie, a diversidade de espécies, a diversidade de interações entre espécies e a diversidade de ecossistemas

d) assegurar o acesso público, livre e gratuito a essas informações;

e) melhorar o nível do ensino relacionado com a temática conservação e uso sustentável da biodiversidade, em todos os níveis formais e informais de ensino.

A plenária definiu ainda que, na fase inicial, os pesquisadores interessados em participar do programa se organizariam em projetos temáticos e que o grupo de coordenação promoveria a integração dos projetos de forma a otimizar a complementaridade de esforços e evitar a sobreposição temática e/ou geográfica. Como resultado, já no início de 1998 foram encaminhados a Fapesp 18 Projetos Temáticos que, juntamente com a proposta conceitual do programa, foram avaliados por uma assessoria internacional designada pela diretoria científica. A assessoria internacional foi unânime em aprovar as bases conceituais do programa e, na sua maioria, os projetos temáticos foram muito bem avaliados. Com base na avaliação altamente positiva, o Conselho Superior da Fapesp, em sua reunião de 10 de fevereiro de 1999, decidiu criar o Programa Biota/Fapesp – O Instituto Virtual da Biodiversidade. O lançamento oficial do programa ocorreu no dia 26 de março de 1999.

1.2. Definição da Ficha Padrão de Coleta

A definição dos campos mínimos obrigatórios da Ficha Padrão de Coleta foi o resultado de uma ampla discussão com todos os integrantes dos projetos temáticos. Esta discussão, iniciada no *workshop* de Serra Negra, prolongou-se por cerca de um ano, com visitas a todas as instituições envolvidas. A metodologia permitiu a identificação das informações utilizadas por todos os pesquisadores, independente do grupo taxonômico estudado, resultando na definição de nove campos mínimos obrigatórios, e de campos complementares específicos para cada grupo taxonômico. Hoje, a Ficha de Coleta Padrão <http://sinbiota.cria.org.br/info/fichapadrao> possui cerca de 40 campos opcionais que, periodicamente, são reavaliados.

1.3. Padronização das Listas de Espécies

Para viabilizar a construção do banco de dados era necessário padronizar, também, o formato das Listas de Espécies que acompanham a Ficha Padrão de Coleta. Novamente o processo de definição envolveu a

consulta, ao longo de um ano, a todos os participantes do programa e especialistas de grupos ainda não contemplados nos projetos participantes. Como resultado, o programa padronizou as listas de espécies para todos os 168 grupos taxonômicos hoje reconhecidos <http://sinbiota.cria.org.br/info/grupopub?template>.

1.4. BASE CARTOGRÁFICA

No *workshop* de Serra Negra constatou-se a inexistência de uma base cartográfica atualizada, que permitisse a localização exata dos locais amostrados bem como uma visualização espacial das coletas. Essas informações são essenciais tanto para a definição de estratégias de conservação como para a definição de prioridades de estudo. Ficou patente que era necessário desenvolver e disponibilizar "on line" uma base cartográfica precisa e atual.

Atualmente, a legenda de vegetação da base cartográfica está sendo adaptada para o Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira adotado pelo IBGE (Veloso et al, 1991).

RESULTADOS

Cinco anos após sua criação oficial, o Programa Biota/Fapesp conta hoje com 45 projetos (entre temáticos, auxílios à pesquisa e jovens pesquisadores), que envolvem cerca de 400 pesquisadores-doutores vinculados à universidades públicas, particulares, institutos de pesquisa, centros da Embrapa e a ONGs. O programa envolve ainda cerca de 80 colaboradores de outros estados, 50 do exterior e 300 alunos de graduação e pós-graduação. A lista de projetos e respectivas equipes está disponível no endereço <www.biota.org.br/projeto/index?search>.

O uso da Ficha Padrão de Coleta e do modelo padronizado de Listas de Espécies permitiu a construção de um banco de dados que integra as informações produzidas por todos os pesquisadores que participam do programa. Este banco de dados, que roda em um servidor Intel/Linux e utiliza PostgreSQL, tem uma interface com usuários via plataforma web. Os pesquisadores cadastrados tem senhas que permitem a entrada de dados *on-line* de qualquer computador conectado à internet. O acesso a estes dados é público e gratuito.

O Sistema de Informação Ambiental/SinBiota <http://sinbiota.cria.org.br> foi desenvolvido de forma a permitir no futuro, se for esta a opção do Brasil e dos pesquisadores que participam do Programa, uma conecção com iniciativas como o *Species* 2000 <www.sp2000.org> e o *Global Biodiversity Information Facility*/GBIF <www.gbif.org>.

O atlas do programa Biota/Fapesp <http://sinbiota.cria.org.br/atlas> é o resultado da digitalização das 416 cartas, na escala 1:50.000, do IBGE de 1972. Os temas Manchas Urbanas; Malha Viária; Limites Municipais; Hidrografia; Limite das Unidades de Gerenciamento Hídrico; Topografia; Áreas de Reflorestamento; Limites das Unidades de Conservação; e Remanescentes de Vegetação Nativa foram atualizados com base nas imagens do Landsat 5 e do Landsat 7 de 1998/2000.

Como as coordenadas geográficas obtidas com GPS são um campo obrigatório da Ficha de Coleta Padrão, é possível conectar o banco de dados de informações textuais com o mapa digital, permitindo a visualização *on the fly* da distribuição espacial das espécies cadastradas no sistema. O sistema permite que o usuário construa e imprima um mapa com as características que necessitar.

Solucionada a questão da padronização das coletas feitas a partir da criação do Programa Biota/Fapesp, restava solucionar a questão do acervo de dados pretéritos depositados em coleções biológicas. Neste sentido, o Programa Biota/Fapesp estimulou o desenvolvimento do Projeto Sistema de Informação distribuído para Coleções Biológicas <http://splink.cria.org.br/> que, em uma fase piloto, está interligando 12 coleções biológicas (3 herbários, 2 coleções de ácaros, 3 de peixes, 1 de algas e 3 de microrganismos) e prevê a repatriação de dados de subcoleções específicas fora do Estado de São Paulo (no Brasil e no exterior).

Complementando o conjunto de ferramentas, em 2001 o programa Biota/Fapesp lançou a Biota Neotrópica <www.biotaneotropica.org.br>, uma revista científica *on line only* que publica os resultados de projetos de pesquisa, associados ou não ao programa, relevantes para a caracterização, a conservação e o uso sustentável da biodiversidade na região Neotropical.

Finalmente, em junho de 2003 o Programa Biota/Fapesp lançou a Rede Biota de Bioprospecção e Bioensaios/BIO*prospec*TA <http://www.bioprospecta.org.br>, com o objetivo de ampliar para toda biota do Estado de São Paulo o sucesso obtido pelo projeto de bioprospecção de plantas da Mata Atlântica e do Cerrado desenvolvido no âmbito do Programa.

Com o BIO*prospec*TA o Programa Biota/Fapesp pretende ampliar o foco tanto em termos de organismos estudados como em termos dos bioensaios utilizados. A meta é integrar todos os grupos de pesquisa do Estado de São Paulo que atuam, direta ou indiretamente, com a prospecção de novos compostos-guia em microrganismos, fungos macroscópicos, plantas, invertebrados (inclusive marinhos) e vertebrados. Em termos de plantas, por exemplo, o objetivo é fazer uma varredura das 8 mil espécies de fanerógamas que, segundo estimativas do projeto Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, ocorrem no Estado de São Paulo.

Ao fugir do padrão tradicional de programas de bioprospecção, que em termos de flora geralmente focam nas plantas medicinais conhecidas por populações indígenas ou tradicionais, o BIO*prospec*TA amplia significativamente seu universo de pesquisa. Focar apenas nas plantas medicinais significaria ignorar décadas de avanço das técnicas/métodos de extração de substâncias/princípios ativos, limitando o estudo apenas a compostos obtidos com métodos seculares como a maceração, a infusão e a extração em álcool.

Para estabelecer um programa estadual competitivo de bioprospecção, com a capacidade de avaliar milhares de amostras/extratos, está sendo necessário adaptar a capacidade instalada, tanto em termos de equipamentos quanto em termos de recursos humanos. Mesmo assim, a rede não terá condições de competir com os laboratórios de países ricos na pesquisa por novas drogas para as assim chamadas "doenças de países desenvolvidos". Entretanto, poderemos utilizar nossa expertise para, em parceria com a iniciativa privada, solucionar problemas nacionais/regionais como Leishmania, Doença de Chagas, Malária e outras doenças tropicais.

Com a gigantesca diversidade de espécies que estarão sendo estudadas pela primeira vez, o potencial para a identificação de novos antioxidantes, antimicóticos, antinflamatórios, antibióticos ou drogas que poderão ser

utilizadas no tratamento de alguns tipos de câncer, é muito grande. Portanto, esses alvos também devem ser pesquisados pois podem se tornar uma importante fonte de recursos para a economia brasileira. Cabe ressaltar ainda que as indústrias do setor farmacêutico não serão as únicas parceiras nessa iniciativa. Há uma gama ampla de substâncias/compostos que são de interesse da indústria de cosméticos, da indústria de defensivos agropecuários e da indústria alimentícia.

Assim como o Brasil, o Estado de São Paulo possui grupos de excelência trabalhando em todas as etapas necessárias para a implantação de um programa de bioprospecção e bioensaios. Há vários grupos trabalhando com o isolamento, a purificação e a caracterização da estrutura de metabólitos naturais, assim como temos grupos com uma grande experiência em farmacologia com protocolos de bioensaios *in-vitro* e *in-vivo* bem estabelecidos. Há ainda grupos com uma infra-estrutura ótima para a caracterização de compostos em extratos brutos (NMR, cristalografia, espectrofotometria de massa, etc...). Falta, entretanto, uma maior integração entre os grupos. E, nesse aspecto, a experiência adquirida nas etapas iniciais do programa Biota/Fapesp será, sem dúvida, de fundamental importância.

Concluída a fase inicial de divulgação da rede (junho de 2003), da manifestação de interesse por parte dos grupos de pesquisa do Estado, da submissão de pré-propostas (agosto de 2004) e da submissão dos projetos completos, que são analisados pela sistemática padrão da Fapesp, o BIO*prospec*TA já conta hoje com sete projetos em andamento <http://www.bioprospecta.org.br/projetos.htm>.

Com a implantação do BIO*prospec*TA o Programa Biota/Fapesp deu um passo importante para viabilizar a conservação da biodiversidade do Estado de São Paulo. Pois, por meio da bioprospecção, o programa vai gerar os recursos e contribuir para a criação dos mecanismos econômicos necessários para financiar a manutenção e ampliação da infra-estrutura para conservação *in situ* (parques, reservas, etc...), *ex situ* (museus, herbários, coleções de microrganismos, etc...), bem como de programas de pesquisa em conservação e uso sustentável da biodiversidade. Seria o tão falado, e pouco praticado, uso sustentável da biodiversidade, esse fantástico patrimônio natural que herdamos e queremos preservar para as gerações futuras.

Três aspectos foram de fundamental importância para o sucesso do Biota/Fapesp e continuam motivando novos grupos de pesquisadores a ingressarem no programa:

a) o caráter inusitado do processo de criação do Biota/Fapesp que, ao contrário da esmagadora maioria de iniciativas desse tipo, nasceu da articulação da comunidade científica em torno de objetivos e estratégias em comum. Com o inestimável apoio da diretoria científica da Fapesp, a comunidade científica se organizou e apresentou uma demanda que não só tinha qualidade como refletia a maturidade necessária para optar por padronizar as coletas, utilizar a mesma base cartográfica e concordar em disponibilizar suas informações em um banco de dados público e de uso comum. Essa maturidade, que estabelece como novo paradigma o trabalho em cooperação, com dados sendo compartilhados, otimiza o uso de recursos humanos e financeiros e potencializa o uso dos resultados.

b) o fato dos pesquisadores serem estimulados a trabalhar com os grupos taxonômicos e/ou temáticas na qual têm um interesse específico e, consequentemente, uma formação especializada. Portanto, cada um continua trabalhando com o que gosta e tem afinidade, mas todos acrescentaram objetivos novos aos seus projetos, visando a integração com outros projetos do programa. O uso das ferramentas em comum não só otimiza essa integração como permite a identificação de novas interfaces entre áreas de pesquisa e/ou grupos de pesquisadores.

c) o fato de, até hoje, tanto pesquisadores seniores como pesquisadores juniores participarem do processo de aperfeiçoamento das ferramentas utilizadas pelo Programa e de seus caminhos, pois o Biota/Fapesp é o resultado de um esforço coletivo de construção e todos os integrantes participam diretamente das instâncias de decisão.

Finalmente, cabe ressaltar que as inscrições no Programa são feitas em regime de fluxo contínuo, por meio da submissão de uma pré-proposta seguindo as instruções disponíveis no endereço <http://watson.fapesp.br/biota/menu.htm>.

O sucesso da Programa Biota/Fapesp, em uma região particularmente rica em biodiversidade como o Estado de São Paulo, o coloca como modelo para a gestão da biodiversidade, um recurso natural cuja importância estratégica para o Brasil é inquestionável.

Bibliografia

CAVALCANTI, R. B.; JOLY, C. A. Biodiversity and conservation priorities in the cerrado region. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R.J. *The cerrados of Brazil:* ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 351-367.

JOLY, C. A. et al. Evolution of the brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura*, v. 51, n. 5/6, p. 331-368, 1999.

KRONKA, J. N. F et al. *Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo.* São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1998.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature,* v. 403, n. 6772, p. 852-858, 2000.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L R.; LIMA, J. C. A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123 p.

VICTOR, M. A. M. *A devastação florestal*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1975. 48 p.

Necessidades para adequação da matriz institucional de ciência e tecnologia na Amazônia

Cássio Alves Pereira[*]

1. Introdução

O governo federal estabeleceu como prioridade a elaboração de uma política de desenvolvimento da Região Amazônica que seja voltada para a inclusão social e desconcentração de renda, a ser assegurada por crescimento econômico ambientalmente sustentável e redutor das desigualdades regionais. Para tanto, a Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA) tem buscado estabelecer meios e criar mecanismos para a ação convergente dos órgãos federais, e destes, com as necessidades locais de governo e da sociedade civil.

O desenvolvimento sustentável da Amazônia coloca a ciência e tecnologia (C&T) como alternativa para a solução dos mais graves problemas como, por exemplo, as grandes rupturas observadas nas cadeias produtivas da produção tradicional, os longos hiatos das cadeias dos produtos novos, sobretudo aqueles baseados nas possibilidades dos ecossistemas locais, de grande potencial e a incapacidade de comunicação entre as cadeias e setores. Todas essas graves faltas dificilmente serão preenchidas sem um aporte decisivo de conhecimento científico e tecnológico. O desafio é, portanto, de ampliar a capacidade operacional, mudando ao mesmo tempo a orientação do aparato dedicado ao conhecimento na Amazônia, ajustando-o às suas mais graves necessidades.

[*] Cássio Alves Pereira é gerente executivo de Meio Ambiente, Ciência, Tecnologia e Inovação, da Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA)

É função da ADA propiciar os meios institucionais para dinamizar este processo: o processo de requalificação do aparato institucional de C&T, reorientando e ajustando sua matriz rumo às necessidades de um desenvolvimento socialmente includente e ambientalmente sustentável na Região.

Nesse sentido, a ADA tem feito uma série de esforços, entre os quais a realização do Workshop "identificação de necessidades para adequação da matriz institucional de ciência e tecnologia na Amazônia", que aconteceu em Belém do Pará, em dezembro de 2003, e que tem servido de referência para orientar as ações de C&T da ADA nos últimos dois anos.

2. Objetivos

O *workshop* foi realizado com os seguintes propósitos: a) levantar as grandes necessidades para adequação da institucionalidade de C&T aos grandes desafios de desenvolvimento includente e sustentável da Região Amazônica; b) apresentar modelos de atendimento dessas necessidades; c) orçar os custos de implantação e manutenção dessas soluções; e, d) estimular a formação de parcerias.

3. Metodologia

O perfil exigido dos participantes era preferencialmente o vínculo com as instituições de pesquisa da Amazônia, universidades, órgãos governamentais, estaduais, agências governamentais e financiadoras de pesquisas que atuam em C&T na Amazônia, com clara visão das necessidades de C&T na Região.

A metodologia do *workshop* envolveu a formação de grupos temáticos que trabalharam na perspectiva de identificação dos problemas, das prováveis soluções e definição de estratégias inovadoras para obtenção dos resultados desejados. Optou-se, portanto, em dividir os grupos nas seguintes temáticas: a) pesquisa agropecuária com ênfase na sustentabilidade; b) gestão, fomento e difusão de C&T; c) pesquisas para conhecimento, conservação e uso dos recursos minerais; d) uso da terra e dinâmicas sociais; e) pesquisa para conhecimento, conservação e uso da biodiversidade regional; f) pesquisa de

recursos hídricos; g) gestão de pesquisas para agroindustrialização e mercados e h) formação de recursos humanos para a Amazônia.

Cada grupo temático contou com um facilitador, para orientar a realização dos trabalhos e organização da apresentação do grupo em plenária. Houve duas rodadas de debates nos grupos para a definição de necessidades de programas de pesquisa e ensino que visem a adequação institucional da ciência e tecnologia na Amazônia. Por último, aconteceu a realização da plenária com a participação conjunta de todos os grupos onde, cada grupo, por meio de um relator, expôs os resultados para a plenária. Após as exposições foram debatidos os resultados e procedidos os ajustes necessários a fim de que as conclusões fossem homologadas por todos os presentes.

Na sessão de encerramento, ficou firmado o compromisso da ADA de transformar o resultado do *workshop* na referência de sua atuação institucional e de suas ações de planejamento e gestão junto a todos os agentes do Governo Federal, nas cooperações que fomentar entre diferentes esferas de governo e nas negociações de cooperação internacional.

4. RESULTADOS

Participaram efetivamente do *workshop* cerca de cem pessoas ligadas às instituições regionais de ensino e pesquisa (pesquisadores, técnicos e estudantes), setor produtivo, agências de governo (fomento e desenvolvimento), agência financiadora regional, bem como profissionais autônomos interessados no setor de C&T.

Os resultados dos grupos de trabalhos temáticos são apresentados separados por cada temática e na forma de quadros por se entender que desta forma seria mais fácil a visualização da relação entre os principais problemas identificados, as soluções propostas e algumas iniciativas inovadoras necessárias para a solução dos problemas.

4.1 Pesquisa agropecuária com ênfase na sustentabilidade

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
1-Institucionais e interinstitucionais • Reduzida capacidade técnico-cientifica institucional. • Recursos humanos deficientes (em quantidade, qualidade e capacidade das instituições de capacitar cientistas na Amazônia).		• Incentivar a formação de cadeias de informação e redes de pesquisa ligando os centros geradores de conhecimento e disponibilização das informações aos usuários.
• Ausência de Banco de dados para sistematização de informação. • Reduzido sinergismo entre as instituições. • Ausência de organização rural. • Ausência de rede de laboratórios para controle de segurança alimentar. • Desbalanceamento das estruturas de pesquisas entre instituições. • Enfraquecimento das instituições estaduais e federais em infra-estrutura e equipamentos. • Poucos grupos de pesquisa com atuação em agricultura familiar. • Deficiência de laboratórios para diagnósticos que atendam usuários da Região.	• Estimular a formação de dispositivos intra e interinstitucionais (por exemplo redes de pesquisas integradas com as redes de organizações sociais rurais) visando à geração e difusão de conhecimento e tecnologia, com ênfase a arranjos produtivos e articulação com atores locais objetivando o desenvolvimento sustentável.	
2-Ordenamento territorial • Falta de ordenamento do desenvolvimento da Região. • Ausência de zoneamento agro-ecológico.	• Apoiar instrumentos, ações e desenvolvimento de metodologias participativas para o ordenamento territorial da região.	• Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
3-Modelos de C&T e extensão inapropriados para o paradigma do desenvolvimento sustentável • Geração de conhecimento de serviços não atendem às demandas voltadas a sustentabilidade;	• Promover a formação – cursos médios, graduação e pós-graduação.	• Estimular a formação de escolas rurais.

• Pouca difusão das ações realizadas pelas instituições; • Identificação de demandas reais para a Amazônia; • Falta de pesquisas participativas com enfoque no desenvolvimento sustentável; • Deficiência do sistema de extensão para validação e transferência de tecnologia; • Ausência de integração entre pesquisadores; • Faltam multiplicadores para os extensionistas e baixo índice de educação rural; • Predominância de modelos da revolução verde em detrimento de modelos para desenvolvimento sustentável; • Pesquisa distante das comunidades; • Inexistência de estudos para o aproveitamento de resíduos; • Ausência de agregação de valor a serrarias que utilizam resíduos; • Valorizar a agricultura orgânica e natural; • Modelo atual que utiliza a pesquisa agropecuária e desenvolvimento equivocado e compartimentalizada. • Ausência do aparato de P&D na Amazônia no campo. • Desarticulação institucional entre os atores como um todo em especial com movimentos sociais. • Desatualização da grade curricular nas instituições de ensino. • Reduzido enfoque na pesquisa dirigida.	• Atualização de RH. • Reorganização de instituições visando o desenvolvimento sustentável e a integração com os movimentos sociais.	

4-Número reduzido de projetos de pesquisa e desenvolvimento cooperativos com enfoque em desenvolvimento sustentável · Uso inadequado dos recursos florestais. • Pesquisas incipientes sobre agroecologia na Amazônia. • Pouca difusão das ações realizadas pelas instituições.	• Apoiar projetos cooperativos de P&D com ênfase nos seguintes temas estratégicos: agricultura familiar, recuperação e incorporação de áreas alteradas ao processo produtivo, agroindústria e bioindústria de produtos amazônicos e da biota, manejo sustentável de recursos florestais madeireiros, não- madeireiros, manejo de recursos hídricos para fins agrícolas, uso sustentável da biodiversidade entre outros.	• Estimular ações que incorporem o conceito de multifuncionalidade.
5. Investimentos reduzidos na infra-estrutura das instituições de pesquisa, ensino e extensão • Deficiência em termos de fundos de pesquisas. • Ausência de calendário para liberação de recursos. • Deficiência e irregularidade na liberação de recursos do tesouro nacional. • Infra-estrutura inadequada em função das atuais demandas (bibliotecas, laboratórios, casas de vegetação).	• Disponibilizar recursos financeiros para adequação das instituições de pesquisas, ensino e extensão na área de agropecuária com enfoque em agricultura familiar e desenvolvimento sustentável**.**	• Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.

4.2 Gestão, fomento e difusão de C&T

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
• Coordenação e articulação insuficientes de C&T voltada ao desenvolvimento da Amazônia.	• Viabilizar que a Nova Sudam atue como articuladora para ações estratégicas de C&T para o desenvolvimento da Amazônia. Viabilizar na Nova Sudam a criação e operacionalização de mecanismos de fortalecimento das instituições atuantes em C&T na Amazônia	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• Sucateamento estrutural das instituições atuantes em C&T na Amazônia	• Oferta de oportunidades para a criação e/ou reforma de estruturas laboratoriais considerando oportunidades de compartilhamento.	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.

• Baixa oferta de recursos para C&T voltada ao desenvolvimento da Amazônia: Fundos/ fundações estaduais incipientes e/ou com baixos recursos. • Temáticas relevantes não contempladas por Fundos Setoriais. • Fontes nacionais altamente competitivas com critérios pouco aderentes a realidade (p. ex. CNPq, Finep). • Fontes internacionais dispersas, e algumas com tendências a se afastarem da região (p. ex. DFID, Jica).	• Dotar a nova Sudam de mecanismos de interlocução com agentes de financiamento estaduais, nacionais e internacionais em C&T visando sua aplicação estratégica em termos geopolíticos visando o desenvolvimento da Amazônia brasileira, em consonância com oportunidades no âmbito da Pan-Amazônia. • Formalização do Consórcio (Nova Sudam/Suframa/Basa). • Criação do Fundo Amazônico de C&T (com respectivo comitê de gestão).	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• Baixa integração entre as instituições atuantes em C&T na Amazônia, e dessas com grupos de interesse e público alvo	• Fomento à criação e/ou fortalecimento de arranjos institucionais coletivos em vários níveis: grupos de instituições com interesses convergentes em nível estadual (e sua repetição nas várias unidades componentes da região). • Formação de unidades mistas de pesquisa cooperativa em temas relevantes (congregando instituições governamentais e não governamentais de pesquisa, representantes de grupos de interesse, incluindo a iniciativa privada e representante da sociedade civil). • Consórcios multiinstitucionais envolvendo instituições estrangeiras (na Amazônia e fora dessas)	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• Baixo nível de compatibilidade entre ações de C&T e as demandas dos diferentes ministérios.	• Promover a interlocução contínua entre os diferentes ministérios e as instituições atuantes em C&T visando maior convergência de ações e aproveitamento de oportunidades, incluindo ações abordagens multiministeriais, voltadas ao desenvolvimento da Amazônia	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.

• Mecanismos atuais de difusão e transferência de resultados em C&T insuficientes e inadequados à realidade atual	• Promoção de mecanismos de difusão e transferência de tecnologias compatíveis com abordagens atuais de pesquisa e desenvolvimento, considerando abrangências vigentes, como arranjos produtivos locais, gestão de territórios, etc.	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• Sistema de comunicação precário nas instituições de C&T na Amazônia, dificultando a comunicação entre elas, delas com os grupos de interesse, e com pessoal de C&T de outras regiões e países.	• Fortalecimento dos sistemas de comunicação nas instituições de C&T da região (sistemas de comunicação eletrônica; vídeo e teleconferências).	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• Insuficientes oportunidades de publicação para resultados de C&T gerados pelas instituições de C&T da região.	• Fortalecimento de periódicos de C&T existentes; suporte à criação de novos veículos de divulgação de resultados de C&T (periódicos científicos e de divulgação a um público mais amplo, portais eletrônicos).	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• Necessidade da formulação de uma política de propriedade intelectual adequada à complexa realidade da Amazônia.	• Coordenação de uma política de propriedade intelectual aderente à realidade regional (fortalecimento da Rede Norte de Propriedade Intelectual).	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• Insuficientes oportunidades de discussão das grandes temáticas em C&T para o desenvolvimento da Amazônia.	• Promoção de espaços e oportunidades de discussão sobre temas ou abordagens voltados a grandes temáticas em C&T para o desenvolvimento da Amazônia.	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.

4.3. PESQUISAS PARA CONHECIMENTO, CONSERVAÇÃO E USO DOS RECURSOS MINERAIS

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
1 - Conhecimento		
• Insuficiência de conhecimento básico do potencial dos recursos minerais da região.	• Levantamento de dados aero-geofísicos da área do pré-cambriano amazônico: US$ 30 milhões • Levantamento geológico básico naescala de 1:250.000, e em alvos de 1:100.000.	• Parcerias entre ADA, CPRM, IES, governos dos Estados daAmazônia, BNDES, DNPM e a iniciativa privada.
• Ausência de um banco de dados geocientíficos de domínio público, com a devida regulação.	• Criação de um sistema de informação geocientífico.	• Desenvolvimento de um núcleo de tecnologia de informação voltado para dados geocientíficos. • Articulação com o Sivam.
• Limitada capacitação de RH em integração de dados geológicos	• Criação de um programa de formação de RH em integração geológica e de recursos minerais a custo R$ 7 milhões/ano.	• Políticas de bolsas de estudos e pesquisa fomentadas pela ADA e parcerias.
• Insuficiência do conhecimento metalogenético da região.	• Estudo metalogenético na região amazônica (tipologia e mercado).	• Criação de equipe multidisciplinar (IES, Iniciativa privada).
• Limitada capacitação de RH em legislação e economia mineral	• Criação de um programa de Formação de RH em legislação e economia mineral	• Políticas de bolsas de estudos e pesquisa fomentadas pela ADA e parcerias.
• Deficiência de tecnologia limpa para a mineração e garimpagem.	• Monitoramento ambiental e desenvolvimento de novas tecnologias. • Recuperação de áreas degradadas.	• Parcerias DNPM, IEC, MPEG, UFPA, CPRM, Governos estaduais e prefeituras. criação da extensão mineral
2 - Uso		
• Falta de tecnologia para aproveitamento dos agro-minerais, minerais industriais, gemas e metais preciosos.	• Criação de um Núcleo de Tecnologia Mineral.	• Formação de parcerias com a ADA.
• Reciclagem e reutilização de materiais derivados da indústria mineral.	• Identificação e criação de APLs de base mineral.	• Formação de parcerias com o GEP.
3 - Conservação		
• Exaustão de reservas minerais estratégicas.	• Encontrar substitutivos ao uso destes recursos minerais.	• Pesquisa científica e tecnológica em parceria com Cetem e IES.

4.4 Uso da terra e dinamicas sociais

Principais problemas	**Soluções propostas**	**Estratégias inovadoras (de caráter geral)**
Nas Instituições de Pesquisas		
• *Recursos Financeiros*	Não foi apresentada nenhuma proposição de solução neste item pelo grupo.	• Divulgação pela ADA das grandes linhas de ação.
• *Recursos Humanos* – Fixação de R.H. na região: impossibilidade de absorver os recursos humanos já formados na própria casa, ou de fora, bolsas, contratação.	• Ensino e pesquisa em gestão territorial.	• As instituições apresentam propostas de trabalho (pesquisa pura aplicada e ensino) para as prioridades levantadas pela ADA. • Selecionam-se as ações a serem financiadas, segundo um processo participativo e transparente baseado em critérios de multidisciplinaridade e interinstitucionalidade.
• *Político-institucional* – Falta de convergência das políticas institucionais (articulação regional). – Falta de diálogo entre as disciplinas. – Falta de priorização das ciências humanas, na formulação de programas e projetos. – Ausência de uma política de atualização dos documentos cartográficos e temáticos.	• Criação de redes interinstitucionais e inter-discisplinares voltadas ao fortalecimento e criação de projetos e programas voltados para a discussão de problemas específicos: exploração madeireira, soja, exploração de territórios aquáticos, conflitos fundiários, terras indígenas, quilombolas e assentamentos rurais. • Foco em problemas específicos e eleitos como prioritários, pelos atores sociais me (conforme APLs definidos em seminário da ADA: Ex.: pesca e aqüicultura e setor madeireiro, agricultura).	• Definição de uma agenda de tarefas (ver exemplo).
• Demanda de informação – Falta de documentos cartográficos em escala de semidetalhe e detalhe e ausência de dados estatísticos, que retratem as especificidades da região, além do Censo Nacional.	• Desenvolver metodologia voltada à busca/interpretação de dados sócio econômico, considerando-se as especificidades amazônicas. • Pesquisa como suporte (sustentabilidade) de arranjos produtivos.	

– Insuficiência de informações técnico-científicas sistemáticas, em termos quantitativos e qualitativos para a formulação de propostas (políticas e projetos) de desenvolvimento social. **Fora das instituições de pesquisa**	• Revitalização dos instrumentos de agregação e compartilhamento e difusão de dados e informações técnico-cientificas, nas dimensões social e cultural.	
• Falta de acesso aos dados existentes	• Programas de parcerias para divulgação e extensão do conhecimento.	
• Falta de tradição de consulta aos detentores do conhecimento, nos processos de formulação de políticas, programas e projetos.	• Criação de mecanismos que permitam que as pesquisas subsidiem as políticas públicas e a sociedade como um todo.	

* Exemplo de uma agenda de tarefas:

PESCA					
Nome da Instituição	**Tema (APL)**	**Atividade**	**Público-alvo**	**Impacto esperado**	**Prazo**
MPEG	Pesca artesanal	P&D	- Comunidade pesqueira - Comunidade científica Órgãos de licenciamento Trabalhismo	-Difusão do conhecimento - Sustentabilidade econômica e ambiental - Geração e distribuição de renda (qualidade de vida)	

4.5. PESQUISA PARA CONHECIMENTO, CONSERVAÇÃO E USO DA BIODIVERSIDADE REGIONAL

Principais problemas	**Soluções propostas**	**Estratégias inovadoras**
• Conhecimento limitado sobre a biodiversidade na Amazônia	• Formular políticas voltadas ao incentivo do conhecimento e uso da biodiversidade.	• Criar linhas de fomento específicas. • Fomentar a criação de uma rede de biotecnologia para as instituições de pesquisa localizadas na Amazônia. • Incentivar os programas de coleta, catalogação e caracterização da biodiversidade. • Fortalecer a infra-estrutura das instituições locais.

• Insuficiência de recursos humanos qualificados	• Formular políticas direcionadas à capacitação e fixação de RH qualificados.	• Fortalecer e criar cursos, em todos os níveis, voltados para a área de biodiversidade. • Criar programas de apoio às atividades de formação de recursos humanos (p. ex. bolsas e recursos financeiros); • Incentivar a absorção de RH pelo setor produtivo local (criação de parques tecnológicos e empresas). • Incentivar a ampliação de postos de trabalho nas instituições de pesquisa regionais.
• Desarticulação entre as instituições geradoras de conhecimento e tecnologias, entre estas e o setor produtivo e comunidades locais.	• Promover a articulação entre as instituições. • Incentivar as políticas institucionais de gestão da propriedade intelectual e transferência de tecnologia. • Valorizar o conhecimento tradicional associado à biodiversidade.	• Criar mecanismos de articulação (redes). • Incentivar a gestão da propriedade intelectual e da transferência de tecnologia e a negociação de cooperações internacionais nas instituições de pesquisa (núcleos). • Criar condições para o desenvolvimento e fortalecimento de ações de comunidades locais baseadas na utilização de biodiversidade de forma sustentável.
• Dificuldades de acesso aos recursos para fomento da pesquisa	• Incentivar o fomento de áreas prioritárias de pesquisa na Amazônia. • Estimular o fomento direcionado ao sistema de C&T regional. • Incentivar a formação de grupos multidisciplinares e interinstitucionais.	• Definir, em conjunto com as instituições locais, as prioridades de fomento que atendam ao Sistema de C&T regional. • Priorizar linhas de fomento que atendam grupos multidisciplinares e interinstitucionais. • Incentivar projetos e programas integrados, contemplando ensino, pesquisa e extensão.
• Medida provisória *versus* Lei de acesso aos recursos genéticos	Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• Falta articulação de programas estaduais	Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• Biodiversidade nas unidades de conservação	Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo Grupo.

4.6 PESQUISA EM RECURSOS HÍDRICOS

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
• *Recursos Financeiros* – Investimentos insuficientes na qualificação profissional e aparelhamento das instituições	Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• *Recursos Humanos* – Falta de política para fixação de pessoal qualificado.	Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• *Infra-estrutura* – Estrutura laboratorial insuficiente e/ou inadequada	Não foi apresentada nenhuma proposição de solução para o problema.	Não foi apresentada nenhuma proposição de estratégia inovadora neste item pelo grupo.
• *Pesquisa* – Pesquisa básica insuficiente. – Aplicabilidade das pesquisas. – Pesquisas dispersas e não-divulgadas. – Desconhecimento de dados prévios para subsidiar estudos de impactos ambientais.	• Pesquisa básica. • Estudos hidrometeorológicos para gestão de bacias. • Identificação, quantificação e aproveitamento dos recursos pesqueiros amazônicos. • Estudos biogeográficos dos recursos hídricos (Zoneamento Ecológico-Econômico). • Divulgação das pesquisas de modo adequado para as comunidades (periodicidade da mídia). • Estabelecimento de parâmetros regionais. • Implantação de programas regionais de apoio à pesquisa. • Engenharia de saúde pública. • Educação ambiental. • Gestão de serviços de saneamento. • Implementação do manejo de bacias hidrográficas. • Proteção de mananciais. • Controle de perdas. • Condicionamento e tratamento de H_2O. • Estudos de custos para sistemas de saneamento.	• Desenvolvimento de modelos ambientais aplicados à região • Modelos matemáticos para avaliação dos estoques pesqueiros • Modelos matemáticos de transportes de sedimentos • Modelos hidrológicos • Modelos climatológicos • Modelos de qualidade da água • Modelos de gerenciamento • Implantação do laboratório de modelagem experimental de bacias

	• Aproveitamento de H_2O pluvial. • Desenvolvimento de Tecnologias para tratamento de efluentes. • Condicionamento do reuso de lodos. • Processos de formação do solo e qualidade da água • Medidas de proteção das matas ciliares (aplicação da legislação) • Apoio aos municípios no desenvolvimento institucional referente ao uso dos recursos hídricos. • Extensionismo das pesquisas (no âmbito dos governos municipais). • Fomento à Engenharia Naval (criação de um curso piloto na Amazônia/UFPa)	

4.7 Gestão de pesquisas para agroindustrialização e mercados

Principais problemas	**Soluções propostas**	**Estratégias inovadoras(de caráter geral)**
• Infra-estrutura como limitante na agregação de valor aos produtos amazônicos.	• Disponibilidade de energia elétrica, infraestrutura de transporte, meios de comunicação – como fatores essenciais a agroindustrialização e outras formas de agregação de valor na região.	• Desenvolvimento de programas de C&T orientados para as áreas definidas a partir de Editais competitivos com chamadas específicas de projetos.
• Mercados hoje não estão claramente definidos (natureza, tamanho, especificações de produtos)	• Identificação de mercados interno e externo para produtos potenciais e tradicionais.	• Articulação com as fundações estaduais de pesquisas e outras estruturas de pesquisas existentes, tentando estruturar grupos de pesquisa nos temas pertinentes.
• Barreiras (tarifárias e não tarifárias) e formas de apresentação (aspecto, embalagens, classificação...) dos produtos amazônicos para o mercado.		• Desenvolver centros regionais de estudos e pesquisa no tema. • Gerar mecanismos de transferência dos conhecimentos gerados.

• Não existem profissionais e estruturas que propiciem conhecimentos no sentido de colocação dos produtos, principalmente no mercado externo	• Capacitação de pessoal nas áreas identificadas como problemas.	
• Falta tecnologia adequada para gerar produtos com valor agregado, a partir dos produtos conhecidos e que podem gerar desenvolvimento no curto prazo.	• Estudos sobre verticalização da produção para conquista de novos mercados (dendê, cacau, fruteiras nativas, pupunha – palmito).	
• Muito dos produtos potenciais e tradicionais não possuem padrões de qualidade que permita a sua oferta constante ao mercado consumidor – interno e externo – a falta desses padrões gera desconfiança do consumidor. (Ex.: produção integrada de frutas nativas).	• Mercado de produtos orgânicos amazônicos, certificação e padronização (grau mínimo de característica que o produto deve possuir). • Controle de qualidade	
• Há pouca formalização de contratos, aumentando os riscos de transação causando uma baixa competitividade;	• Formalidades contratuais e custo de transações.	
• A região só tem aparecido como fornecedora de matéria-prima, tendo como conseqüência a geração de empregos fora da área de produção, bem como a inexistência de tecnologia e competência no setor de agroindústria. Ex.: pecuária (Pará e Rondônia) – frigoríficos e laticínios de grande porte do (Sul)	• Verticalização de setores tradicionais (Ex: pecuária e madeira).	

4.8. Formação de recursos humanos para a Amazônia

Principais problemas	Soluções propostas	Estratégias inovadoras
• Falta de doutores para atuação na pós-graduação. • Escasso número de bolsas. • Falta de infra-estrutura adequada. • Falta de integração com o setor produtivo. • Fraca interação interinstitucional. (complementariedade de ações). • Ausência de um sistema regional de C&T forte.	• A nova Sudam deve estabelecer áreas estratégicas de atuação para o desenvolvimento sustentável, por ex.: – Biodiversidade – Recursos hídricos – Recursos mínero-metalúrgicos – Recursos florestais – Uso da terra e dinâmicas sociais – Pesquisa agropecuária para sustentabilidade – Saúde e meio ambiente. – Outras	• Programa amplo de formação de recursos humanos para a amazônia • Fundo de Ciência e Tecnologia para a Amazônia – FCTAM contemplando: – Bolsas (iniciação, apoio técnico, especialização, mestrado, doutorado) – Editais temáticos incentivando parcerias com academia e setor produtivo. – Apoio à criação de novos cursos stricto-sensu para o atendimento de novas demandas estratégicas hoje não contempladas (inter-multi e transdisciplinares e interinstitucionais).

Este grupo apresentou um ensaio sobre os custos para formação de RH para a Amazônia.

		(em R$)
1	Diagnóstico da pós-graduação na região	100.000,00
2	Identificar áreas temáticas	100.000,00
3	Atração de doutores para a região	500.000.000,00
4	Criação de um fundo regional de C&T	1.000.000.000,00
5	Estabelecimento do projeto Biodata	100.000.000,00
6	Identificação de necessidades formacionais hoje não contempladas	100.000.000,00
7	Sistema de Gerenciamento das informações	6.000.000,00
8	Ampliar a formação de mestres e doutores na região	36.000.000,00
9	Formação ampla de especialistas	165.000.000,00
Total geral em 10 anos		**1.807.300.000,00**

5. Considerações finais

Os principais resultados obtidos no *workshop* atenderam as expectativas da Agência de Desenvolvimento da Amazônia na medida em que foi possível levantar-se as grandes necessidades para adequação da institucionalidade de C&T aos grandes desafios de desenvolvimento sustentável da Amazônia. As instituições presentes apresentaram os principais problemas enfrentados na região, os grandes desafios, mas principalmente evidenciaram prováveis soluções que tiveram como base estratégias inovadoras.

À ADA, cumpre o seu papel de entidade do Governo Federal de promover a articulação interinstitucional entre os diversos órgãos de governo, estimulando a interação de maneira sistêmica, possibilitando o estabelecimento de uma política de desenvolvimento da ciência e tecnologia para Amazônia que atue no âmbito federal e estadual, induzindo o fortalecimento da comunidade científica, dos órgãos de ciência e tecnologia estaduais, de tal forma que se atenda à demanda crescente por conhecimento vinda do setor produtivo e da sociedade civil regional.

A ciência e tecnologia na Amazônia têm um papel importante na nova visão do Governo Federal para o estabelecimento de uma política que promova o desenvolvimento econômico sustentável da Região, reduzindo as desigualdades e que esteja assentada na inclusão social e desconcentração da renda para aumentar o aporte do conhecimento científico e tecnológico.

Por fim, o presente documento apresenta um referencial de negociação institucional de acordo com o papel que a ADA assumiu, ou seja, o desafio de ser o órgão do Governo Federal voltado à articulação das políticas federais referentes à Amazônia. Neste contexto, o conhecimento científico e tecnológico é uma das peças chaves quando o grande objetivo é o desenvolvimento sustentável da Região.

Interações biosfera-atmosfera na Amazônia: contribuições do projeto LBA ao conhecimento e ao desenvolvimento sustentável da região

Flávio J. Luizão[*]

Programa LBA: elaboração e delineamento

A Amazônia, pelas suas dimensões continentais e seus superlativos atributos naturais (ca. 6 milhões de km^2, a maioria florestada; quase 20 % de toda a água doce do mundo; 10-15 % do estoque global de C na biomassa, etc), tem capturado a atenção do mundo todo, especialmente nas últimas décadas, quando os problemas ambientais na Terra se avolumaram e se tornaram motivo de séria preocupação. Por conta disto, vários projetos científicos internacionais de grande porte (por exemplo, na Venezuela, o projeto San Carlos do Rio Negro; no Brasil, os projetos Bacia Modelo, Camrex, Amazônia I, Able-1 e 2, Ambiace, Manejo Florestal da Floresta Tropical Úmida, Abracos, Bionte) tiveram lugar na Amazônia nas duas décadas antes da reunião mundial conhecida como Cúpula da Terra, Eco-92 ou Rio-92, realizada no Rio de Janeiro, em 1992.

O Projeto LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia) surgiu na esteira das discussões ambientais que fizeram parte da reunião Rio-92 e dos acordos e protocolos subseqüentes. Entre as questões principais, situa-se a do aquecimento global nos últimos 150 anos, que teve e tem como causa maior o aumento crescente das concentrações de gás carbônico (CO_2) na atmosfera, que passou de históricos 270 ppm para 370 ppm no último século e meio. Esse aumento tem duas fontes principais: a queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás natural) e o

[*] Flávio J. Luizão é pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e coordenador regional do projeto LBA/Inpa.

desmatamento, com a conseqüente queima de florestas. O gás CO_2 contribui para reter calor na atmosfera, elevando assim a temperatura média do planeta e produzindo, então, um aumento do efeito estufa.

Ao contrário da maioria dos países, e de todos os países industrializados, o Brasil emite quase três vezes mais CO_2 para a atmosfera por meio da destruição das suas florestas (200 milhões de toneladas métricas) do que pela queima de combustíveis fósseis. Apresenta ainda outros fatos contraditórios nas suas prioridades e políticas de desenvolvimento: tem as usinas termoelétricas como prioridade para superar crise energética, ao mesmo tempo que apresenta uma exploração incipiente de energias limpas (solar, eólica), que são abundantes no país; os recursos advindos dos "mecanismos de desenvolvimento limpo" (MDL) são usados para as florestas energéticas, que causam danos às comunidades tradicionais e ao ambiente; direta ou indiretamente, ainda há fortes incentivos e facilidades à grande agricultura (monoculturas comerciais/industriais).

Para consolidar essas discussões e alinhavar um grande projeto de pesquisa, que levasse em conta todos os principais temas de pesquisa e os fatores envolvidos nas mudanças ambientais que estão ocorrendo ou que estão previstas para ocorrer na Amazônia nos próximos anos, houve uma série de reuniões científicas (desde 1992) no Brasil e USA, a fim de elaborar um grande e integrado projeto (ou programa) de pesquisas ambientais de âmbito regional. As discussões e a elaboração deste programa sempre tiveram uma forte liderança brasileira em todas as etapas, mas sempre contou com a participação ativa de pesquisadores de grande destaque nos seus campos de trabalho, de outros países da Bacia Amazônica, dos Estados Unidos e da Europa.

O LBA está centrado em torno de duas questões principais que são abordadas por intermédio de pesquisa multidisciplinar, integrando estudos de ciências físicas, químicas, biológicas e humanas:

- *De que modo a Amazônia funciona, atualmente, como uma entidade regional?*

- *De que modo as mudanças dos usos da terra e do clima afetarão o funcionamento biológico, químico e físico da Amazônia, incluindo sua sustentabilidade e sua influência no clima global?*

No LBA, dá-se ênfase a observações e análises que ampliarão a base de conhecimentos sobre a Amazônia em sete áreas temáticas:

- Física do clima
- Armazenamento e trocas de carbono
- Biogeoquímica
- Química da atmosfera
- Hidrologia e química das águas superficiais
- Usos da terra e cobertura vegetal
- Dimensões humanas das mudanças climáticas

Todas estas sete áreas temáticas são inter-relacionadas e o programa pretende ter uma análise integrada dos dados obtidos para responder às questões científicas estudadas dentro de cada área temática do LBA (Plano Conciso Experimental do LBA), chegando a um entendimento mais completo dos processos e mecanismos complexos que governam a floresta e a região.

O programa está delineado para tratar das questões principais levantadas na Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas, mas o objetivo subjacente do LBA é o de contribuir para o desenvolvimento sustentável da Amazônia, por meio de dois grandes conjuntos de ações: 1) conhecimento ampliado e melhorado sobre a região, suas potencialidades e fragilidades; 2) qualificação de pessoal para elaborar e conduzir programas apropriados para a região.

Para superar o problema de escalonamento dos resultados obtidos para uma região tão imensa como a Amazônia, optou-se por um escalonamento múltiplo, com utilização de ferramentas diversificadas, desde o estudo de micro-escala de processos locais até a abordagem continental a partir de imagens de satélite, passando pelos estudos com torres metálicas que cobrem uma área de poucos quilômetros quadrados e com aviões equipados e voando a diferentes altitudes, tanto sobre áreas cobertas por florestas primárias, intactas, como sobre áreas de pastagens, cultivos agrícolas ou ainda áreas de desmatamento recente ou de queimadas extensas, no momento em que estas ocorrem e interferem nos processos atmosféricos.

Muitas destas medidas são obtidas por várias equipes do projeto trabalhando, simultaneamente, em uma dada região da Amazônia, nas chamadas "campanhas intensivas do LBA" (por exemplo, TRMM, Wetamc, Claire). A estratégia de escalonamento do LBA é baseada na metodologia desenvolvida em experimentos prévios e o projeto está refletido na escala de tempo das atividades de campo, que incluem o monitoramento de longo período das características ambientais e suas variações devido às mudanças no uso da terra e cobertura vegetal, bem como as respostas às mudanças climáticas globais.

Os sítios experimentais do Projeto LBA estão localizados ao longo de dois grandes transectos, que cobrem grande parte da Amazônia, bem como sua transição com o cerrado do Brasil central: um transecto abrangendo o norte de Mato Grosso, Rondônia e Acre; outro, saindo de Brasília (região de cerrado) na direção norte até o Pará, e daí saindo em direção oeste até o Peru e Colômbia. Nestes transectos, em sítios selecionados, estão localizadas as torres de fluxo do LBA, atualmente 16, em áreas de pastagem, cerrado, floresta de transição, floresta sujeita a inundação periódica e, principalmente, em florestas de terra firme. Além de utilizar esta rede de torres de fluxo (que medem continuamente os fluxos de energia, vapor d'água e de CO_2), são realizadas medidas biométricas de árvores a intervalos regulares (geralmente a cada seis meses ou a cada ano), em parcelas permanentes espalhadas por toda a região: atualmente, o Projeto Rainfor (Rede Amazônica de Inventários Florestais), associado ao LBA, monitora o crescimento, mortalidade e recrutamento de árvores em mais de 200 parcelas na Amazônia (Brasil, Bolívia, Colômbia, Peru e Venezuela). Estas medidas biométricas são complementares às das torres de fluxo e servem para corrigir e/ou confirmar medidas das torres. Todos os dados obtidos (bem como aqueles de projetos de pesquisa precursores do LBA) são armazenados e estão disponíveis num sistema de dados e informações (LBA-DIS: Sistema de Dados Integrados do Projeto LBA) especialmente criado para permitir e ajudar na integração dos resultados. Neste sistema, os dados são armazenados e gerenciados no CPTEC/Inpe (Cachoeira Paulista) e ficarão disponíveis por 20 anos a toda a comunidade. Usando estes dados, as equipes de pesquisa do LBA desenvolvem modelos matemáticos com simulações e ampla validação de campo.

Estrutura e organização do programa LBA

O Programa LBA atua no Brasil sob a supervisão do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), sendo atualmente coordenado por um dos institutos do MCT, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), de Manaus, Amazonas. (Até fins de 2002, a coordenação esteve sob outro instituto do MCT, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Mais de 240 instituições de ensino e pesquisa do Brasil, dos demais países da Bacia Amazônica, da Europa e dos Estados Unidos, além de outros países, participam do programa LBA. Destas, mais de cem instituições são brasileiras, das quais 40 estão localizadas na Amazônia (universidades e institutos de pesquisa).

Mais de 1.600 pesquisadores e estudantes participam, ou já participaram, do LBA desde o início de suas atividades de campo, em 1998, desenvolvendo 120 projetos de pesquisa, financiados por agências de fomento brasileiras (como o MCT, o CNPq, a Capes, a Finep, a Fapesp, e outras), internacionais (como o Instituto Inter-americano para Mudanças Globais – IAI), norte-americanas (como a Nasa, a NSF, o USFS, o USDA) e européias (Comissão Européia e de colaboração bilateral). Para ordenar as ações de um programa tão amplo, foram organizados diversos comitês e escritórios do programa. Os principais comitês do LBA são:

– Comissão superior LBA (interministerial, presidido pelo MCT), que analisa e aprova as atividades do programa no Brasil;

– Comitê científico internacional, composto por um grupo de cientistas de destaque dentro do programa, brasileiros e estrangeiros, que aprova e sugere à comissão superior as atividades prioritárias e as diretrizes do LBA;

– Comitê de organização e implementação, que, por meio de sua gerência de implementação, coordena a instalação, o funcionamento e a manutenção dos sítios de pesquisa, laboratórios, escritórios, necessários para o desenvolvimento do Projeto LBA;

– Comitê de treinamento e educação, composto por um grupo de pesquisadores do LBA, que direciona (especialmente para os temas de pesquisa onde as instituições amazônicas não estão ou estavam bem equipadas) e organiza as ações de treinamento e divulgação do programa.

Atualmente, o escritório central LBA, com a gerência de implementação e o PPA correspondente, estão sediados no Inpa, em Manaus. Dali são gerenciados os escritórios regionais, num total de oito (em cada um dos estados onde o LBA atua), que dão apoio direto às equipes de pesquisa que vão ao campo para seus trabalhos.

Alguns destaques das pesquisas do programa LBA

Física do clima: O clima amazônico e sua interação com a biosfera

As imagens comumente acopladas de floresta e de chuva da Amazônia representam um equilíbrio entre o ecossistema e o clima tropical úmido, mantido pelo fornecimento de umidade da vegetação para a atmosfera para a formação de nuvens que precipitam e devolvem a água à biosfera (Salati & Vose, 1984). Este equilíbrio pode, no entanto, ser alterado por diversos fatores naturais (como o fenômeno El Niño, de ação temporária) e também pela ação do homem, que tem atuado, de forma bastante intensiva, nas últimas três décadas, derrubando as árvores, queimando a vegetação e dando lugar a pastagens ou áreas de plantio. Essa substituição drástica, de um sistema diversificado e de alta biomassa por outro simplificado e de baixa biomassa, muda as características físicas da vegetação, tais como a refletividade, a cobertura e o uso dos recursos do solo, a massa e a distribuição das raízes, a rugosidade da superfície da vegetação e a interceptação de chuvas. Assim, o balanço de radiação solar e terrestre (variáveis meteorológicas), o balanço de energia (armazenamento de calor, fluxos turbulentos de energia e CO_2) e o balanço hídrico (precipitação, evapotranspiração e escoamento) são fortemente modificados. Por exemplo, a pastagem reflete mais energia solar: 18 % de refletividade, contra 13,8 % da floresta, ou seja, há uma maior perda de energia radiativa na pastagem do que na floresta, enquanto que a retenção de água (vegetação e, principalmente, solo) é grande na floresta e baixa na pastagem. (Alvalá et al., 2002).

Um efeito drástico do desmatamento total da Amazônia seria um aumento da temperatura e a diminuição das chuvas, previsto pelas simulações numéricas, pois a vegetação nativa, com raízes profundas, é responsável pela manutenção da umidade do ar mesmo na estação menos chuvosa do ano (Gash et al., 1996). Estas simulações numéricas do desmatamento indicariam: aumento de 1 a 2,5°C de aumento da temperatura da superfície;

redução de 10 a 20% no escoamento superficial de água; diminuição de 15% a 30% na evapotranspiração; diminuição de 5% a 20% das chuvas, principalmente durante a estação seca, com o conseqüente alongamento dos períodos secos (Alvalá et al., 2002). No entanto, a Amazônia vem sendo desmatada pelas bordas, principalmente ao sul e a leste, e em estrias que vão avançando gradualmente, produzindo um resultado surpreendente nas simulações numéricas desse desmatamento regional: as chuvas nas regiões que incluem desmatamento são mais abundantes na estação chuvosa e menos abundantes na estação seca, fazendo com que o regime de chuvas se assemelhe ao regime de chuvas do cerrado ao sul da Amazônia (Silva-Dias et al., 2002). No total anual, o efeito final é de um aumento da chuva, mas um dos resultados do LBA indica que o desmatamento aumenta as chuvas enquanto for limitado; após se ultrapassar um certo limiar, o desmatamento causa, necessariamente, uma redução das chuvas (Avissar & Nobre, 2002; Bayda Roy et al., 2002; Silva-Dias et al., 2002).

As queimadas produzem fumaça, partículas de fuligem, em grande parte formadas por matéria orgânica, e gases que são levados para cima e depois são transportados pelos ventos a distâncias que podem chegar a milhares de quilômetros do ponto de origem, quebrando um processo local de troca entre a floresta e a atmosfera. Além disso, as partículas produzidas pela queima – os chamados aerossóis – interferem no processo de formação de nuvens e, conseqüentemente, nas chuvas (Andreae et al., 2002; Silva-Dias et al., 2002). No fim da estação mais seca, a presença de aerossóis aumenta, em muito, o número de núcleos de condensação de gotas de chuva que, devido à competição pela umidade disponível, são gotas muito pequenas e não têm peso suficiente para cair. O primeiro efeito é a inibição das chuvas nessa época do ano. As nuvens muitas vezes se dissipam sem chover e, em algumas ocasiões, acabam transformando-se em nuvens de tempestade, com ventos fortes, pedras de gelo e muitos relâmpagos (Silva-Dias et al., 2001).

Em resumo, as alterações provocadas pelo homem vêm causando alterações inesperadas no ciclo hidrológico da Amazônia (Marengo & Nobre, 2001), indicando possíveis mudanças permanentes, e estas são ainda mais preocupantes ao se constatar que estão ocorrendo num intervalo de tempo extremamente reduzido se comparadas às mudanças naturais do passado.

Química atmosférica – composição da atmosfera amazônica e suas implicações

No LBA, a química atmosférica lida com processos que regulam a composição da atmosfera amazônica em termos da concentração de gases e partículas de aerossóis. Entre os gases mais reativos, as espécies químicas mais importantes são os compostos orgânicos voláteis (chamados de COVs), ozônio (O_3), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO e NO_2) e outros compostos. Entre os gases-traço mais importantes, alguns têm vida média muito longa (N_2O, CH_4, CO_2) e outros, vida média curta (NO, CO). Os COVs são emitidos pela vegetação, que pode ser fonte ou sumidouro de COVs (Rottenberger et al. 2004), e compõem uma família de compostos em que o isopreno e os terpenos são os mais importantes do ponto de vista da interação biosfera-atmosfera na Amazônia, influindo em processos físicos e nos balanços de carbono. Alguns dos COVs participam ativamente de reações químicas na atmosfera, regulando a concentração de ozônio, do radical hidroxila e outras espécies que afetam o funcionamento do ecossistema, e isto pode ser alterado pelas ações humanas na região.

A queimada inicial de uma floresta emite a maior parte do CO e CH_4 total, mas as queimadas freqüentes das pastagens (0,3-0,5 vezes por ano) podem representar 11-15 % das emissões de CH4 e 15-20 % das emissões de CO na região, constituindo-se numa importante fonte de gases-traço (Guild et al., 2004). Por outro lado, concentrações altas de ozônio (gás fitotóxico, com forte poder oxidante, que tem efeito a longa distância), comparáveis aos valores medidos no centro da cidade de São Paulo, foram observadas ao redor de Manaus, na estação chuvosa, e em regiões de Rondônia, na época de queimadas da estação seca (campanha Claire, 2001). Isto pode ser resultado das interações entre as emissões de COVs e óxidos de nitrogênio, tanto em queimadas como na pluma urbana de Manaus. Medidas contínuas da concentração de aerossóis em diversos locais da Amazônia mostram que a concentração de aerossóis na Amazônia muda de valores muito baixos, da ordem de 5-12 μg/m, a valores altíssimos, da ordem de 600 μg/m, em áreas afetadas por queimadas.

As partículas de aerossóis são importantes pelo seu papel de nucleação de nuvens e pelos efeitos no balanço de radiação solar sobre a floresta amazônica. A vegetação emite estas partículas através de emissões diretas e por meio da transformação em partículas de alguns dos COVs emitidos.

Parte destes aerossóis atua como "núcleos de condensação de nuvens" (NCN), responsáveis pela produção das gotículas das nuvens e, em última instância, pela chuva na Amazônia e nas regiões sob sua influência direta.

Trabalhos recentes do LBA mostram que as grandes emissões de partículas de aerossóis produzidas por queimadas alteram de modo fundamental a formação de nuvens, com forte supressão da formação de nuvens rasas na presença de queimadas. Essa supressão, que foi observada com medidas em nuvens e com o uso de sensoriamento remoto, tem o poder de inibir a precipitação em grandes áreas afetadas pelas emissões de queimadas, que podem estar a centenas ou milhares de quilômetros das emissões. Os efeitos podem atingir inclusive a parte central e o sul do país (Artaxo et al., 2001, 2002), afetando potencialmente o ciclo hidrológico da maior parte da área do país, nos meses em que as emissões causadas por queimadas nas porções oeste, centro e sul da Amazônia são importantes (de agosto a novembro).

Um dos novos aspectos importantes no LBA são as medidas de compostos de nitrogênio na água de chuva em Rondônia, região amazônica com alterações importantes nos usos da terra, onde a composição da água de chuva é dominada por nitratos ao invés de amônio, como em regiões remotas da Amazônia e a deposição de nitrogênio, em sua maioria na forma de nitratos, chega a níveis elevados – similares aos observados no interior do Estado de São Paulo. Esta deposição de nitrogênio, em algumas áreas de florestas secundárias, pode auxiliar na recuperação de áreas degradadas.

Armazenamento e trocas de carbono – as complexidades dos ecossistemas

O projeto LBA conseguiu, em poucos anos, instalar e consolidar a melhor e maior rede de estudos e de observações ambientais que a Amazônia jamais viu, com um grande número de estudos nas torres de medidas de fluxos de vapor de água, dióxido de carbono, calor sensível e outros gases entre a vegetação e a atmosfera, em parcelas florestais, em bacias hidrográficas monitoradas e em transectos comparativos. Tudo isso permitiria obter medidas claras das magnitudes, do destino e do processamento do carbono trocado entre a floresta amazônica e a atmosfera, chegando a conhecer por completo o complexo ciclo do carbono; porém, a riqueza e a complexidade dos ecossistemas amazônicos exige ainda aprofundamentos e ampliação da abordagem.

Para entender estoques, fluxos e controles do carbono – a matéria-prima principal de todos os organismos vivos multidimensionais – é necessário compreender melhor a lógica biológica de fixação, consumo, alocação, a relação com os ciclos da água e de nutrientes, os processos de alterações no ambiente, entre outros fatores. Mesmo assim, o projeto LBA tem avançado, revelando algumas destas complexidades, como a descoberta da importância de emissões de compostos voláteis de carbono pelas plantas na geração de partículas de condensação de nuvens na atmosfera, onde estes aerossóis biogênicos atuam na formação de nuvens e chuvas. Por sua vez, quando a quantidade e a distribuição das chuvas numa área de floresta são alteradas, altera-se também a capacidade desse ecossistema de capturar e reter carbono.

Outros estudos da distribuição e crescimento de biomassa florestal em diversos pontos da Amazônia relacionaram estes com alguns parâmetros simples de tipos de solos e sua fertilidade, bem como a duração da estação seca em cada local, mostrando que os padrões ecológicos regionais exercem controle sobre as taxas de fixação de carbono pela floresta. Estes estudos indicam que talvez as florestas não perturbadas da Amazônia como um todo estejam funcionando como pequeno sumidouro do excesso de CO_2 atmosférico (de 0,5 a 1 MgC ha^{-1} ano^{-1}) (Malhi et al., 2004). Indicam, também, que os valores obtidos podem variar consideravelmente dentro da região, em função destes e de outros fatores. Por exemplo, Vourlitis et al. (2004) encontraram um balanço líquido (entre a fixação e a perda) de carbono igual a zero, numa floresta mais seca e transicional no norte de Mato Grosso, enquanto que Rice et al. (2004) mediram uma emissão líquida de CO_2 de 1.9 MgC ha^{-1} ano^{-1} em Santarém, no Pará. Esta emissão líquida seria resultado de grandes estoques de liteira grossa (madeira morta), gerados por eventos climáticos extremos, como as ocorrências de El Niño nos anos 90. Isto indica a necessidade de se acoplar medidas de liteira grossa às medidas biométricas de incremento da biomassa aérea. De fato, os estoques de liteira grossa em Santarém, de 4,8 x 10^7 gC ha^{-1}(Rice et al., 2004), foram de duas a quatro vezes maiores do que em Manaus (Chambers et al., 2000; Nascimento & Laurance, 2004). Similarmente, as taxas de respiração da liteira grossa na floresta em Santarém (5,7 x 10^6 gC ha^{-1} ano^{-1}) foram muito mais altas do que em florestas próximas a Manaus (1,8 x 10^7 gC ha^{-1} ano^{-1} (Chambers et al., 2000; Rice et al., 2004).

Os estoques de liteira grossa (e fina, composta por folhas, material reprodutivo e outros materiais de decomposição rápida) podem ser afetados também pela fragmentação da floresta e a conseqüente formação de bordas, que produz um aumento nos estoques de ambas (Nascimento & Laurance, 2004; Vasconcelos & Luizão, 2004). O aumento da mortalidade de árvores, especialmente das de maior biomassa, devido às mudanças microclimáticas e aumento da turbulência dos ventos, induzidos pela fragmentação, leva também a uma maior densidade de cipós na floresta, produzindo alterações adicionais na alocação e fluxos de carbono. Da mesma forma, a respiração do solo pode ser afetada, uma vez que as variações na umidade do solo (tanto por falta como por excesso de água no solo) podem também influir nas medidas (Chambers et al., 2004).

Estudos detalhados em uma bacia hidrográfica, próxima a Manaus, associando controles hidrológicos com a vegetação, revelam até em escalas locais a variabilidade e riqueza nos mosaicos de ecossistemas, com importantes variações no metabolismo e fluxos de carbono entre florestas sobre platôs argilosos e baixios arenosos (Araújo et al., 2002; Luizão et al., 2004). No extremo oposto, e de forma complementar, estão sendo iniciados estudos sobre a distribuição continental de alterações na concentração de CO_2 na atmosfera, que podem ampliar muito a capacidade de monitorar o comportamento integrado de trocas para todo o bioma amazônico. Porém, ainda necessitaremos estudos ecofisiológicos e biológicos mais aprofundados se quisermos antecipar as respostas dos ecossistemas na Amazônia às mudanças climáticas globais.

HIDROLOGIA DE SUPERFÍCIE E QUÍMICA DA ÁGUA – EFEITO DA MUDANÇA NO USO DA TERRA

As conexões entre sistemas terrestres e aquáticos são importantes componentes do funcionamento dos rios da Amazônia, e estas podem se acentuar com as ações do homem. No Estado de Rondônia, onde a colonização e uso da terra se deu por meio de um eixo central formado pela BR-364 e diversas estradas perpendiculares secundárias, a ação humana no processo de ocupação tem afetado os cursos de água na região. A bacia do Rio Ji-Paraná (de meso-escala), que é entrecortada ao sul e na sua região central por essa estrada, é um exemplo de como se dá esse processo, apesar de mostrar também efeitos de uma característica natural – os tipos de

substrato geológico e os solos resultantes – com a presença mais intensa de pastagens sobre os solos mais ricos. Provavelmente, o efeito mais direto da conversão de florestas em pastagens seja o aumento da exportação de materiais do sistema terrestre para os aquáticos devido à compactação dos solos nas pastagens (Richey et al., 2001). Com a compactação, cátions e bicarbonatos são lavados das camadas superficiais do solo pela água das chuvas em quantidades muito maiores do que aquelas produzidas pela intemperização e, daí, carreadas pelo lençol freático (Markewitz et al., 2001).

Numa análise mais detalhada desses processos, comparando-se rios muito pequenos – os "igarapés", com cobertura exclusivamente de floresta ou de pastagem, observam-se alterações drásticas na estrutura e funções desses ecossistemas: após a conversão da floresta em pastagem, os igarapés têm seus corpos de água invadidos pela gramínea nativa *Paspallum* e, em alguns trechos, a lâmina de água desaparece sob a gramínea, que adiciona uma grande quantidade de material orgânico ao sistema aquático (Bernardes et al., 2004). Com isso, condições aeróbias anteriormente existentes na floresta tornam-se quase anaeróbias (pela decomposição do material orgânico e/ou respiração pelas raízes), alterando a ciclagem de nutrientes e a biodiversidade desses rios. O sistema aquático passa de uma limitação natural por fósforo (sob floresta) para uma limitação por nitrogênio, devido às perdas deste nutriente por lixiviação e às mudanças nos seus mecanismos de ciclagem (Richey et al. 2001). Com o déficit de oxigênio, gases, como o CO_2, chegam a ter suas emissões para a atmosfera triplicadas, ilustrando um impacto potencial extremamente significativo dessas mudanças, uma vez que essa via de ciclagem do carbono na Amazônia foi também recentemente identificada como muito importante nos grandes rios (Richey et al., 2002). Outros nutrientes, como nitrogênio e potássio, também têm seu ciclos modificados, algo que pode ser observado até mesmo em rios maiores, como é o caso dos rios Urupá e Rolim de Moura, tributários do rio Ji-Paraná (Thomas et al., 2004). Portanto, a ação antropogênica na Região Amazônica, apesar de ainda imperceptível nas águas dos grandes rios, como o Solimões ou o Negro, já se faz notar nos rios de menor porte, modificando substancialmente o funcionamento e a estrutura desses ecossistemas.

Outros estudos do LBA, como os da Reserva do Cuieiras, do Inpa, sob floresta nativa (e, mais recentemente, em outra bacia hidrográfica próxima, drenando áreas de pastagem e vegetação secundária), em Manaus-

Amazonas, estão investigando a dinâmica de transferência e armazenamento da água nos vários compartimentos do solo, vegetação e atmosfera, como precipitação e evapotranspiração, interceptação da precipitação pela vegetação, profundidade do lençol freático e seus movimentos. Estas pesquisas incluem ainda a determinação de compostos químicos (incluindo carbono) transportados pela água em cada compartimento, um forte componente de modelagem hidrológica e micrometeorológica voltada à determinação do seqüestro de carbono pela biosfera.

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS – CICLAGEM DE NUTRIENTES EM ECOSSISTEMAS NATURAIS E MANEJADOS

Nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio são essenciais para a vida na Terra, circulando nos solos, plantas, animais, águas subterrâneas, cursos de água e atmosfera, desempenhando um papel vital no crescimento das plantas, no funcionamento da floresta, na produtividade agrícola e na qualidade do ar e da água. Os estudos biogeoquímicos do Projeto LBA, utilizando diversos tipos de instrumentos – alguns muito simples, outros bastante sofisticados – procuram entender melhor como os ciclos de nutrientes podem ser afetados pelo uso da terra e como o manejo dos ciclos dos nutrientes pode ser incluído nas estratégias de desenvolvimento sustentável.

Um dos avanços significativos do LBA foi o melhor entendimento das razões pelas quais algumas áreas de pastagens tornam-se degradadas em menos tempo do que outras, que se mantêm produtivas. Quando as áreas de pastagens tornam-se degradadas, arbustos e ervas, considerados "ervas daninhas" pelos criadores, começam a crescer com mais vigor do que a gramínea plantada para a pastagem. O controle dessas ervas é feito pelo uso do fogo, em queimadas sucessivas e freqüentes, porém estas são ineficazes para o combate a essas ervas e as áreas acabam sendo abandonadas. Em muitos casos, o nitrogênio e o fósforo tornam-se limitados para o crescimento de plantas em áreas degradadas de pastagens (Luizão et al., 1999; Markewitz et al., 2004). Num estudo em pastagens bem manejadas, de 2 a 13 anos de idade, em Oxisol (> 70% de argila), próximo a Manaus, verificou-se que a biomassa microbiana-C e a mineralização de N solo (nas pastagens, mais em forma de nitrato, ao contrário da floresta, onde mais N mineral foi encontrado em forma de amônio) aumentaram até 5 anos de idade, com um

posterior declínio gradativo (acentuado após 8 anos). As decrescentes taxas de mineralização de N levaram ao decréscimo no estoque de N orgânico e à consequente deficiência de N no solo em pastagens antigas. Nas pastagens com 12-13 anos idade, verificou-se um acentuado decréscimo do C orgânico, indicando o baixo potencial de mineralização de N e P nas pastagens. A biomassa de raízes na camada 0-20 cm diminuiu com a idade das pastagens (5 anos = 1.110 g m2; 7 anos = 361 g m2 e 12 anos = 243 g m2) e a relação C:N das raízes foi menor do que na floresta, ou seja, a qualidade da matéria orgânica produzida pela gramínea *Brachiaria humidicola* é mais baixa (Luizão et al., 1999).

Com as queimadas sucessivas das pastagens, o nitrogênio se perde sob a forma de gases e pelas cinzas levadas pelo vento durante as queimadas, afetando a qualidade do ar regional e a fertilidade do solo. Parte do fósforo se perde nas cinzas e acaba também ficando indisponível no material orgânico acumulado no solo. As sementes nativas se desenvolvem mais do que a grama exótica em pastagens degradadas porque apresentam melhor adaptação às condições de escassez desses nutrientes. Essa limitação de nutrientes tem sido observada muito freqüentemente em solos grandemente alterados e inférteis, muito comuns no Pará, onde é mais comum o uso de fertilizantes em práticas de manejo de pastagens.

Esses resultados têm também implicações importantes para as taxas de crescimento de florestas secundárias ("capoeiras"), que se seguem ao abandono de pastagens e para o manejo da qualidade da água drenada dos ecossistemas florestais e agrícolas: o passo e a dinâmica do crescimento das capoeiras são afetados pela escassez de nutrientes-chaves no sistema (Markewitz et al., 2004). Num experimento de adubação de capoeiras de 6 anos de idade, em Paragominas, a adição de N e de N+P produziu um incremento na biomassa das espécies lenhosas, enquanto a adição de P aumentou somente a biomassa de ervas e gramíneas, levando à conclusão de que, em pastagens queimadas sucessivamente, a biomassa florestal é limitada por N (Davidson et al., 2004). Numa cronossequência de capoeiras sobre pastagens abandonadas, até 14 anos de idade, na Amazônia central, verificou-se que o solo até 45 cm de profundidade estava acumulando N, mas perdendo P extraível, havendo indicações de possíveis limitações por P e Ca para o crescimento florestal (Feldpausch et al., 2004).

Mudanças do uso da terra e mudanças na cobertura vegetal

Este é um dos temas do Programa LBA que permeia todos os demais, uma vez que essas mudanças afetam praticamente todos os ciclos e processos do ecossistema.

Dos dois grandes biomas estudados nos transectos LBA (Amazônia e Cerrado do Brasil central), o cerrado apresenta atualmente taxas de mudanças de uso e cobertura da terra muito maiores do que a Amazônia (Klink & Moreira, 2002). O bioma, sob um clima que apresenta uma estação seca longa e forte, está sujeito a queimas frequentes e, então, a uma crônica limitação por nitrogênio. No entanto, o tempo de retorno da vegetação, de biomassa muito menor, é de 2 a 40 anos, contra centenas de anos na Amazônia.

Na Amazônia, o desenvolvimento atual de certas partes da região mostra um manejo mais intensivo da terra, incluindo a produção mecanizada de grãos, gado de leite e produção agroflorestal (Carvalho et al., 2002). No entanto, a conversão de novas áreas de floresta para uso agrícola continua sendo feita por meio da derruba e queima da vegetação, com todos os seus impactos (na sua maioria negativos). Há perdas significantes de C, N e P pela derruba e queima da floresta; as bases ficam retidas fortemente no solo (Markewitz et al., 2004). Isso apressa o abandono das áreas de cultivo e de pastagem (ainda o uso mais comum das áreas convertidas), cuja colonização pela sucessão secundária natural (capoeira) vai depender da intensidade do uso prévio, da distância à floresta mais próxima e da frequência do uso do fogo.

Mudanças no modelo de desenvolvimento, que tem-se mostrado grandemente inadequado, exigem ações de controle do processo, por meio de previsão, detecção e ações de governança e de recuperação das áreas já alteradas na Amazônia.

a) Técnicas de detecção das mudanças de cobertura vegetal

Desde o seu início, o programa LBA tem se empenhado fortemente em adquirir e desenvolver técnicas avançadas de detecção, com uso freqüente e intensivo de imagens de satélite e outras ferramentas modernas (Nobre et al., 2001). Com destaque para a atuação do Observatório da Terra, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe/OBT) e a colaboração da

Agência Espacial Americana (Nasa) foi possível obter enormes avanços na capacidade e rapidez de detecção e acompanhamento das mudanças atuais. Assim houve o desenvolvimento de vários modelos preditivos avançados, bem como a criação e aplicação de programas avançados de controle de desmatamento e fogo pelos governos estaduais (como o da Fema-Mato Grosso) e federal (como o Programa Prever, do Ibama e o Informativo Quinzenal de Taxas de Desmatamento da Amazônia). Assim, tem sido possível acompanhar a distribuição das queimadas na Amazônia e detectou as novas tendências de crescimento da fronteira de expansão.

Técnicas apuradas de detecção têm sido desenvolvidas e aplicadas ao reconhecimento e à avaliação da intensidade e da extensão da extração seletiva de madeira, ultimamente um dos maiores causadores de desmatamento e degradação de florestas na Amazônia (Nepstad et al., 1999). Além de facilitar a entrada de pessoas e grupos em áreas de floresta primária, antes inacessíveis, pela construção de estradas, esta ação (geralmente, predatória) permite uma maior penetração de ventos, junto com os muitos resíduos deixados para secar nas áreas exploradas e que se tornam materiais combustíveis, transformam florestas úmidas em ambientes sujeitos ao fogo, que pode se tornar recorrente, num processo de retro-alimentação (Nepstad et al., 1999). Em anos com eventos de El Niño, a probabilidade de fogo na floresta se acentua o que, além da extração seletiva de Madeira, está ligado a outras atividades econômicas como a fabricação de carvão e aos padrões de assentamento rural e obras de infra-estrutura (Alencar et al., 2004).

O uso de um modelo Monte-Carlo automatizado, junto com imagens Landsat-7, tem se mostrado promissor para quantificar a degradação das florestas, permitindo medidas precisas da abertura de clareiras e do acompanhamento de sua evolução e fechamento (Asner et al., 2004). Assim, pode-se também estimar a área total de corte seletivo na região, que, em julho de 1999, abrangia 1.277 km^2, bem como pode-se mapear os centros de exploração na Amazônia brasileira (Nepstad et al, 1999). Adicionalmente, modelos ora sendo desenvolvidos (C. Costa e colaboradores) permitem detectar com precisão a abertura de novas estradas de acesso às áreas de floresta primária densa.

b) Ciência e a fronteira da governança na Amazônia

O ideal de se construir economias sustentáveis pelo gerenciamento dos recursos naturais, minimizando-se os custos ecológicos e sociais das fronteiras em expansão, raramente é atingido pelas sociedades humanas.

A Amazônia pode se tornar a primeira grande exceção ao legado comum de expansão mal planejada de novas fronteiras de regiões florestadas, que no passado sempre levou à rápida exploração dos recursos madeireiros, da fauna, dos minerais, solos e de outros recursos naturais, causando picos de atividade econômica que fracassam à medida que os recursos são esgotados, deixando para trás ecossistemas e pessoas empobrecidos. Para mudar esse cenário, são necessárias influências combinadas de uma sociedade civil organizada, de um governo responsivo, de um comércio cada vez mais transparente e de uma ciência politicamente relevante. Processos de planejamento (em que cientistas do LBA têm sido ouvidos) estão bem avançados na rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163) e na rodovia do Pacífico, de Assis Brasil a Puno, Peru. A contribuição mais importante da ciência para fortalecer os processos de planejamento regionais em andamento na Amazônia é o fornecimento de análises claras e acessíveis sobre as implicações climatológicas, ecológicas, econômicas e sociais de cada trajetória de desenvolvimento em questão. A ciência tem o potencial para mapear a rentabilidade potencial da criação de empregos de usos alternativos e competitivos da terra para toda a região. Em resumo, a ciência pode melhorar a qualidade do planejamento regional se for bem-sucedida no fornecimento de informações acessíveis, rigorosas e convincentes. Um modelo de simulação do futuro desmatamento da rodovia BR-163 sob cenários de "*business-as-usual*" e "governança" (Soares Filho et al., 2004) demonstra a influência potencial dos resultados científicos sob a forma de mapas, constrastando uma futura trajetória de devastação ao longo da Cuiabá-Santarém, pressupondo-se que os padrões usuais de desmatamento continuarão no futuro, com outra em que várias medidas restritivas ao desmatamento "não-produtivo", pelo fato de apoiarem atividades econômicas de base florestal e implementarem a Lei, serão concretizadas, evitando-se as formas mais devastadoras de exploração florestal. Esses mapas fortemente sugerem aos movimentos sociais, ONGs, governos locais e governos nacionais que a pavimentação de rodovias em áreas remotas de florestas não obrigatoriamente leva ao desmatamento descontrolado. (Soares Filho et al., 2004).

c) Uso e recuperação de áreas degradadas na Amazônia

Entre as melhores opções produtivas para se recuperar as imensas áreas abandonadas e/ou degradadas na Amazônia (geralmente, após pastagens), estão os sistemas agroflorestais, o enriquecimento de capoeiras com espécies de alto valor econômico e a re-utilização da área de pousio, que pode ser feita de forma mais ecologicamente correta, sem a utilizacao de fogo no preparo da área.

Na região NE do Pará, a paisagem agrícola é caracterizada por capoeiras de diferentes idades e históricos de uso prévio, por se tratar de uma frente muito antiga de colonização na Amazônia – a Zona Bragantina. Nesta região, a Embrapa-Amazônia oriental tem liderado, nos últimos dez anos, um trabalho pioneiro de eliminação do uso do fogo no preparo de áreas, sem queima, para novos cultivos, desenvolvendo um sistema que permite a re-utilização dos pousios tradicionais num tempo mais curto, para novos cultivos agrícolas – milho, arroz e mandioca. O sistema baseia-se em duas práticas culturais: 1) plantio de espécies arbóreas de rápido crescimento e boa qualidade nutricional, antes ou no momento do abandono das áreas cultivadas; 2) na retomada do pousio melhorado, ca. de três anos depois, em vez da derruba e queima tradicional da capoeira, uma máquina trituradora acoplada a um trator faz o corte e a trituração da biomassa, espalhando os fragmentos finos sobre a superfície do solo, que é então logo cultivado novamente. Após cinco anos de adoção, quando a fauna do solo é reconstituída, o sistema sem queima produz melhor do os sistemas de cultivo tradicionais. No entanto, os pequenos agricultures da região têm relutado em adotá-lo porque, nos três primeiros anos de uso, o seu custo é superior aos sistemas tradicionais de derruba e queima (T. Sá, com. pessoal).

Recuperação de áreas degradadas por meio de sistemas agroflorestais

Numa estação experimental da Embrapa, próxima a Manaus, quatro diferentes formulações de Sistemas Agroflorestais (SAFs) foram implantadas em áreas abandonadas de pastagens, com o objetivo de tornar a terra novamente produtiva, sem necessidade de derrubar novas áreas de floresta primária e permitir o seqüestro de carbono pela nova vegetação arbórea em crescimento. O crescimento das muitas espécies arbóreas utilizadas –

palmeiras, fruteiras e espécies madeireiras – foi em geral muito bom e, em menos de dez anos, permitiu a criação de uma fisionomia florestal nos SAFs, com o solo coberto por liteira abundante, diversificada e, via de regra, de qualidade nutricional superior à do pousio, deixado como controle do experimento. Juntamente com os adubos verdes, podados nas cercas-vivas de leguminosas e em leguminosas plantadas em fileiras dentro dos SAFs, a liteira chegando ao chão dos SAFs mostrou um bom fornecimento de nutrientes recicláveis do material orgânico (Tabela 1), além de fornecer a necessária cobertura e proteção ao solo. Os SAFs também recuperaram uma fauna do solo abundante e diversificada (Tapia-Coral et al., 1999).

Tabela 1. Entrada anual de nutrientes (kg.ha^{-1}) em dois sistemas agroflorestais (AS1 e AS2) e na sucessão secundária natural (CAP). Os valores entre parênteses representam a proporção (em %) da contribuição da liteira fina e do adubo verde para o total de nutrientes que entra anualmente nos SAFs.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
AS1					
Liteira fina	36,8 (54%)	2,35 (72%)	5,76 (48%)	32,7 (92%)	8,64 (80%)
Adubo verde	16,8 (46%)	0,94 (28%)	6,23 (52%)	2,87 (8%)	2,11 (20%)
Total	53,6	3,29	12,0	35,6	10,8
AS2					
Liteira fina	36,3 (60%)	1,90 (59%)	5,01 (37%)	28,7 (84%)	8,58 (45%)
Adubo verde	24,5 (40%)	1,33 (41%)	8,57 (63%)	5,31 (16%)	10,8 (55%)
Total	60,8	3,23	13,6	34,0	19,4
CAP					
Liteira fina=Total	64,1	3,82	12,6	45,2	13,6

Fonte: Gallardo-Ordinola, 1999.

AS DIMENSÕES HUMANAS NO LBA

O componente das dimensões humanas no LBA procura investigar quais e como diferentes fatores humanos podem condicionar os processos de transformação da Amazônia, e compreender como o homem pode sofrer ou adaptar-se a impactos de mudanças no clima ou nos ecossistemas. Para iniciar esta análise, foi feito um levantamento da produção científica no período 1990-2002 incluindo os temas "Cidades e Redes", "Populações, Representações Étnico-culturais e Sociedade", "Dinâmicas Recentes das Atividades Agropecuárias e Extrativistas", e "Expansão e Dinâmica das Atividades

Industriais". A partir destes estudos e de contribuições de especialistas em várias áreas foram identificadas lacunas do conhecimento e elaborada uma agenda prioritária de pesquisas. Foram, então considerados prioritários os seguintes temas: "Questão Agrária", "Sistemas de Produção" e "Mudanças de Cobertura e Uso da Terra", temas que focalizam os aspectos socioeconômicos e socioambientais do uso do território; "Logística e Desenvolvimento Regional" e "Mobilidade Populacional e Urbanização", entendidos como processos que embasam as mudanças no uso do território; "Instituições e Governabilidade" e "Instituições e Políticas em Ciência e Tecnologia", tendo em vista a necessidade urgente de fortalecimento institucional para o ordenamento do território. Esses temas serão agora estudados dentro do LBA como uma forma de contribuir para reduzir e mitigar os impactos da ocupação acelerada e desordenada, assim como para buscar alternativas de desenvolvimento sustentável para as populações rurais e urbanas que tanto cresceram nas últimas décadas.

Outra vertente importante do estudo das dimensões humanas no LBA refere-se aos projetos que procuram identificar a relação da ocorrência ou aumento de doenças infecciosas tropicais e as mudanças ambientais como desmatamento e queima em diferentes escalas. As mudanças de uso da terra e as mudanças climáticas (geralmente relacionadas entre si), além de produzirem, ou exatamente por produzirem impactos como a perda de biodiversidade, poluição atmosférica, mudanças no clima local ou regional, erosão do solo e alterações no ciclo da água, produzem aumentos na ocorrência de doenças respiratórias (por ex., em áreas de novas queimadas e de produção de carvão) e de doenças infecciosas. Alguns exemplos de doenças infecciosas e suas causas ambientais estão relacionadas abaixo (U. Confalonieri, III Conf. LBA):

- Urbanização (com derruba e queima de floresta): malária e leishmânia em Manaus;
- Construção de represas/hidrelétricas: mudanças nas populações de mosquitos;
- Extração de madeira: arbovírus e infecções de leishmânia;
- Garimpos/mineração: mordidas de morcegos e doenças associadas;
- Construção de estradas: síndrome hemorrágica de Altamira;
- Savanização da paisagem: focos de kalazar;
- Extrativismo: pararamose.

Iniciativas em treinamento e educação no programa LBA

Desde o início, mesmo antes de iniciar a fase de trabalhos de pesquisa de campo, o LBA se empenhou em ações contínuas e freqüentes de treinamento e educação (T&E), com o objetivo de deixar um legado para as instituições amazônicas, na forma de especialistas treinados para conduzir pesquisas de qualidade e contribuir para o desenvolvimento sustentável da região. Vale lembrar que, no início do programa LBA, muitas das instituições amazônicas não tinham, ou tinham alguns poucos especialistas para atuar em alguns dos temas abrangidos pelo LBA e que, portanto, tinham que ser treinados. Por isto, desde 1996 o Comitê de T&E do LBA começou a organizar uma série de cursos para estudantes e jovens cientistas, especialmente da Amazônia, para capacitá-los e permitir sua participação mais plena nas atividades do LBA. Este programa de treinamento, com forte ajuda de um conjunto de bolsas de estudo alocadas pelo CNPq e apoio de outras instituições, foi extremamente bem-sucedido, permitindo a formação de um número elevado (de fato, maior do que o previsto, então de forma otimista, pelos criadores do Programa LBA) número de jovens cientistas especializados na temática do LBA (Tab. 2). Cerca de 19 cursos de curta duração e mais de 50 palestras foram ministrados a alunos do LBA, mais estes sempre foram abertos também às comunidades e instituições de ensino e pesquisa da Região Amazônica.

Tabela 2. Estudantes e bolsistas no LBA (julho de 2004):

Graduados e estudantes de graduação	249
Mestrado concluído ou em curso	195
Doutorado concluído ou em curso	196
Total:	640 (para um total de 1698 participantes do LBA)

Novos programas de treinamento avançado, como os do Parama (Projeto para o Avanço das Redes Científicas na Amazônia), uma cooperação entre a União Européia e países sul-americanos, o mestrado pelo Programa de Gerenciamento Ambiental, da Universidade de Duke (Estados Unidos), e os do projeto recém-aprovado pelo Wotro, da Holanda, continuam a ser adicionados ao elenco de oportunidades de formação avançada para jovens cientistas brasileiros.

Desde o início de 2004, o Laboratório Portátil de Informática, composto de 12 computadores portáteis, iniciou um curso itinerante de "Modelagem de Sistemas Ambientais Dinâmicos", que visa dar oportunidade de aprendizado à comunidade acadêmica em todos os sítios de pesquisa do LBA, a fim de permitir o avanço do treinamento para a nova fase do LBA, de síntese e integração dos resultados.

Como já havia feito nas duas reuniões anteriores, na 3ª Conferência Científica do LBA, em Brasília/2004, o Comitê de Treinamento e Educação apoiou, com passagens e estadia, a ida de 118 jovens cientistas brasileiros e sul-americanos, todos eles primeiros-autores em painéis e apresentações orais nas várias sessões da conferência. Este número deverá ser ainda maior no próximo evento do T&E, o II Congresso de Bolsistas em Manaus, em julho de 2005.

O desafio de transformar a informação científica especializada, que está sendo gerada em grande escala pelo LBA (mais de 600 artigos em periódicos de primeira linha, com sete edições especiais de revistas científicas) em linguagem apropriada para diferentes níveis de ensino e divulgação, está sendo tratado por dois programas especiais do comitê de T&E, visando produzir livros texto e outros materiais de disseminação do conhecimento gerado.

Exemplos de aplicação dos resultados do LBA como possíveis políticas de desenvolvimento da Amazônia

1. Recomendações gerais sobre conservação e desenvolvimento regional:

a) Conservação/áreas protegidas: formação de zonas-tampão para proteção à biodiversidade e às fontes e corpos d'água (Magnusson 2002; Nepstad et al. 2002; Veríssimo et al. 2002), como forma de evitar impactos humanos e efeitos de borda que podem produzir profundas mudanças na floresta e seu funcionamento;

b) Unidades de conservação baseadas em bacias hidrográficas (manejo adequado), a fim de manter o correto funcionamento do ecossistema e suas cadeias tróficas e inter-relações físicas, químicas e biológicas;

c) Priorizar o uso adequado de áreas já anteriormente desmatadas na Amazônia para nova produção agrícola e/ou florestal: Sistemas Agroflorestais, Capoeiras enriquecidas, Sistemas de uso da terra sem queima, etc.;

d) Utilizar o conhecimento científico já existente para valorizar os serviços ambientais da floresta intacta.

2. APLICAÇÕES ESPECÍFICAS DOS RESULTADOS CIENTÍFICOS TEMÁTICOS DO PROJETO LBA:

a) Estimativas grandemente melhoradas dos estoques e fluxos de carbono: podem ser usados para os inventários nacionais de carbono e, possivelmente, para novas discussões e definições das políticas de créditos de carbono (florestas primárias como reservatórios de carbono?).

Problemas para pronta aplicação: poucas medidas de trocas de carbono em extensas áreas de florestas inundadas na Amazônia e a atual política nacional de não incluir florestas primárias na contabilidade para créditos de carbono.

Torres de fluxo na região de Mamirauá (Amazonas) poderão ser instaladas em breve, como fruto de negociações com a Fapeam e a Petrobras.

b) Estabelecimento claro de fortes relações floresta *vs.* chuvas *vs.* queimadas (e tipos de nuvens formadas): devem permitir uma notável melhoria, em breve, dos atuais modelos matemáticos de previsão do tempo e clima para a região. Deve também servir para um melhor planejamento do manejo dos recursos hídricos e para aumentar sobremaneira o valor dos serviços ambientais da floresta.

Problemas atuais para adoção: falta de política de valoração prática e econômica dos serviços ambientais e deficiência dos serviços de manejo de recursos hídricos e de previsão de clima e tempo na Região Amazônica.

Melhorias previstas: criação de um Núcleo de Modelagem Climática e Ambiental, no Inpa, e de um Centro Estadual de Meteorologia do Estado do Amazonas (com recursos da Fapeam, em andamento), além da criação de cursos de graduação e pós-graduação em meteorologia, no Amazonas.

c) Novos produtos e técnicas avançadas de sensoriamento remoto por satélites e radares aero-transportados: permitem pronta e melhor detecção de corte seletivo de madeira, pronta identificação de novas estradas (ilegais) em floresta primária, servindo para um controle mais rápido e eficiente do desmatamento e de ações ilegais na região amazônica.

A colaboração entre o LBA e os grupos de trabalho interministeriais da BR-163 sustentável e de controle do desmatamento da Amazônia, já está em andamento.

d) Identificação das queimas sucessivas de pastagens como fontes importantes de gases-traço para a atmosfera: deve induzir o desenvolvimento de novas políticas de controle de queimadas, direcionadas às áreas já cultivadas, bem como ao incentivo para o agricultor que evite as queimadas como método de limpeza de áreas de cultivo.

e) Usos alternativos de áreas abandonadas e/ou degradadas na Amazônia: tanto os SAFs como o cultivo em pousios sem queima da vegetação provaram-se viáveis tecnicamente.

Problemas de adoção mais ampla por agricultores: custo inicial de instalação relativamente alto (SAFs) e custo maior do que a derruba e queima da capoeira nos três primeiros anos (cultivo sem queima); falta de um serviço eficiente de extensão rural nos municípios e estados. A solução deve passar por linhas de crédito especiais e incentivadas e/ou pelo pagamento de serviços ambientais prestados por essas formas alternativas de uso da terra, bem como pela reativação ou melhoria dos serviços de extensão rural qualificada.

f) Criação de nova e extensa infra-estrutura de pesquisa: sítios experimentais avançados e laboratórios (novos e/ou melhorados) pelo LBA: permitem o acesso de instituições locais ou regionais a condições melhoradas e novas de pesquisa e ensino, das quais poderão inclusive assumir o controle.

Problemas: manutenção das instalações em boas condições de uso por alunos e pesquisadores; baixo número de professores qualificados nas instituições locais.

Solução: investimentos diretos em programas de manutenção e renovação de infra-estrutura, bem como nas instituições locais ou regionais diretamente envolvidas ou beneficiadas.

g) LBA-DIS: formação de enorme e acessível banco de dados e da rede de pesquisas do LBA permitem interfaces com programas institucionais de pesquisa e monitoramento ambiental, bem como interações com outros programas oficiais. O LBA já interage com vários programas, instituições e redes, tais como:

- Geoma (liderança amazônica – MPEG)
- Programa PELD (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração)
- PPBio – estabelecimento de extensa rede de parcelas permanentes na Amazônia
- Sipam, ANA, Inmet
- Instituto do Milênio Amazônia
- Projetos Temáticos (CT-Hidro, CT-Petro FAPs,..)

h) Treinamento e educação do LBA: além de formar uma grande quantidade de novos cientistas especializados, que poderão realizar novas pesquisas necessárias para o desenvolvimento da Amazônia, já está tendo um efeito multiplicador. Por exemplo, induziu a criação de cursos de formação avançada (por exemplo, o curso de pós-graduação em Física Ambiental, na UFMT e de Ciências Ambientais na UFPa) e disciplinas especializadas (por exemplo, Mudanças Climáticas Globais e a Amazônia, na pós-graduação do Inpa), na temática ambiental do LBA.

Problemas para aumentar o alcance do programa: 1) montagem de uma rede eficiente e funcional de salas de aula virtuais para colocar em ação um curso de pós-graduação inter-institucional ministrado pelos especialistas do LBA; 2) política efetiva de absorção e fixação dos recursos humanos qualificados, junto às instituições da Região Amazônica.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. A. C.; SOLORZANO, L. A.; NEPSTAD, D. C. Modeling forest understory fires in an eastern Amazonian landscape. *Ecological Applications*, v. 14, n. 4, p. 139-149, 2004.

ALVALÁ, R.C. S. et al. Intradiurnal and seasonal variability of soil temperature, heat flux, soil moisture content, and thermal properties under forest and pasture in Rondônia. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, 2004. Doi: 10.1029/2001JD000599.

ANDREAE, M. O. et al. Biogeochemical cycling of carbon, water, energy, trace gases, and aerosols in Amazonia: the LBA-EUSTACH experiments. *Journal of Geophysical Research,* v. 107, sept. 2002. Doi: 10.1029/2001JD000524.

ARAUJO, A. C. et al. Comparative measurements of carbon dioxide fluxes from nearby towers in a central Amazonian rainforest: the Manaus LBA site. *Journal of Geophysical Research,* v. 107, 2002. Doi: 10. 1029/2001JD000676.

ARTAXO, P. et al. Unveiling the lively atmosphere-biosphere interactions in the Amazon. *IGBP Newsletter*, v. 45, p. 12-15, 2001.

_____. Physical and chemical properties of aerosols in the wet and dry seasons in Rondônia, Amazônia. *Journal of Geophysical Research,* v. 107, 2002. Doi: 10.1029/2001JD000666.

ASNER, G. P. et al. Canopy damage and recovery after selective logging in Amazonia: field and satellite studies. *Ecological Applications,* v. 14, n. 4, p. 280–298, 2004.

AVISSAR, R.; NOBRE, C. A. Preface to special issue on the large-scale biosphere-atmosphere experiment in Amazonia (LBA). *Journal of Geophysical Research,* v. 107, 2002. Doi: 10. 1029/2002JD002507.

BAIDYA, Roy S; AVISSAR, R. Impact of land use/ land cover change on regional hydrometeorology in Amazonia. *Journal of Geophysical Research ,* v. 107, 2002. Doi: 10. 1029/2000JD000266.

BERNARDES, M. C. Riverine organic matter composition as a function of land use changes, southwest Amazon. *Ecological Applications,* v. 14, n. 4, p. 263–280, 2004.

CARVALHO, G. O. et al. Frontier expansion in the Amazon: balancing development and sustainability. *Environment,* v. 44, p. 34–45, 2002.

CHAMBERS, J. Q. et al. Decomposition and carbon cycling of dead trees in tropical forests of the central Amazon. *Oecologia*, v. 122, p. 380–388, 2000.

_____. Respiration from a tropical forest ecosystem: partitioning of sources and low carbon use efficiency. *Ecological Applications,* v. 14, n. 4, p. 72–88, 2004.

DAVIDSON, E. A. et al. Nitrogen and phosphorus limitation of biomass growth in a tropical secondary forest. *Ecological Applications,* v. 14, n. 4, 150–163, 2004.

FELDPAUSCH, T. R. et al. Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating on pastures in central Amazonia. *Ecological Applications*, v. 14, p. 164–176, 2004.

GALLARDO-ORDINOLA, J. L. E. *Produção e qualidade de liteira em sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre as propriedades químicas do solo.* 1999. 97 p. Dissertação de Mestrado. INPA/FUA, Manaus, 1999.

GASH, J. H. C. et al. An overview of ABRACOS. In: GASH, J. H. C. et al. (Ed.). *Amazonia deforestation and climate.* West Sussex: John Wiley and Sons, 1996. p. 1-14.

GUILD, L. S. et al. Modeling biomass burning emissions for Amazon forest and pastures in Rondônia, Brazil. *Ecological Applications ,* v. 14, 2004, p. 232–246.

KLINK, C. A.; Moreira, A. G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). *The cerrados of Brazil.* New York: Columbia University Press, 2002. p. 69-88.

LUIZÃO, R. C. C., COSTA, E. S., LUIZÃO, F. J. Mudanças na biomassa microbiana e nas transformações de nitrogênio do solo em uma seqüência de idades de pastagens após derruba e queima da floresta na Amazônia central. *Acta Amazônica,* v. 29, p. 43-56, 1999.

_____. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central amazonian forest. *Global Change Biology,* v. 10, n. 5, p. 592-600, may 2004.

MALHI, Y. et al. The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest biomass. *Global Change Biology,* v. 10, n. 5, p. 563-591, 2004.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.. General characteristics and variability of climate in the Amazon: basin and its links to the global climate system. In: MCCLAIN, M. E., VICTORIA, R. L.; RICHEY, J. E. (Ed.). *The biogeochemistry of the Amazon basin.* New York: Oxford University Press, 2001. p. 15-41.

MARKEWITZ, D. et al. Control of cation concentrations in stream waters by surface soil processes in an Amazonian watershed. Nature, v. 410, n. 6830, p. 802-805, 2001.

_____. Nutrient loss and redistribution after forest clearing on a highly weathered soil in Amazonia. *Ecological Applications*, v. 14, n. 3, p. 177-199, 2004.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Biomass dynamics in Amazonian forest fragments. *Ecological Applications,* v. 14, n. 3, p. 127-138, 2004.

NEPSTAD, D. C. et al. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature,* v. 398, n. 6752, 505–508, 1999.

NOBRE, C. A.; WICKLAND, D.; KABAT, P. I. The large scale biosphere-atmosphere experiment in Amazônia (LBA). *IGBP Newsletter,* v. 45, p. 2-4, 2001.

RICE, A. H. et al. Carbon balance and vegetation dynamics in an old-growth Amazonian forest. *Ecological Applications,* v. 14, n. 1, p. 55-71, 2004.

RICHEY, J. E. et al. Land use changes and the biogeochemistry of river corridors in Amazon. *IGBP Newsletter,* v. 45, p. 9-22, 2001.

_____. Outgassing from Amazon rivers and wetlands as a large tropical source of atmospheric CO_2. *Nature,* v. 416, n. 6916, p. 617-620, 2002.

ROTTENBERGER, S., U. et al. Exchange of short-chain aldehydes between Amazonian vegetation and the atmosphere. *Ecological Applications,* v. 14, n. 1, p. 247–262, 2004.

SALATI, E.; VOSE, P. B.. Amazon basin: a system in equilibrium. *Science*, v. 225, p. 129-138, 1984.

SILVA-DIAS, M. A. F., NOBRE, C. A., MARENGO, J. A. The interaction of clouds and rain with the biosphere. *IGBP Newsletter,* v. 45, p. 8-11, 2002.

_____. Cloud and rain processes in a biosphere-atmosphere interaction context in the Amazon Region. *Journal of Geophysical Research,* v. 107, 2002. Doi: 10.1029/2001JD000335.

SOARES-FILHO, B., A. et al. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor. *Global Change Biology*, v. 10, n. 5, p. 745-764.

TAPIA-CORAL, S. C., LUIZÃO, F. J., WANDELLI, E.V. Macrofauna da liteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazonia central. *Acta Amazonica,* v. 29, p. 447-495, 1999.

THOMAS, S. M et al. Influences of land use and stream size on particulate and dissolved materials in a small Amazonian stream Network. *Biogeochemistry*, v. 68, n. 2, p. 135-151, 2004.

VASCONCELOS, H. L.; LUIZÃO, F. J. Litter production and litter nutrient concentrations in a fragmented Amazonian landscape. *Ecological Applications*, v. 14, n. 3, p. 884-892, 2004.

VOURLITIS, G. L. Effects of meteorological variations on the CO2 exchange of a Brazilian transitional tropical forest. *Ecological Applications*, v. 14, n. 3, p. 89-100, 2004.

Territórios digitais: as novas fronteiras do Brasil

Gilberto Câmara[*]
Antônio Miguel Monteiro[**]
Aldaíza Sposati[***]
Frederico Roman Ramos[****]
Dirce Koga[*****]
Ana Paula Dutra de Aguiar[******]

"Esta terra, Senhor, pelo sertão nos pareceu vista do mar muito grande, porque, a estender olhos, não podíamos ver senão terra com arvoredos, que nos parecia muito longa. Nela até agora não podemos saber que haja ouro nem prata, nem coisa alguma de metal ou ferro, nem o vimos, porém a terra em si é de muito bons ares, assim frios e temperados, como os de Entre-Douro-e-Minho, porque neste tempo que agora, os achamos como os de lá. Águas são muitas, infindas. E em tal maneira esta terra é graciosa, que querendo aproveitar, dar-se-á nela tudo por bem das águas que tem".
(DA CARTA DE PERO VAZ DE CAMINHA)

INTRODUÇÃO

A percepção dos brasileiros sobre seu território é, desde sempre, marcada por um misto de deslumbramento e distanciamento. A visão edênica dos colonizadores portugueses persiste até hoje como um mito fundador da nacionalidade brasileira, como nos mostra Sérgio Buarque em "Visões do Paraíso" (Holanda, 1969). No infamoso e influente livro "Porque me Ufano

[*] Gilberto Câmara é coordenador-geral de Observação da Terra do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe).
[**] Antônio Miguel Monteiro é chefe da Divisão de Processamento de Imagens do Inpe.
[***] Aldaíza Sposati é professora titular do Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Seguridade e Assistência Social da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP).
[****] Frederico Roman Ramos é gerente de Informações do Ministério das Cidades.
[*****] Dirce Koga é pesquisadora do Centro de Estudos de Desigualdades Sócio-Territoriais de São Paulo.
[******] Ana Paula Dutra de Aguiar é pesquisadora da Divisão de Processamento de Imagens do Inpe.

de Meu país", o conde Afonso Celso proclama numa visão mítica de um Brasil "superior a todos os outros países", cuja natureza é um "dom da providência". Nisto somos bem diferentes dos americanos, que entendem seu território como parte integral da nacionalidade e declamam o poema de Robert Frost: *the land was ours before we were the land's*. Na medida em que o território do Brasil pertence a Deus e não aos brasileiros, ele é concebido como elemento externo à nossa sociedade, o que impede que seja apropriado como propriedade dos brasileiros (Chauí, 2000). Não é por acaso que Elis Regina cantava "O Brasil não conhece o Brasil".

Como conhecer o Brasil sem conhecer os territórios brasileiros? Temos hoje uma percepção comum de que a redução de nossas desigualdades sociais e econômicas, em todas as suas formas de manifestação, devem ser prioridades de ação governamental. No entanto, a grande maioria dos problemas de gestão pública no Brasil depende da distribuição espacial do fenômeno subjacente. Para combater a exclusão social, precisamos saber onde estão os excluídos e quem são eles. A redução da criminalidade depende de conhecermos quais seus padrões de ocorrência. O combate ao desmatamento da Amazônia requer que identifiquemos, para cada região, quais são os fatores que influenciam o processo e quais os tipos de ocupação. Conhecer nossos territórios é assim condição essencial para gerarmos políticas públicas consistentes em temas como exclusão social, atendimento da saúde, melhoria da segurança pública, e combate à devastação ambiental.

Esta situação é agravada pelo fato que nas décadas de 80 e 90 o Brasil enfrentou uma enorme crise em seu setor público, com redução de orçamentos e de pessoal, com reflexos imediatos em sua capacidade de gestão do território. A privatização dos serviços públicos deixou várias cidades brasileiras sem elementos fundamentais para gerir seus espaços urbanos, de vez que muitas bases de dados eram de propriedade das antigas estatais. Nos anos 90, quem investiu em levantamento de dados foram empresas privadas, com destaque para o setor de telecomunicações e, como resultado, em muitos locais o setor privado possui melhores dados que as correspondentes instituições públicas.

Nessa perspectiva, este trabalho analisa os desafios envolvidos em buscar ampliar o conhecimento coletivo do território, em especial quando buscamos construir sistemas de informação geográfica (SIG) que procurem representar as diferentes facetas de nosso país. Chamamos de "territórios

digitais" as diferentes representações da realidade geográfica num ambiente computacional. No que segue, apresentamos o conceito de "territórios digitais" em maior detalhe, e indicamos desafios científicos e conceituais em dois domínios geográficos fundamentais do Brasil: os grandes aglomerados urbanos e a Região Amazônica.

O CONCEITO DE TERRITÓRIOS DIGITAIS

Chamamos de "territórios digitais" as representações computacionais do espaço, obtidas por meio de sistemas de informação geográfica. A noção de "territórios digitais" pretende ser mais abrangente que o simples conceito de criação de mapas por meio de sistemas de informação. A idéia chave é o conceito de representação computacional, que implica no uso de modelos lógicos, estruturas de dados, algoritmos e linguagens para buscar capturar as diferentes dimensões do espaço geográfico. Os "territórios digitais" podem mostrar mais que endereços e quadras. Eles podem revelar as diferentes expressões de fenômenos como exclusão social, criminalidade, risco ambiental e exposição a doenças contagiosas. Eles também precisam capturar a noção de que espaço geográfico está em permanente mudança, como na síntese de Milton Santos: "o espaço é um conjunto de objetos e um conjunto de ações" (Santos, 1996).

O que são "sistemas de objetos" e "sistemas de ações"? O conceito de sistemas de objetos é resultante de uma modelagem conceitual que estabelece uma correspondência entre o mundo real e sua representação computacional (Davis et al., 2002). A noção complementar de "sistemas de ações" aponta para a necessidade de capturarmos os fatores de mudança: "Como estão evoluindo os indicadores sociais em nossas cidades? Quais as novas articulações de poder que condicionam os diferenciais intra-urbanos? O que acontecerá na Amazônia em 2020?" (Câmara *et al.,* 2003)

Os tipos de dados utilizados para construir os territórios podem ser subdivididos em três grandes subcategorias: dados do meio físico-biótico, dados cadastrais e dados socioeconômicos. Os dados do meio físico-biótico descrevem os diversos componentes da natureza e da paisagem, e são oriundos de mensuração por meio de instrumentos. Exemplos incluem tipos de solo, geologia, vegetação e geomorfologia. Os dados cadastrais descrevem os elementos da apropriação do território pelo homem, com ênfase no espaço produzido e em limites estabelecidos em contratos legais. Exemplos incluem lotes, redes de serviço (água, luz, telefonia) e limites municipais. Os dados

socioeconômicos são representativos do tipo de ocupação do território e capturam diferentes aspectos da condição de vida da população. Esses dados são obtidos por meio de censos ou de coleta sistemática como no caso de criminalidade e saúde coletiva.

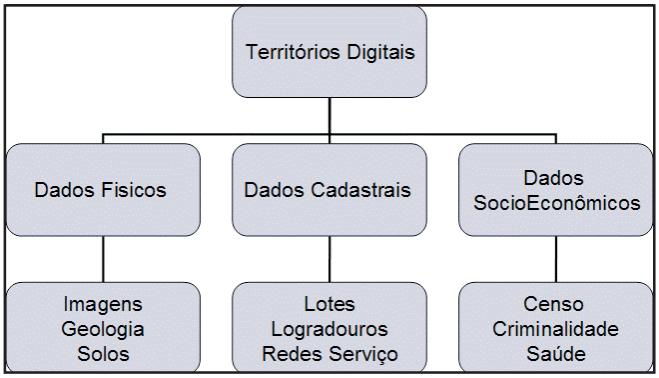


Figura 1. Dados sobre os territórios digitais

O primeiro passo para construir os territórios digitais é compatibilizar os dados básicos para referenciais temporais e espaciais comuns. Para isto, é necessário desenvolver um modelo de dados que capture os diferentes conceitos e possa expressar o "sistema de objetos". Uma vez construído o sistema de informação geográfica com os dados básicos, é possível obter informações derivadas que variam desde a indicação de áreas construídas e não registradas no cadastro urbano até a produção de indicadores de exclusão social e de modelos prospectivos de ocupação do espaço.

Os territórios digitais podem incluir ainda a representação da dinâmica das mudanças do espaço (os "sistemas de ações"). Para isto, eles precisam ser capazes de realizar simulações espaciais dinâmicas de sistemas físicos e sociais. Será preciso ter a capacidade de simular o comportamento dos territórios como sistemas complexos, levando à capacidade de predizer cenários, e, acima de tudo, de buscar entender os inter-relacionamentos entre seus componentes.

Construir "sistemas de objetos e sistemas de ações" para os fenômenos socioeconômicos é tarefa complexa, por envolver componentes de construção da realidade social. Existe uma distância conceitual grande na construção de territórios digitais para entidades e processos diretamente

mensuráveis como ruas, lotes e escolas, e sua expressão para conceitos mais abstratos. Pode-se abstrair com relativa naturalidade uma rua como uma linha ou um lote como um polígono. É possível representar dados como altitude, temperatura e concentração de poluentes por meio de células que recobrem toda a área estudada. A objetividade desses dados torna-os palpáveis, mensuráveis e formalizáveis. Entretanto, nos dados de natureza socioeconômica, os processos de modelagem e análise são mais complexos. Como obter dados confiáveis sobre uma determinada população? Como representar um território a partir de suas dimensões humanas como qualidade de vida e desenvolvimento? Quais as dimensões da existência humana capazes de transmitir tal informação? Estas questões trazem à tona a subjetividade da dimensão humana presente nestes ambientes (Ramos, 2002).

Colocando o problema de forma mais geral, a questão metodológica fundamental nos estudos sócio-territoriais é: Que critérios deve satisfazer um conceito sociológico para que seja utilizável em estudos quantitativos para subsidiar políticas públicas universais e territoriais? Na perspectiva dos autores, tais critérios são:

- O conceito deve ser passível de ser associado a propriedades mensuráveis.
- Essas propriedades devem ser medidas no território e devem permitir diferenciação entre a população estudada.
- Os resultados quantitativos e os modelos matemáticos utilizados devem ser validados em estudos de campo, que devem incluir dimensões objetivas e subjetivas do problema.

Trata-se, assim, de uma abordagem construtiva para o estudo das desigualdades sociais. O processo pode ser resumido na Figura 2. Os especialistas de áreas de políticas públicas desenvolvem teorias gerais sobre os fenômenos, que incluem o estabelecimento de conceitos organizadores de sua pesquisa (como 'exclusão' ou 'vulnerabilidade'). Para passar dessas teorias para a construção computacional é necessário que o especialista formule modelos inferenciais quantitativos. Estes modelos devem ser submetidos a testes de validação e de corroboração, por meio dos procedimentos de análise quantitativa. Os resultados numéricos podem então dar suporte ou ajudar a rejeitar conceitos sociológicos qualitativos.

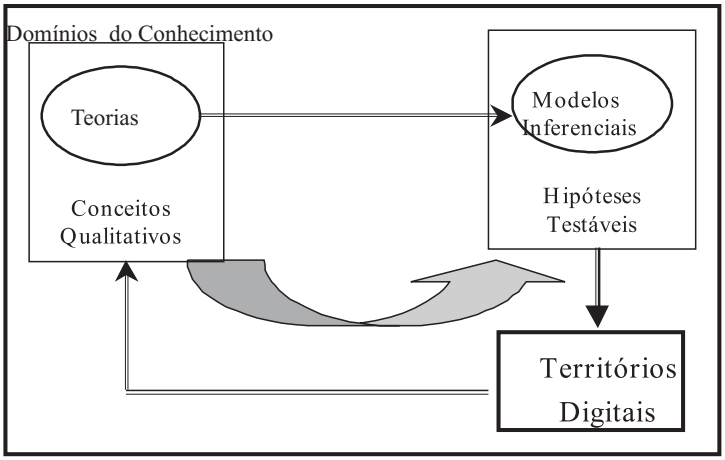


Figura 2. Relação entre a construção dos territórios digitais e as teorias disciplinares.

Para caracterizar este processo de descoberta, usamos o termo "conhecimento como construção". Trata-se de uma analogia com o processo científico das ciências experimentais, no qual as teorias devem ser submetidas a testes que permitam refutá-las (Popper, 1975). No campo das ciências sociais, nem sempre é fácil conduzir experimentos e submeter hipóteses a testes comprobatórios. Nesse aspecto, a natureza representacional dos computadores é muito útil aos pesquisadores de ciências humanas. Materializar e comparar diferentes conceitos usando sistemas computacionais nos permite avaliar o potencial de cada conceito para uso em políticas públicas. Desse modo, o processo de conceber representações computacionais de conceitos sociológicos é um processo de aquisição de conhecimento, análogo à elaboração de experimentos nas ciências naturais.

Os novos territórios digitais urbanos

O processo de concentração da população em grandes áreas urbanas brasileiras nas décadas de 80 e 90 gerou uma situação sem precedentes. Hoje, 80% da população brasileira vivem em áreas urbanas, segundo a definição do IBGE; 40% estão em aglomerações urbanas com mais de 1 milhão de habitantes e 30% da população está nas nove maiores regiões metropolitanas. Em termos de políticas públicas, o grande resultado deste processo de urbanização foi criar enormes diferenciais no interior das maiores cidades brasileiras. Para citar um exemplo, entre 1991 e 1996 a cidade de São Paulo teve um crescimento populacional limitado (de 9.646.185

habitantes para 9.839.066 habitantes ou 2%), enquanto as regiões mais pobres da cidade tiveram crescimento demográfico de até 130%. Essas explosões urbanas altamente desiguais em sua expressão espacial geraram grandes regiões de "terra incógnita" no interior das cidades brasileiras e produziram espaços intra-urbanos altamente diferenciados.

Diante dos novos processos sociais em nossas cidades, as ações e propostas de intervenção e planejamentos precisam orientar-se cada vez mais a partir das relações entre as partes e o todo urbano. A construção dos territórios digitais urbanos é imprescindível para formular políticas públicas cuja distribuição de serviços e benefícios seja consistente com a população-alvo. Para construí-los, precisamos de métodos capazes de revelar os territórios invisíveis do espaço das cidades e descobrir não apenas onde, mas o que define e estrutura cada lugar.

Considere-se o conceito de exclusão social. Na literatura sociológica, o conceito de exclusão social tem uma enorme quantidade de definições. Excluídos podem ser aqueles que não tem acesso aos direitos da cidadania, ou aqueles que vivem em regiões periféricas, fora do alcance da rede de proteção social. Em algumas definições, pode-se ter emprego e ainda assim ser excluído socialmente. A vastidão da literatura cria um problema sério: a falta de uma forma de avaliar objetivamente esse conceito. Para enfrentar este dilema, a equipe da PUC-SP liderada pela profa. Aldaíza Sposati resolveu construir uma representação da exclusão social em São Paulo a partir de uma análise quantitativa de dados socioterritoriais coletados pela Secretaria de Saúde, IBGE, Secretaria de Segurança Pública e outras instituições públicas. De forma consistente com a idéia de conhecimento como construção, em lugar de responder diretamente à pergunta: "A exclusão social existe?", a equipe colocou a questão nos termos: "É possível evidenciar a existência da exclusão social como fenômeno no espaço geográfico?" Este trabalho foi iniciado em 1996 e a partir de 2000 contou com o apoio do Inpe. Os resultados estão materializados nos mapas de exclusão/inclusão social de São Paulo para os dados dos censos de 1991 e 2000 (Sposati, 1996) (Sposati, 2000) (Genovez, 2002). Assim, criou-se um espaço objetivo de crítica do conceito de exclusão social. Estes estudos tem tido ampla utilização, seja com suporte a políticas públicas, seja como base para análises focadas sobre aspectos das desigualdades sociais como escolaridade, população de rua e assistência à saúde.

Como exemplo dos resultados, a Figura 3 mostra a distribuição espacial do índice de exclusão social para os 96 distritos da cidade de São Paulo, para os dados do censo de 1991 (Sposati, 1996). O índice de exclusão/inclusão social é uma medida agregada das disparidades socioeconômicas, que varia de –1 a +1, onde o valor 0 (zero) indica o um nível básico de inclusão social. Verifica-se que 3/4 dos distritos de São Paulo estavam abaixo dos índices mínimos de inclusão social em 1991. Uma forte polarização centro-periferia é claramente perceptível no mapa, que apresenta duas grandes regiões de exclusão social, as zonas Sul e Leste da cidade.

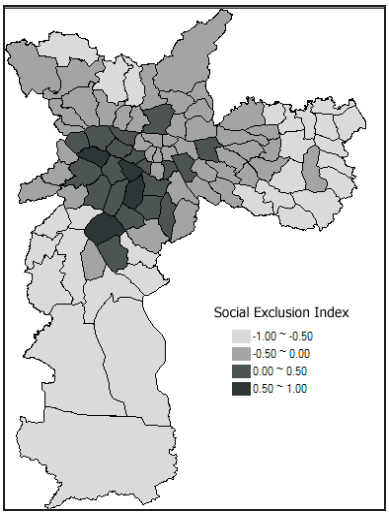


Figura 3. Índice de exclusão/inclusão social dos bairros da cidade de São Paulo para os dados de 1991, com 96 distritos agrupados em quatro partes.

Para um exemplo mais elaborado de construção de territórios digitais, considere-se o caso de modelos de regressão com dados espaciais. O uso tradicional de modelos de regressão com dados socioeconômicos ignora sua localização e produz resultados gerais que se pretendem válidos para toda a área de estudo. No entanto, a maior parte das ocorrências, sejam estas naturais ou sociais, apresentam entre si uma relação que depende da distância. O que quer nos dizer este princípio? Se encontrarmos poluição num trecho de um lago é provável que locais próximos a esta amostra também estejam poluídos. Se acreditarmos no que Waldo Tobler chama de primeira lei da geografia: "todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes", cabe perguntar: o que acontece com modelos de regressão quando levamos em conta o território?

Uma das alternativas é modelar a tendência espacial de forma contínua, com parâmetros variantes no espaço. A idéia é ajustar um modelo de regressão a cada ponto observado, ponderando todas as demais observações como função da distância a este ponto. Serão feitos tantos ajustes quantas observações existirem e o resultado será um coeficiente de ajuste para cada localização. Esses coeficientes podem ser apresentados visualmente para mostrar como se comportam espacialmente os relacionamentos entre as variáveis. Esta técnica é denominada regressão ponderada espacialmente (Fotheringham et al., 2002) e permite, por meio da inferência dos coeficientes de regressão locais, estimar as variações espaciais das medidas territorializadas.

Como exemplo, considere as relações entre as taxas de homicídios e os índices de analfabetismo para as 456 zonas de ponderação do IBGE para o município de São Paulo. Os dados da residência das vítimas de homicídios para o ano 2000 foram fornecidos pela fundação Seade e cruzados com os dados do IBGE sobre responsáveis pelo domicílio não-alfabetizados. Numa primeira análise pelo método de regressão linear ordinária, evidenciou-se uma relação estatisticamente significante e ligeiramente positiva entre estas duas medidas, sugerindo que locais onde as taxas de analfabetismo são maiores tendem a ser maiores os índices de mortalidade por homicídio, atingindo um coeficiente de determinação (R^2) de 36%.

A análise por meio da técnica de regressão geograficamente ponderada foi aplicada ao mesmo conjunto de dados. Os resultados obtidos (ver Figura 5) evidenciam significativas variações espaciais na relação entre homicídios e analfabetismo. A associação entre homicídios e analfabetismo é significativa em boa parte da cidade, especialmente no quadrante sul do município (sobretudo nas áreas correspondentes aos distritos de Grajaú e Pedreira) e no centro (região da Sé). Já no extremo leste do município, nos distritos de Itaim paulista e Jardim Helena, os resultados apontam para uma relação negativa entre as variáveis com pouca significância estatística.

Os resultados demonstram que mesmo em áreas com altos índices de exclusão social como os distritos de Grajaú, Pedreira, Itaim Paulista e Jardim Helena, as condições socioterritoriais não são homogêneas. Regiões à primeira vista semelhantes em termos de exclusão social podem apresentar grandes diferentes. Assim, a construção de territórios digitais urbanos precisa ser

acompanhada de metodologias que permitam incorporar a dimensão espacial nas inferências quantitativas.

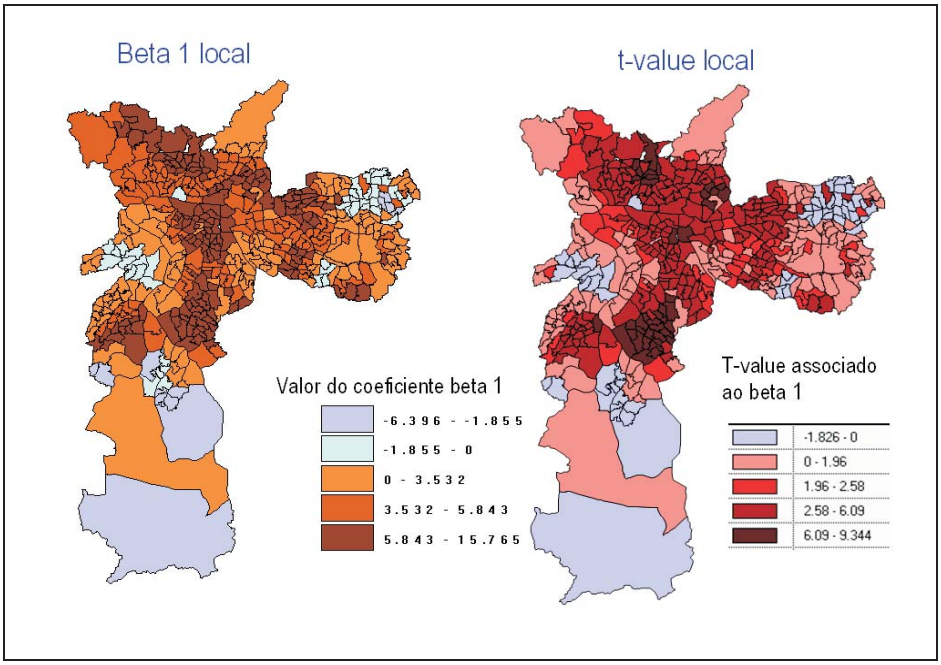


Figura 5. Valores do coeficiente de regressão obtidos para a regressão espacialmente ponderada entre a taxa de homicídios e taxa de analfabetismo. Esquerda: valores do coeficientes de regressão locais; direita: valores de significância estatística associados.

Os novos territórios digitais amazônicos

A Amazônia Legal brasileira engloba os Estados do Acre, Amapá, Maranhão, numa área de aproximadamente 5 milhões de km^2, o equivalente a cerca de 60% do território brasileiro. A Região apresenta grande diversidade biofísica e socioeconômica, riqueza de recursos naturais e graves questões sociais e ambientais. Os resultados mais recentes do monitoramento da cobertura florestal da Amazônia Legal realizado anualmente pelo Inpe indicam uma taxa de desmatamento de 23.200 km^2, no período 2001-2002, e de 23.750 km^2, no período 2002-2003. Cerca de 630.000 km^2 desta cobertura florestal já foram desflorestado (16% da área monitorada).

Numa situação em que observamos taxas de desmatamento que podem chegar a 10.000 km^2 num único mês, o espaço está em permanente mudança, e a os territórios digitais associados têm de ser capazes de incorporar informação de forma rápida e de incluir mecanismos de prospecção de cenários. Um bom exemplo é o sistema Deter, um sistema de detecção de desflorestamento em tempo expedito desenvolvido pelo Inpe. O Deter utiliza sensores com alta freqüência de observação (a) o sensor Modis, a bordo dos satélites Terra e Acqua, com resolução espacial de 250 m e freqüência de observação de três a cinco dias; (b) o sensor de visada larga WFI a bordo do CBERS-2, com resolução espacial de 260 m e freqüência de observação de cinco dias. Este sistema é capaz de fornecer informação sobre eventos de desmatamento com rapidez adequada para que medidas de contenção sejam tomadas de modo efetivo. Os resultados são acessíveis pela Internet <www.obt.inpe.br/deter>.

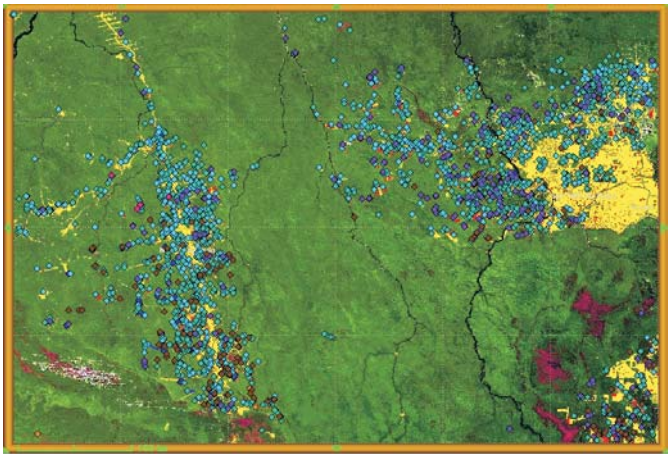


Figura 6. Novas áreas de desmatamento indicadas pelo sistema Deter, em 2004, na região entre Novo Progresso e São Felix do Xingu (fonte: Inpe).

Além de dispor de mecanismos de acompanhar a evolução dos territórios digitais, a formulação de políticas públicas necessita de modelos integrados do processo de mudanças de uso e cobertura da terra (Lucc – *land use and land cover change)* que têm o objetivo de:

• Explicar o "porquê" de mudanças passadas, por meio da identificação dos principais causas/fatores determinantes da mudança (*drivers*);

• Prever "quais, quanto, onde e/ou quando" mudanças deverão ocorrer (não necessariamente todas as questões respondidas pelo mesmo modelo);

• Analisar "como" determinadas políticas públicas poderão influenciar mudanças, por meio da análise de cenários, sendo este objetivo complementar ao anterior.

Em linhas gerais, mudanças de uso e cobertura são determinadas por uma complexa rede de fatores biofísicos (características dos solos, clima, topografia, etc.) e socioeconômicos (população, tecnologia, condições econômicas, decisões políticas de planejamento, etc.). Para estabelecer modelos prospectivos para a evolução do desmatamento na Amazônia, o MCT estabeleceu em 2002 uma rede de pesquisa multidisciplinar e interinstitucional: a Rede Geoma (Geoinformação e Modelagem Ambiental na Amazônia). Para avaliar os fatores imediatos relacionados ao desmatamento, a equipe do Geoma liderada pelos autores compilou um banco de dados geográfico com 80 variáveis demográficas, ambientais, agrárias e tecnológicas, bem como indicadores de acessibilidade e conexão a mercados. Estas variáveis foram interpoladas para um espaço celular de 100 x 100 km, o que permite uma comparação detalhada dos diferentes fatores. O banco de dados combina informações derivadas de sensoriamento remoto, e dados do censo demográfico e do censo agropecuário. A partir destes dados, modelos de regressão linear mostram que sete fatores estão relacionados à variação de 83% das taxas de desmatamento na Amazônia nos últimos anos: (a) estrutura agrária (2 fatores): percentual de área ocupada por grandes fazendas e número de pequenas propriedades; (b) ocupação populacional (1 fator): densidade de população; (c) condições do meio-físico (2 fatores): precipitação média e percentual de solos férteis; (d) infra-estrutura (1 fator): distância a estradas; (e) presença do Estado (1 fator): percentagem de áreas indígenas.

Os resultados propõem algumas indicações que precisam ser comprovadas em estudos mais detalhados: (a) a expansão do desmatamento não ocorre de forma indiscriminada, mas é limitada pelas condições do meio físico; (b) a presença do Estado (por meio de unidades de conservação e terras indígenas) é um fator relevante no controle do desmatamento; (c) em termos de estrutura agrária, tanto o grande capital (grandes fazendas) como os pequenos núcleos fundiários têm contribuição relevante para o processo de desmatamento.

Analisamos adicionalmente as regiões onde o modelo de regressão indica existir uma tendência de desmatamento e não havia áreas com desmatamento significativo em 1996. Entre essas áreas, como indicado na figura 7, estão o sul do Estado do Amazonas e a região do interflúvio Xingu-Iriri. Os resultados mais recentes dos padrões de desmatamento produzidos pelo Inpe mostram que estas regiões são focos de mudança de uso do solo. Assim, o modelo de regressão usando dados de 1996 foi capaz de indicar áreas críticas de desmatamento futuro.

Os projetos em andamento da rede Geoma incluem o uso desses dados para o desenvolvimento de modelos explícitos de mudança de uso do solo, baseados em autômatos celulares multiescala (Pedrosa et al., 2002) (Escada et al., 2005) (Aguiar et al., 2003).

Model 7 - Clima - R = .84			Factor category	Variable
	BETA	p-level		
Intercept		0.00		
LOG_DENS	0.35	0.00	**Demography**	Total population density (hab/km2) (log10).
PRECIPIT	-0.32	0.00	**Environmental**	Avarege annual precipitation in the cell (mm).
PORC3_AR	0.28	0.00	**Agrarian Structure**	Percentage of the area of small properties by the total area of rural properties.
LOG_NR1	0.27	0.00	**Agrarian Structure**	Proportion of number of small properties in relation to total number of rural properties (log10)
DIST_EST	-0.13	0.00	**Accessability**	Distance to raods (km).
PORC1_UC	-0.06	0.00	**Protected areas**	Percentage of cell area covered by Indian Reservations.
LOG2_FER	-0.04	0.05	**Environmental**	Percentage of cell area covered by medium fertility soils.

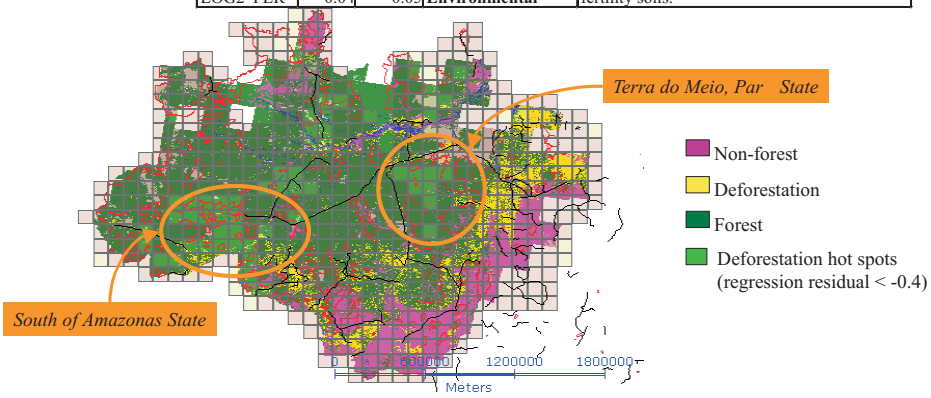


Figura 7. Modelo de regressão e áreas críticas para o desmatamento na Amazônia.

Territórios digitais e disponibilidade de dados

Como apresentado nas seções anteriores, a construção dos territórios digitais depende fortemente da disponibilidade de dados, em especial de dados públicos. No entanto, estamos muito longe de dispor de uma infra-estrutura nacional de dados públicos, e sequer de ter uma política consistente para todo o governo. Muitos órgãos públicos não divulgam amplamente seus dados, como graves prejuízos para a sociedade brasileira. Parte do problema está num dilema gerencial mal resolvido. Tempo, esforço e dinheiro são necessários para a coleta e para a organização de dados públicos, cujo uso vai muito além dos interesses de quem os produziu. Uma base consistente de endereços é requisito tanto para atualizar o cadastro imobiliário de uma prefeitura quanto para estabelecer serviços de geo-negócios. Os dados do censo do IBGE são úteis não apenas para estatísticas de governo, mas importantes para estabelecer o perfil de consumo da população para fins de planejamento de oferta de serviços. Se os dados públicos valem tanto, qual o preço justo a cobrar?

Há duas abordagens bastante distintas para resolver esse dilema. Nos EUA, considera-se que a informação gerada pelo governo é um recurso econômico de infra-estrutura valioso; a lei determina que as agências federais disseminem amplamente toda a informação disponível, cobrando apenas o custo da cópia e sem restringir a disseminação do dado para terceiros. Na Europa, os governos têm determinado que o preço desses dados deve recuperar uma parte do custo envolvido na coleta e atualização. A estratégia européia considera que o setor privado deve arcar com uma parcela do custo de produção, porque se beneficia da disponibilidade dos dados. Na prática, essas políticas agressivas de recuperar custos resultam que um conjunto equivalente de dados públicos custa na Europa dez vezes mais do que nos EUA.

Qual das duas abordagens é a mais eficiente? Do ponto de vista imediato do gestor público, a solução européia parece mais interessante. Parece, mas não é, pois o importante no caso de dados públicos é o impacto econômico global e não apenas a contabilidade institucional. Um estudo recente contratado pela União Européia (*Commercial Exploitation of Europe's Public Sector Information* (Pira – International, 2000), mostra que a política americana é muito mais eficiente que a européia. O estudo comparou os

valores de investimento na produção de dados pelo setor público com o valor econômico dos serviços associados, sendo os resultados mostrados na Tabela 1. O que está acontecendo? Para um investimento público duas vezes maior, os americanos conseguem um retorno econômico dez vezes superior aos europeus.

Tabela 1. Valor econômico associado a dados públicos

	Europa	**EUA**
Investimento em Geração de Informação pelo Setor Público	EU 9.5 bi/ano	USD 19 bi/ano
Valor Econômico dos Serviços Associados	EU 68 bi/ano	USD 750 bi/ano

Fonte: *Commercial Exploitation of Europe's Public Sector Information*" (PIRA-International, 2000).

Qual a causa da grande disparidade de impacto econômico? As instituições públicas européias distorcem o mercado, impedindo a competição e o aparecimento de empresas de serviços. A conclusão do estudo é que há evidências contundentes sobre os benefícios de adoção de políticas de liberdade de informação sem *copywrite* associado, cobrando apenas o custo da cópia e com remoção explícita de restrições sobre seu uso pelo setor privado. A política de recuperação completa de custos associados à produção de informação pública tem por resultado uma atuação monopolista das instituições públicas produtoras de dados, em detrimento da prosperidade da sociedade como um todo.

Que lições podemos aprender? A mais importante é que devemos copiar os americanos, pelo menos neste caso, e adotar uma atitude mais aberta e com maior possibilidade de gerar emprego e renda. Por exemplo, uma prefeitura que venha a disponibilizar uma boa base de endereços a baixo custo estará contribuindo para que os empreendedores possam planejar novos negócios de forma mais eficiente, e assim contribuindo para o desenvolvimento econômico da cidade. Temos ainda muito por fazer. Falta uma legislação explícita sobre a disponibilidade e custo de dados públicos, e que discipline o copirraite associado, e falta um esforço governamental para construir uma infra-estrutura nacional de dados públicos, que apóie a cidadania e não os eventuais interesses individuais das instituições. Sem esta infra-estrutura, os territórios digitais não poderão se materializar.

Territórios digitais e tecnologia de geoinformação

Para construir os territórios digitais, precisamos além de conceitos, modelos e dados, da tecnologia de geoinformação. Neste cenário, surge um desafio científico e tecnológico de primeira grandeza: se os territórios digitais são essenciais para a gerência do Estado, que investimento deve fazer a sociedade brasileira na pesquisa e desenvolvimento de tecnologia de geoinformação?

Se consideramos que esta tecnologia envolve desafios complexos, que combinam aspectos múltiplos de Informática, é crucial que o Brasil adote a filosofia do *learning-by-doing*, para conseguir entender em detalhe todos os aspectos da tecnologia de geoinformação. Neste particular, a oportunidade gerada pelo software livre deve ser plenamente aproveitada. Pode-se ter ganhos de escala substanciais, na medida que uma mesma base tecnológica suportada por uma comunidade de *software* livre pode apoiar projetos em muitas aplicações distintas.

Para dotar o Brasil de um suporte para tecnologia de geoinformação baseado em *software* livre e com amplo conhecimento local, o Inpe iniciou em 2000 o desenvolvimento da TerraLib, biblioteca de software livre que permite aos desenvolvedores de *software*, dos setores público e privado, a criação de aplicativos geográficos desenhados para atender as necessidades dos diversos setores produtivos. Sistemas de informação geográficos com esta tecnologia já se encontram operando em municípios de pequeno e médio porte. Bases de dados geográficas com mais de 170 mil imóveis estão sendo mantidas e consultadas de forma descentralizada, concorrente e segura. Equipes com até 20 operadores, interligados em rede, acessam bancos Terralib em condições operacionais.

Num cenário em que a complexidade dos fenômenos representados pelos territórios digitais é cada vez maior, os produtos de tecnologia de geoinformação precisam ser capazes de incluir novos resultados de pesquisa. Projetos de *software* livre como a TerraLib tem ainda a contribuição adicional de permitir agregar resultados inovadores com maior rapidez.

Conclusões: materializando a inspiração de Milton Santos

"O território é o dado essencial da condição da vida cotidiana". Assim falava o geógrafo e pensador Milton Santos (Santos, 2000). Aí está o grande

desafio que enfrentamos: o processo de gestão pública do Brasil de hoje passa pela construção dos territórios digitais, que devem buscar capturar aspectos cada vez mais complexos da realidade brasileira. Os territórios digitais não são mapas coloridos, mas sim expressões quantitativas de conceitos sobre os diferentes processos físicos e socioeconômicos. Para colocar o território no centro dos processos de decisão política e empresarial, é preciso, como dizia Milton Santos "reinterpretar a lição dos objetos que nos cercam e das ações que não podemos escapar."

Construir territórios digitais implica em colocar as geotecnologias efetivamente à serviço da sociedade. Para isso, precisamos de uma combinação de metodologias, dados e *software* que operem de forma adaptada às nossas necessidades. A partir da reafirmação da individualidade e da força própria do lugar, com base em um profundo esforço de auto-determinação e aprendizagem, podemos usar o potencial latente das novas tecnologias para construir uma "modernidade à brasileira". Esta realização depende de nossa capacidade de rejeitar as soluções "chaves-na-mão" e de construir nossas próprias alternativas, usando criativamente as técnicas à nossa disposição. A inspiração do mestre aponta assim para uma necessidade histórica: usar os territórios digitais para retomar o controle dos territórios reais. Quando usamos a geoinformação para melhorar nosso sistema de seguro agrícola, para planejar o desenvolvimento sustentado no Amapá, para mapear a exclusão social em São Paulo, ou para racionalizar o sistema de matrícula escolar em Belo Horizonte, estamos realizando a inspiração do mestre Milton Santos: "A memória olha para o passado. A nova consciência olha para o futuro. O espaço é um dado fundamental nesta descoberta."

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. D.; CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M. Modeling spatial relations by generalized proximity matrices. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GEOINFORMATICS, 5., 2003, Campos do Jordão. **Anais…** Campos do Jordão: [s.n.], 2003.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MENEZES, J. S. Representações computacionais do espaço: fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação. *Revista Geografia (UNESP)*, v. 28, n.1, p. 83-96, 2003.

CHAUÍ, M. *Brasil:* mito fundador e sociedade autoritária. São Paulo: Editora da Fundação Perseu Abramo, 2000.

DAVIS, C.; BORGES, K.; LAENDER, A. *OMT-G:* an object-oriented data model for geographic applications. *GeoInformatica*, v. 3, n. 1, 2002.

ESCADA, M. I. S. et al. Análise de padrões e processos de ocupação para a construção de modelos na Amazônia: Experimentos em Rondônia. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais…** Goiânia: INPE, 2005.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. *Geographically weighted regression:* the analysis of spatially varying relationships. Chichester: Wiley, 2002.

GENOVEZ, P. *Território e desigualdades:* análise espacial intra-urbana no estudo da dinâmica de exclusão/inclusão social no espaço urbano em São José dos Campos - SP. 2002. São José dos Campos: INPE, 2002. Mestrado em Sensoriamento Remoto, 2002.

HOLANDA, S. B. D. *Visão do paraíso.* São Paulo: Editora da USP, 1969.

PEDROSA, B. et al. TerraML: a cell-based modeling language for an open-source GIS library. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOGRAPHICAL INFORMATION SCIENCE, 2., 2002, Boulder. **Proceedings…** Boulder: AAG, 2002.

PIRA-INTERNATIONAL. *Commercial exploitation of Europe's public sector information:* Brussels: final report for the European Commission, Directorate General for the Information Society, [S.l: s.n.], 2000.

POPPER, K. *A lógica da pesquisa científica.* São Paulo: EDUSP, 1975.

RAMOS, F. *Análise espacial de estruturas intra-urbanas:* o caso de São Paulo. 2002. São José dos Campos: INPE, 2002. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, 2002.

SANTOS, M. *A natureza do espaço = The nature of space.* São Paulo: Hucitec, 1996.

_____. *Por uma outra globalização:* do pensamento único à consciência universal. São Paulo: Record, 2000.

SPOSATI, A. *Mapa de exclusão/inclusão social de São Paulo.* São Paulo: EDUC, 1996.

_____. *Mapa de exclusão/inclusão social de São Paulo, 2000:* dinâmica social dos anos 1990. São Paulo: PUC/SP, 2000.

Recursos hídricos

José Galizia Tundisi[*]

Neste trabalho, destaca-se o papel relevante dos recursos hídricos do Brasil para o desenvolvimento econômico e social do país. Com quase 16% das águas doces do planeta, o Brasil – com uma distribuição desigual de recursos hídricos superficiais e subterrâneos em seu território – deve investir em três áreas fundamentais para a conservação, recuperação e otimização dos usos múltiplos: pesquisa e diagnóstico, equilíbrio entre suprimento e demanda, e gestão integrada para otimização dos usos múltiplos das águas continentais. Os principais problemas estão relacionados com a diversidade dos impactos nas águas superficiais e subterrâneas, o enorme efeito dos despejos de esgotos não tratados em águas superficiais e o aumento da toxicologia das águas produzida por uso intensivo de pesticidas, herbicidas e pela toxicidade produzida por cianobactérias. Doenças de veiculação hídrica persistem no país, e as políticas de saneamento básico devem promover ampla recuperação de mananciais, distribuição de água adequada à população e medidas de segurança coletiva para erradicar epidemias devido à má qualidade da água. A integração entre pesquisa e gestão é um dos avanços necessários para um gerenciamento adequado dos recursos hídricos. Organização institucional baseada na gestão por bacias hidrográficas deve ser estimulada e o processo de difusão e disseminação da informação científica à população é altamente prioritário. O monitoramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos a pesquisa sobre mecanismos de funcionamento de lagos, rios, represas, áreas alagadas, águas costeiras devem ser promovidos consistentemente para dar a base necessária para o desenvolvimento econômico e social.

[*] José Galizia Tundisi é pesquisador e presidente honorário do Instituto Internacional de Ecologia de São Carlos (SP).

O planejamento ambiental e territorial não pode prescindir de colocar a disponibilidade de recursos hídricos como questão fundamental e de incluir qualidade e quantidade da água nos planos municipais, estaduais e federais. Cobrança pelo uso da água, introdução do princípio do poluidor – pagador em vários níveis e investimento em tecnologias básicas de tratamento de águas de baixo custo e acessíveis é outra prioridade importante. Deve-se também considerar a relação proteção/conservação/usos múltiplos e acesso à água a base para o desenvolvimento econômico e social. A formação de recursos humanos qualificados para pesquisa e a implementação de cursos especializados para gerentes de recursos hídricos é prioritária.

1. Introdução

A disponibilidade da água é fundamental para o funcionamento dos sistemas naturais bem como para a sustentação dos ciclos e da vida no planeta. Água sempre foi e sempre será um fator limitante para o desenvolvimento sustentável, para o desenvolvimento econômico e social. As atividades humanas sempre produziram alterações consideráveis na qualidade e quantidade da água e recursos hídricos e desenvolvimento econômico sempre foram interdependentes. Existe também uma relação bastante conhecida e bem demonstrada entre qualidade da água e saúde humana; água de baixa qualidade e contaminada contribui para aumentar a mortalidade infantil e reduzir a expectativa de vida em geral (Rebouças, Braga, Tundisi, 1999).

A quantidade e qualidade da água em uma dada bacia hidrográfica depende do clima, das características físicas, químicas e biológicas dos sistemas terrestres e aquáticos. As flutuações na disponibilidade da água dependem evidentemente dos ciclos naturais e das interferências das atividades humanas nesses ciclos.

A disponibilidade dos volumes de água e o acoplamento entre o ciclo hidrológico e a qualidade da água devem ser considerados em nível nacional, estadual, municipal e regional.

Neste trabalho, o autor discute a disponibilidade da água no Brasil, os impactos resultantes das atividades humanas na quantidade e qualidade de águas e o valor fundamental deste recurso para o desenvolvimento do país. Além disto, são discutidos o relevante papel da pesquisa e da informação científica, a necessidade de integrar gestão e pesquisa e avançar em políticas

públicas que promovem gerenciamento integrado e otimização de usos múltiplos, diagnóstico permanente e consistente e produzam novos patamares para o uso eficiente de recursos hídricos. É discutida também a fundamental necessidade de promover uma maior integração entre planejamento econômico, social e territorial a longo prazo e gestão de recursos hídricos. Abordam-se alguns aspectos de formação de recursos humanos qualificados.

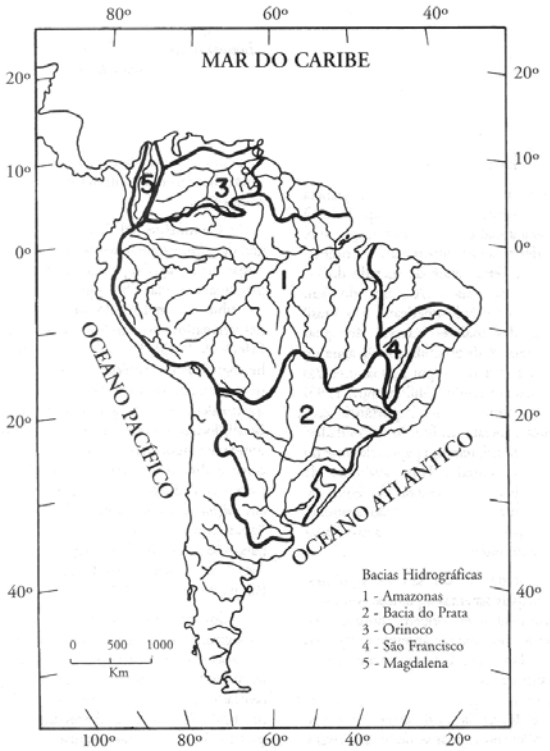
2. RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL: A DISPONIBILIDADE E A DEMANDA

A abundância de recursos hídricos no Brasil deve ser considerada, evidentemente como um dos grandes e fundamentais processos que podem impulsionar o desenvolvimento econômico, melhorar a qualidade de vida e promover novos paradigmas de desenvolvimento. A Tabela 1 mostra o balanço hídrico para as principais bacias hidrográficas do Brasil e a disponibilidade. A Figura 1 mostra as principais bacias hidrográficas da América do Sul, das quais a Bacia amazônica, a Bacia do Prata e a Bacia do São Francisco ocupam grande parte do território nacional.

Tabela 1. Balanço hídrico para as principais bacias hidrográficas do Brasil

Bacia hidrográfica		Área (km^2)	Precipitação média (m^3/s)	Descarga média (m^3/s)	Evapo-transpiração (m^3/s)	Relação descarga / precipitação (%)
(1)	Amazonas	6112000	493191	202000	291491	41
(2)	Tocantins	757000	42387	11300	31087	27
(3A)	Atlântico Norte	242000	16388	6000	10388	37
(3B)	Atlântico Nordeste	787000	27981	3130	24851	11
(4)	S. Francisco	634000	19829	3040	16789	15
(5A)	Atlântico Leste	242000	7784	670	7114	9
(5B)	Atlântico Leste	303000	11791	3710	8081	31
(6A)	Paraná	877000	39935	11200	28735	28
(6B)	Paraguai	368000	16326	1340	14986	8
(7)	Uruguai	178000	9589	4040	5549	42
(8)	Atlântico Sul	224000	10515	4570	5949	43
	Brasil incluindo Bacia Amazônica	10724000	696020	251000	445020	36

Fonte: Braga *et al* (1998)



Fonte: Tundisi (1994b)

Figura 1. Maiores bacias hidrográficas da América do Sul.

A Tabela 2 mostra o suprimento de água e a demanda para o Brasil considerando uma distribuição por estado. Verifica-se daí que a distribuição das águas continentais é heterogênea, que a demanda por estado varia consideravelmente e que a distribuição da quantidade de água e a distribuição populacional são muito diferentes. Na região Sudeste, por exemplo, há água disponível com certa abundância, mas a água per capita é muito menor que na região Norte devido à concentração populacional na Região Sudeste.

Disponibilidade de água de boa qualidade é instrumento de inclusão social. Grandes massas urbanas nas áreas periféricas das regiões metropolitanas do Brasil têm água de má qualidade à disposição e ainda tem de adquirir água, pois em algumas periferias não há distribuição pelo setor público.

Tabela 2. Suprimento e demanda de água no Brasil por unidade de federação e por região

Estado Região	Descarga total (Km^3/ano)	Descarga urbana (Km^3/ano)	Descarga irrigação (Km^3/ano)	Descarga industrial (Km^3/ano)	Demanda Disponibilidade %	Relação disponibilidade Demandas urbanas, industrial e de irrigação %
Rondônia	150.2	0.03	0.00	0.01	0.03	0.03
Acre	154.0	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
Amazonas	1848.3	0.10	0.01	0.03	0.00	0.01
Roraima	372.3	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Pará	1124.7	0.19	0.05	0.06	0.00	0.02
Amapá	196.0	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Região Norte	**3845.5**	**0.36**	**0.06**	**0.10**	**0.00**	**0.01**
Maranhão	84.7	0.22	0.01	0.02	0.20	0.28
Piauí	24.8	0.12	0.09	0.01	0.89	0.53
Ceará	15.5	0.29	0.96	0.09	8.65	2.61
R.G. Norte	4.3	0.14	0.23	0.05	9.77	4.67
Paraíba	4.6	0.15	0.27	0.04	10.00	4.39
Pernambuco	9.4	0.45	0.98	0.16	16.91	7.24
Alagoas	4.4	0.11	0.18	0.04	7.50	3.55
Sergipe	2.6	0.06	0.12	0.02	7.69	3.23
Bahia	35.9	0.52	1.07	0.12	4.76	1.84
Região Nordeste	**186.2**	**2.06**	**3.91**	**0.55**	**3.50**	**1.43**
M.Gerais	193.9	1.22	1.63	0.59	1.77	0.94
E.Santo	18.8	0.18	0.22	0.08	2.55	1.40
R.Janeiro	29.6	1.03	0.63	0.73	8.07	6.08
S.Paulo	91.9	2.74	1.81	4.16	9.48	7.66
Região Sudeste	**334.2**	**5.17**	**4.29**	**5.56**	**4.49**	**3.25**
Paraná	113.4	0.70	0.28	0.35	1.17	0.93
Santa Catarina	62.0	0.33	0.65	0.40	2.23	1.19
R.G.Sul	190.0	0.71	6.32	0.70	4.07	0.77
Região Sul	365.4	**1.74**	**7.25**	**1.45**	**2.86**	**0.89**
M.G. Sul	**69.7**	0.10	0.13	0.03	0.37	0.19
M.Grosso	522.3	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02
Goiás/Tocantins	283.9	0.28	0.25	0.06	0.21	0.12
D.Federal	2.8	0.13	0.04	0.03	7.14	5.80
Região Centro Oeste	878.7	**0.59**	**0.45**	**0.14**	**0.13**	**0.08**
Brasil	**5610.0**	**9.92**	**15.96**	**7.80**	**0.60**	**0.32**

Fonte: Braga *et al* (1998)

Nesta disponibilidade de recursos deve-se também considerar que a urbanização tem produzido uma importante alteração no processo de disponibilidade de recursos hídricos, do ponto de vista qualitativo como do ponto de vista quantitativo (Tucci, 2000).

A complexidade ambiental inerente às áreas urbanas é outro fator fundamental na disponibilidade e distribuição de recursos hídricos do Brasil. A nova divisão hidrográfica nacional aprovada em 25/06/2003, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, estabelece as seguintes bacias hidrográficas para o Brasil:

1. R.H Amazônica
2. R.H Atlântico Nordeste Ocidental
3. R.H. Parnaíba
4. R.H. Atlântico Nordeste Oriental
5. R.H. do Tocantins
6. R.H. do São Francisco
7. R.H. Atlântico Leste
8. R.H. Atlântico Sudeste
9. R.H. do Paraná
10. R.H. do Paraguai
11. R.H. do Uruguai
12. R.H. do Atlântico Sul

Esta nova configuração promoverá melhores condições de avaliação de disponibilidades/demandas de águas e deverá estimular mecanismos mais avançados da gestão de recursos hídricos.

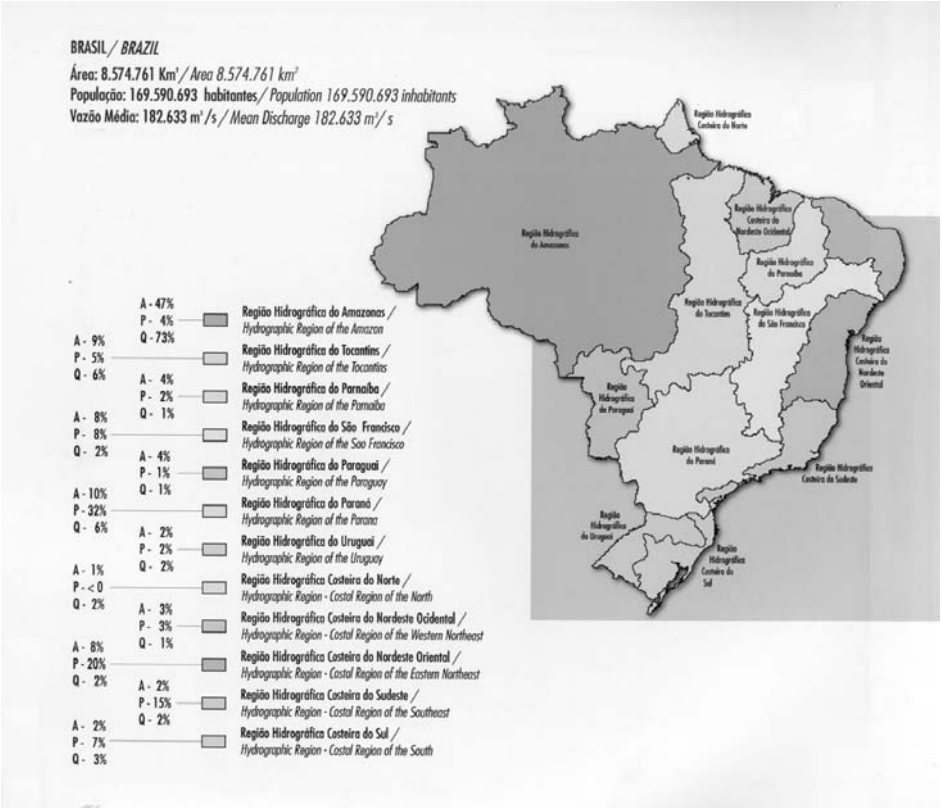


Figura 2. Regiões hidrográficas do Brasil e distribuição da população (ANA, 2002)

Desta relação suprimento – disponibilidade – demanda, deve-se considerar que as seguintes grandes regiões emergem como fundamentais para a gestão dos recursos hídricos no Brasil:

a) Amazônia

b) o Nordeste

c) o Centro-Oeste

d) as bacias hidrográficas do Sudeste

e) as bacias hidrográficas do Sul

Cada uma destas cinco regiões apresenta características próprias, de balanço hídrico e demandas, e também características econômicas, sociais,

culturais que interferem no funcionamento dos ciclos de recursos hídricos, e na quantidade e qualidade da água. Em cada uma destas regiões o ciclo hidrosocial é diferente e sofre interferência do ciclo hidrológico também nele interferindo. Por exemplo, é clássica a relação dos habitantes dos grandes deltas internos e das várzeas com o ciclo hidrológico para a produção de alimento, transporte e suprimento de água (Padoch *et al*, 1999).

3. Usos múltiplos dos recursos hídricos e seu impacto nas bacias hidrográficas

De um modo geral, os usos da água enquadram-se em quatro grandes categorias:

– *função de suporte* criando condições para o suporte à vida e atividades produtoras, e para o transporte e produção de alimentos;

– *função da regulação* por meio da regulação dos ciclos, diluição, capacidade de auto depuração;

– *função de produção* para o consumo, produção humana, irrigação e suprimento a animais;

– *função de informação*, por intermédio da informação sobre o estado dos sistemas, indicador da degradação ou conservação de bacias hidrográficas. (Lanna, 1999)

Todos esses usos têm uma função importante para a hidroeconomia local ou regional e a maioria das atividades humanas enquadra-se dentro dessas categorias de funções. No caso do Brasil, identificam-se os seguintes múltiplos usos:

a) Água para o consumo humano (abastecimento público)

b) Irrigação

c) Uso industrial

d) Navegação

e) Recreação

f) Turismo

g) Hidroeletricidade

h) Pesca e aquacultura

i) Usos gerais na agricultura além da irrigação

O número e a intensidade desses usos múltiplos varia de acordo com a região, o grau de urbanização e industrialização, e atividades agropecuárias e o sistema econômico e social da região. Esses usos múltiplos, da água, também variam com a densidade populacional e sua concentração.

Os usos da água também estão relacionados com a intensidade do desenvolvimento econômico e da atividade econômica em cada região. Portanto, o ciclo hidrosocial está relacionado com os ciclos hidrológicos, o suprimento e a demanda da água e o grau de atividade regional.

Tabela 3. Consumo de água no Brasil em $10^6 m^3$ por ano, para as várias atividades.

Bacia	Humano	Dessedentação	Irrigação	Industrial	Total $10^6 m^3$	m^3/s	%
Amazonas	279,0	225,8	6.002,4	52,3	6.559,5	208,0	10,3
Tocantins	180,3	211,3	1.602,6	78,0	2.072,2	65,7	3,3
Atlântico N/NE	2.105,8	277,2	4.206,3	1.617,7	8.207,0	260,2	12,9
São Francisco	876,5	220,5	5.085,6	926,5	7.109,1	225,4	11,2
Atlântico Leste	2.705,8	13,3	380,0	2.506,8	5.155,9	163,5	8,1
Atlântico Sul	664,8	204,9	9.796,3	535,5	11.201,4	355,2	17,6
Paraná	3.251,8	1.379,2	7.858,6	3.518,6	16.008,2	507,6	25,2
Paraguai	127,2	325,2	1.287,0	35,0	1.774,4	56,3	2,8
Uruguai	249,5	282,0	4.942,3	12,3	5.486,1	174,0	8,6
Totais	10.440,7	3.139,5	41.161,1	8.832,6	63.573,8	2.015,9	100,0
m^3/s	331,1	99,6	1.305,2	280,1	2.015,9		
% do total	16,4	4,9	64,7	13,9	100,0		

Consumo da água em 10^6 m^3 por ano (Cenário atual) – (FGV, 1998)

IMPACTOS DOS USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

Todas as atividades humanas referentes aos usos múltiplos dos recursos hídricos produzem alterações na qualidade da água e também interferem na quantidade de água disponível. Essa deterioração da qualidade da água inicia-se nas bacias hidrográficas, e nos impactos produzidos no solo, vegetação e

outras estruturas biogeofísicas da bacia hidrográfica. Os principais impactos nas águas superficiais e subterrâneas do Brasil podem ser sintetizados da seguinte forma:

1. Desmatamento – Com o aumento do desmatamento, a capacidade tampão das bacias hidrográficas diminui consideravelmente e aumentam as descargas de material em suspensão, nitrogênio e fósforo e substâncias tóxicas para as águas superficiais e subterrâneas. Em várias bacias hidrográficas do Brasil (Bacia Amazônica, Bacia do Paraná), o acoplamento entre o sistema terrestre e o sistema aquático é extremamente intenso. O desmatamento tem, também como conseqüência, diminuir o estoque de matéria orgânica que chega aos rios, represas e lagos naturais. (Victoria *et al*, 2000).

2. Mineração – Todas as operações de mineração que são desenvolvidas no Brasil afetam águas superficiais e subterrâneas. Mineração de ouro, areia, pedras, preciosas, alteram as bacias hidrográficas, interferem nos fluxos de água e na drenagem e impactam a água pela descarga de substâncias e elementos tóxicos.

3. Disposição de resíduos sólidos – Resíduos sólidos tem impactos diversificados sobre águas superficiais e subterrâneas com descargas de substâncias e elementos tóxicos, e elementos como nitrogênio e fósforo. Em muitos municípios do Brasil a descarga resultante da disposição de resíduos tóxicos como conseqüências da construção dos depósitos de lixo urbano, tem efeitos extremamente nocivos aos recursos hídricos.

4. Disposição de esgotos sem tratamento – Como conseqüência do elevado grau de urbanização, um dos grandes problemas do Brasil, atualmente, é a contribuição de esgotos não tratados de origem doméstica com nitrogênio, fósforo e carbono, para as águas superficiais e subterrâneas. Estes despejos tem como conseqüência o desencadeamento do fenômeno da "eutrofização" que causa inúmeros danos aos sistemas aquáticos, com o aumento da freqüência de florescimentos de cianobactérias tóxicas e impactos na saúde pública. Esse é um dos problemas mais sérios de degradação dos recursos hídricos no Brasil, atualmente. Segundo Tundisi (2003), despejam-se no Brasil, por falta de tratamento de esgotos, 196.354 toneladas de fósforo/ano, 736.329 toneladas de nitrogênio/ano e 4.908.557 toneladas de carbono por ano.

5. Introdução de espécies exóticas – Este é um outro processo de degradação da biota aquática, extremamente comum no Brasil e altamente impactante. Espécies exóticas introduzidas acidentalmente ou de forma organizada para tentar aumentar a produção pesqueira e a aquacultura, tem produzido inúmeros impactos na estrutura da cadeia alimentar e na organização dos compartimentos biológicos de espécies, populações e comunidades. Algumas destas espécies, por exemplo, *Limnoperna fortunei* (molusco) tornam-se perigosas do ponto de vista econômico.

6. Remoção de espécies críticas – A super-exploração dos ecossistemas aquáticos e especialmente a biota aquática tem produzido grandes modificações estruturais em rios, lagos, represas e lagoas costeiras. A remoção de espécies críticas de importância ecológica tem aumentado o impacto na biodiversidade.

7. Construção de reservatórios – Os abundantes recursos hídricos de que dispõe o Brasil têm sido objeto de extensa exploração de energia hidroelétrica. Mais de cem grandes represas foram construídas especialmente em rios das regiões Sul e Sudeste (Região Hidrográfica do Rio Paraná e Região Hidrográfica do Uruguai). Estes reservatórios produzem impactos negativos no ciclo hidrológico, na biodiversidade dos rios, e na biota aquática, deslocamento de populações, perda de terras férteis e de madeira, redução de vazões a jusante e alterações na qualidade da água. Por outro lado, reservatórios hidroelétricos tem efeitos positivos – retenção de água no local, criação de purificadores de água de baixa energia, aumento do potencial para navegação e irrigação, geração de empregos e controle de enchentes além do aumento potencial da produção de biomassa, pesca e aquacultura. (Tundisi, 2003). O potencial hidroelétrico da Região Sudeste está quase todo utilizado. Isto é, 30% do potencial que pode ser utilizado pelo Brasil; 70% do potencial hidroelétrico está localizado na Região Norte. A futura exploração deste potencial e o transporte da energia produzida no norte do país para o Sul e Sudeste deve ser objeto de debate pela sociedade brasileira.

8. Modificações na estrutura dos rios – Como resultado da construção de hidrovias e rodovias, a estrutura física de rios tem sido modificada, de forma permanente, causando danos aos ciclos hidrológicos locais e regionais e alterando o transporte de sedimentos com o aumento da erosão e a

deposição de sedimentos nos rios principais e seus tributários nas bacias hidrográficas.

9. Contaminação dos recursos hídricos – A contaminação em geral dos recursos hídricos, especialmente nos mananciais, tem aumentado o risco à saúde pública e tem exposto à população a contaminações de efeito crônico ou agudo que apresenta riscos à segurança coletiva. Isto se dá, especialmente, nas áreas urbanas onde a população da zona periurbana se concentra e está sujeita ao uso de água de mais baixa qualidade e a muitas populações da zona rural que sofrem efeitos dos usos de pesticidas, herbicidas e de fertilizantes nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. As grandes regiões metropolitanas do Brasil sofrem de impactos permanentes de contaminações a partir das bacias hidrográficas, despejos de resíduos domésticos e industriais e deterioração dos mananciais.

10. Alterações nos ciclos hidrológicos – O elevado grau de urbanização produz uma alteração acentuada nos ciclos hidrológicos com conseqüências na disponibilidade da água, aumento de enchentes e desastres e contaminações de águas de drenagem com águas residuárias e de esgotos.

11. Efluentes industriais – Efluentes industriais causam impactos diversificados nos recursos hídricos do Brasil contaminando águas superficiais e subterrâneas.

12. Aquacultura – O impacto da aquacultura nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos é enorme. Aquacultura aumenta a eutrofização, amplia a possibilidade de introdução de espécies exóticos em rios, lagos e represas, altera as condições do sedimento de sistemas aquáticos por efeito de acúmulo de matéria orgânica, e ocupa grandes espaços em lagos e represas onde são instalados os empreendimentos comprometendo usos múltiplos.

13. Agricultura – Água para irrigação é muito utilizada no Brasil em certas regiões e causa impactos na quantidade e qualidade da água. Uso de pesticidas e herbicidas além de fertilizantes na agricultura impactam consideravelmente os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Uso excessivo de águas subterrâneas para irrigação é outro problema decorrente de atividades agrícolas em larga escala.

4. Novos desenvolvimentos em gerenciamento e legislação de recursos hídricos

No final do século XX houve um avanço considerável internacionalmente, relativamente à gestão das águas e a legislação de recursos hídricos. Essas novas ações decorreram do fato de que sem avanços significativos na legislação, e em mecanismos reguladores e controladores das atividades do setor público e privado seria impossível implantar novas tecnologias e estimular a participação da comunidade. Participação da comunidade e de usuários na gestão das águas e no aperfeiçoamento, e procura de novas alternativas para a otimização dos usos múltiplos têm sido, portanto, fundamental. Esta participação é apoiada na descentralização de ações, na gestão de bacias hidrográficas e no estímulo à diminuição de desperdício, re-uso de água em indústrias, municípios e residências. Em 8 de Janeiro de 1997, foi sancionada no Brasil a Lei 9.433 que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Esta Política Nacional de Recursos Hídricos tem o objetivo de assegurar:

a) A atual e futuras gerações a disponibilidade de água em padrões adequados aos respectivos usos.

b) A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

c) A prevenção e defesa contra eventos críticos de origem natural ou decorrentes do uso integrado dos recursos hídricos.

A criação da ANA (Agência Nacional das Águas), a necessidade de implementar planos de recursos hídricos, a outorga do uso dos direitos dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, a compensação aos municípios e a criação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos são outros avanços promovidos pela Lei 9.433/97.

A missão da ANA, criada em 2000, também é importante e complexa: À ANA cabe disciplinar a utilização dos rios de forma a controlar os demais órgãos gestores do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e ficou encarregada em atuação juntamente com outros órgãos de implantar o Sistema de Gestão de Recursos Hídricos, planos de recursos hídricos, instrumentos institucionais, despoluição de bacias hidrográficas e descentralização da gestão integrada de recursos hídricos.

A gestão de recursos hídricos também avançou devido aos novos paradigmas de gestão agora em uso no século XXI: gestão integrada dos recursos a nível de bacia hidrográfica e preditiva de tal forma a promover cenários e antecipar eventos críticos ou impactos. A Figura 3 mostra o sistema de gestão de recursos hídricos no Brasil implantado com a Lei 9433 (Lanna, 2000).

Quem deve promover a gestão dos recursos hídricos? O Estado, evidentemente, tem um papel importante nessa gestão, mas a iniciativa privada pode e deve contribuir. A dimensão da participação do setor privado na gestão, distribuição de recursos hídricos, e no tratamento de esgotos e saneamento deve ser objeto de discussão e de amplo debate. Este assunto, ainda não discutido em profundidade, deve ser considerado uma das prioridades na implementação de instrumentos de gestão de recursos hídricos e o financiamento de atividades nesse setor.

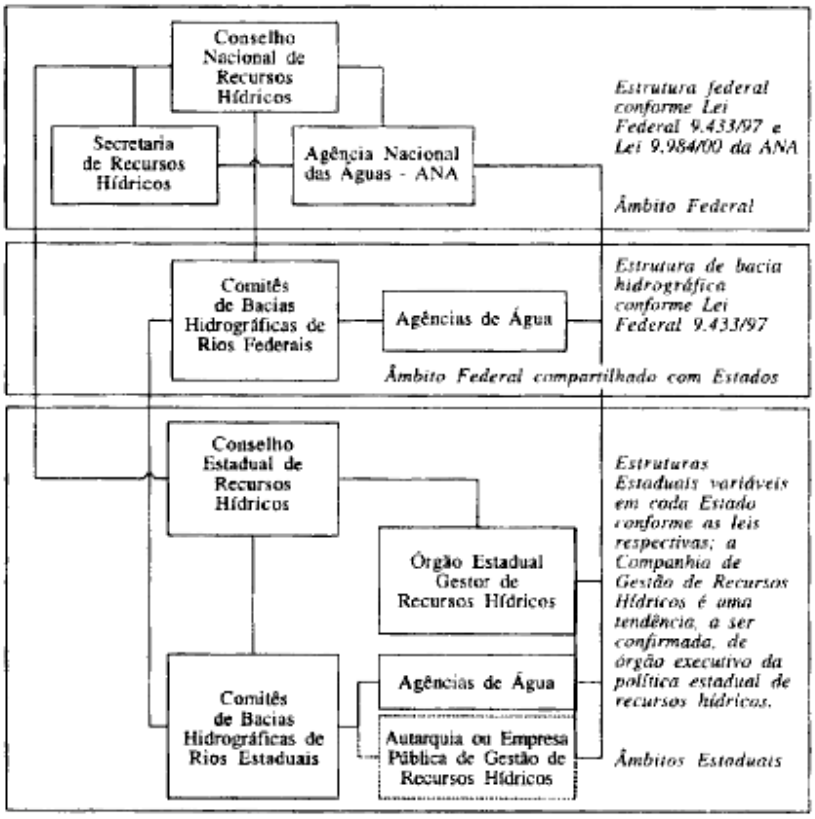


Figura 3. O sistema de gestão de recursos hídricos do Brasil (Lanna, 2000).

As experiências institucionais no Brasil são inúmeras e estão, em grande parte, relacionadas à organização de consórcios de municípios e comitês de bacias hidrográficas. Em muitos estados já se opera o sistema de gestão por bacias hidrográficas (São Paulo, Ceará, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia). O sistema de gestão progride, com certa lentidão, mas há perspectivas de ação mais eficiente a curto e médio prazos. Nesse sentido, a discussão sobre os mecanismos de gestão das bacias hidrográficas, a participação público-privada, a questão dos incentivos ao re-uso e ao tratamento de esgotos, têm sido muito ampla e de enorme impacto. A necessidade de implantação do plano diretor de municípios também tem estimulado a inserção dos planos municipais de recursos hídricos no plano diretor e nas diretrizes de gestão.

Há inúmeros desafios nesse problema da implementação das legislações e da gestão integrada e preditiva dos recursos hídricos.

5. PERSPECTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO: OS RECURSOS HÍDRICOS DO BRASIL E OS NOVOS DESAFIOS PARA O FUTURO

O volume e a qualidade dos recursos hídricos superficiais e de águas subterrâneas no Brasil representa um enorme e valioso bem comum de inestimável valor ecológico, econômico e social. Para o efetivo controle, gerenciamento e a promoção de um sistema inovador na conservação, recuperação e gestão de recursos hídricos, há inúmeros desafios a enfrentar:

1. O processo mais efetivo para o gerenciamento de recursos hídricos e o seu papel na economia do país é aumentar o conhecimento científico dos sistemas aquáticos continentais: rios, lagos, represas, áreas alagadas, canais, sistemas de irrigação, estuários. Portanto, do ponto de vista da pesquisa científica é necessário um investimento permanente em estudos integrados: climatologia, hidrologia, limnologia, biodiversidade aquática em áreas preservadas e áreas impactadas. Para tanto, é necessário apoiar centros de excelência nessas áreas de estudo e que se dediquem a pesquisar no ecossistema regional mas com perspectiva global (efeitos de mudanças globais, estudos comparativos). Igualmente importante, é a ênfase em centros de excelência que se dediquem à pesquisa e desenvolvimento nas áreas de saneamento básico e gestão integrada de bacias hidrográficas. Um dos programas apoiado pelo CNPq, que existe no Brasil, é o PELD (pesquisas

ecológicas de longa duração) que compreende pesquisas básicas em diferentes ecossistemas do Brasil. O PELD é um exemplo de continuidade necessária.

2. A integração entre pesquisa e gerenciamento é fundamental e deve ser promovida de forma eficiente em várias regiões, por meio de projetos piloto e projetos demonstrativos. Companhias de água, necessitam de apoio da pesquisa para o gerenciamento e os avanços na gestão. Estímulos à integração – universidade – empresas, devem ser implementados.

3. A conservação dos ecossistemas aquáticos é de fundamental importância neste estágio do problema no Brasil. Áreas como o Pantanal Matogrossense e o Amazonas necessitam de amplo apoio para suas unidades de conservação e de desenvolvimento sustentável. A manutenção dos processos ecológicos básicos nestas regiões é fundamental para o desenvolvimento do Brasil e de enorme relevância econômica para estas regiões. Água de qualidade boa é alternativa importante para o turismo, recreação e como fator de desenvolvimento econômico. Além da conservação, é fundamental compreender os processos de recuperação e o investimento necessário em recuperação de rios, lagos, represas na Região Sudeste que é a mais impactada com perdas muito severas de qualidade das águas, biodiversidade e ameaças à saúde pública. Esta é a área mais industrializada e populosa do Brasil e o investimento em recuperação de sistemas, tecnologia de tratamento de águas e controle da poluição de mananciais é fundamental. Muitos sistemas aquáticos de rios, lagos, represas e áreas alagadas do Sudeste do Brasil estão submetidos a inúmeros processos de contaminação, eutrofização acelerada, toxicologia. Isto aumenta os custos do tratamento, diminui a segurança coletiva e pode resultar em impactos severos à população. Os problemas econômicos causados por esta degradação, necessitam de avaliação permanente, bem como os custos da recuperação que podem ser bancados pelo poder público ou parceira público-privada. É também fundamental a conservação de recursos hídricos subterrâneos.

4. É necessário, também, um amplo investimento em tecnologias relativas a monitoramento, tratamento de água e redução de cursos na implementação destas tecnologias. Este é um campo de grande impacto econômico e social pelo potencial de geração de empregos e trabalho, e amplas possibilidades de desenvolvimento tecnológico.

5. Preparação de Recursos Humanos Qualificados – No Brasil, há inúmeros cursos de graduação e de pós-graduação que preparam recursos humanos nas áreas de Hidrologia, Hidráulica, Saneamento, Limnologia, Biologia Aquática, Química da Água, Gestão de Recursos Hídricos. O número de doutores em ciências nessas áreas tem aumentado rapidamente nos últimos 10 anos. É necessário investir em mais alguns centros de formação com visão interdisciplinar nas Regiões Nordeste e Norte, especialmente, e promover um vigoroso estímulo a programas de pós-doutorado nessas áreas em centros especializados e com tradição. Por exemplo, é fundamental apoiar a formação de gerentes com base teórica e prática intensa com capacidade de interferência no sistema para aprofundar a gestão, com abordagem sistêmica.

6. Monitoramento e avaliação – As iniciativas da ANA, da Secretaria de Recursos Hídricos e das secretarias estaduais de Recursos Hídricos têm promovido avanços importantes nos projetos de monitoramento avançado das águas superficiais e subterrâneas. A implantação de banco de dados regionais e locais, e os esforços para o controle mais efetivo do monitoramento em nível nacional, devem ser intensificados e desenvolvidos pelos setores de pesquisa, indústria e em atividades de parceria público-privado. Monitoramento de mananciais em municípios é um desafio importante que deve ser respondido com ações efetivas nesta área com apoio das Portarias 1469/2000 (atual 518/2003) como instrumento de gestão.

7. Ampliação da capacidade de elaboração de cenários e predição – A implementação de modelos hidrológicos aplicados em conjunto com modelos de qualidade da água pode ampliar consideravelmente a capacidade de gestão dos sistemas hídricos e desenvolver grupos especializados em cenários preditivos e de ação que permitam antecipar eventos, informar autoridades sobre desastres naturais e promover gestão avançada dos recursos hídricos. O Estado de São Paulo elaborou e implantou uma rede hidro meteorológica estadual que está sendo expandida atualmente para qualidade da água e possibilitará o desenvolvimento de sistemas de alerta e gestão avançada para os usuários: agricultura, hidrovias, rodovias, áreas urbanas, piscicultores, municípios em geral. Esta ampliação desta capacidade preditiva deve promover avanços consideráveis na gestão. Capacitação de grupos especiais para efetuar esta tarefa em nível de pós-doutorado é fundamental e urgente.

8. Educação do público em geral e difusão do conhecimento científico – Todos os programas de gestão de recursos hídricos, no mundo, só puderam ser efetivados se a participação da população for estimulada. Para que esta participação seja eficiente é necessário aumentar o nível de difusão do conhecimento à população, ampliar as campanhas públicas de informação sobre problemas de água, escassez e poluição, utilizar todos os meios disponíveis para esta difusão e promover um conjunto de integrações entre universidades, Centros de Pesquisa, Municípios, Iniciativa Privada e a comunidade. A articulação destes projetos mobilizadores é fundamental para um avanço na gestão e para resolver problemas locais, regionais e nacionais.

9. Integração i nstitucional – Um dos principais desafios é promover uma adequada e necessária articulação institucional entre sistemas locais, estaduais e federais. As discussões sobre a cobrança pelo uso da água e a institucionalização do principio do poluidor pagador devem ser encetadas com muito vigor e amplamente difundidas.

10. Integração continental – O Brasil compartilha com outros países da América do Sul duas grandes bacias hidrográficas: a Bacia Amazônica e a Bacia do Prata. Além disso, compartilha com países do Mercosul o Aqüífero Guarani. Esta integração continental na gestão de recursos hídricos é também fundamental.

6. Conclusões

A grande diversidade latitudinal e a distribuição de recursos hídricos no Brasil remete a necessidade de abordagens regionais e locais para o gerenciamento, e a contínua procura por avanços conceituais, institucionais, tecnológicos e de gestão para resolver os inúmeros e complexos problemas de gestão dos recursos hídricos. Por exemplo, o semi-árido é uma área complexa relativamente à gestão dos recursos hídricos e até mesmo para a compreensão dos fenômenos hidrológicos e limnológicos. Igualmente complexo é o problema das transposições de água e os impactos progressivos da deterioração dos recursos hídricos na saúde humana, nas regiões metropolitanas.

Deve-se enfatizar, ao final deste documento para discussão, que água é um recurso natural de altíssimo valor ecológico, econômico e social para o

país. Oferta da água de boa qualidade é fator de desenvolvimento econômico e promove uma enorme diferença positiva em qualidade de vida pela própria dimensão do uso deste recurso pela população humana e pela função de sustentação à vida e à biodiversidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA (Brasil). Edição comemorativa do Dia Mundial das Águas. *A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil*. Brasília: ANA, 2002. 64 p.

BRAGA, B.; ROCHA, O.; TUNDISI, J G. Dams and the environment: the brazilian experience. *Water Resources Development*, v. 14, n. 2, p. 126-139, 1998.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. [S.l.: s.n.], 1998. V. 9.

LANNA, A. Hidroeconomia. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). *Águas doces no Brasil:* capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora Distribuidora de Livros, 1999. 533-563 p.

_____. _____. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). *Águas doces no Brasil:* capital ecológico, uso e conservação. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora Distribuidora de Livros, 2000. 533-563 p.

PADOCH, C. et al. *Várzea:* diversity, development and conservation of Amazonia's white water floodplains. New York: The New York Botanical Garden Press, 1999. 405 p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). *Águas doces no Brasil:* capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora Distribuidora de Livros, 1999. 807 p.

TUCCI, C.E.M. *Hidrologia:* ciência e aplicação. 2.ed. Rio Grande do Sul: Editora da UFRGS, 2000. 943p.

TUNDISI, J. G. Regional approaches to river basin management in La Plata: an overview. In: UNITED NATIONS CENTRE FOR REGIONAL DEVELOPMENT – UNCRD. *Environmental and social dimensions of reservoir development and management in the La Plata River Basin*. Nagoya, Japan: UNCRD, 1994. 1-6 p. (Research Report Series, n. 4).

_____. Tropical South America: present and perspectives. In: MARGALEF, R. (Ed.). *Limnology now a paradigm of planetary problems*. Amsterdam: Elsevier Science, 1994. 353-424 p.

_____. *Água no século XXI:* enfrentando a escassez. [S.l.]: RIMA, 2003. 248 p.

VICTORIA, R. L. et al. The Amazon basin and its natural cycles. In: SALATES, E.; ABSY, M.L.; VICTORIA, R. L. (Ed.). *Amazonas:* um ecossistema em transformação. [S.l.]: INPA, 2000. p. 163-214. 269 p.

Ciência, tecnologia e desenvolvimento regional na faixa de fronteira do Brasil

Lia Osorio Machado[*]

Tecnologias de poder

Uma das áreas estratégicas menos conhecida do país, apesar de ter sido a primeira a ser oficialmente reconhecida como tal, é o território que margeia o limite continental do Brasil. Concebida ainda no Segundo Império (século XIX), a faixa de fronteira atual teve sua largura ratificada em 1979 (Lei 6.634), compreendendo todos os municípios total ou parcialmente cortados por uma linha poligonal de 150 km a partir da divisória. É dos poucos países das Américas a estabelecer por lei um território fronteiriço regido por normas especiais.

Sem dúvida, o interesse estratégico da área provinha, e ainda provém, primordialmente, da imposição de defesa do perímetro de um vasto território ainda pouco povoado e insuficientemente articulado. Esse o papel da rede de defesa e vigilância ao longo da fronteira, porém esse tipo de tecnologia de poder apresenta hoje limitações. As redes de articulação entre processos sociais, políticos e econômicos internos e externos ao estado nacional tem acentuado a interpenetração entre segurança externa e segurança interna (vigilância fitosanitária, tráfico de ilícitos, lavagem de dinheiro, etc.). Trata-se também de saber lidar com o fato consumado de que novas formas de controle, vigilância e conhecimento do território podem ser ativadas desde o exterior do espaço nacional numa escala desconhecida anteriormente.

[*] Lia Osorio Machado é professora adjunta do Departamento de Geografia (UFRJ) e pesquisadora do CNPq.

De fato, hoje, as novas tecnologias de poder incluem desde artefatos (imagens de satélite, redes de coleta e processamento de informação; sistemas de monitoramento, cartografia digital, etc.) até recursos cognitivos (sistemas de informação geográfica, idéias, conhecimento e produção de símbolos complexos, linguagem, novas formas de gestão) nem sempre disponíveis à maioria de estados nacionais (no Brasil, a concepção do Sipam-Sivam seguiu em parte ao novo padrão).

Essas tecnologias permitem o exercício de poder e são dependentes do uso que se faz delas. Por outro lado, as tecnologias de poder poderosas em si mesmas não estão exclusivamente nas mãos dos governos. Não pertencem ao tempo curto dos sistemas de vigilância e do planejamento estratégico empresarial e sim ao tempo longo da arquitetura e articulação da cidadania nos espaços regionais, nacionais e transnacionais. Um dos instrumentos que pode ser mobilizado nesse sentido é o desenvolvimento regional-territorial. A área de fronteira é um espaço que exige concomitância de ambos os tipos de ação, do tempo curto dos sistemas de vigilância e defesa e do tempo longo da arquitetura da cidadania e da integração dos povos fronteiriços. Cada um desses propósitos demanda coisas diferentes das políticas de ciência e tecnologia.

Como se apresenta hoje, a área de fronteira corresponde a 27% do território brasileiro, disposto ao longo de 15 mil quilômetros de divisa com nove paises (e uma colônia), e abrangendo 588 municípios (2004) em onze estados da federação, onde vivem cerca de dez milhões de pessoas. Tem agora a oportunidade de se tornar uma região nova: foi escolhida (juntamente com o Semi-árido nordestino) como Área Especial de Planejamento (PPA 2004-2007) para a promoção de políticas específicas de desenvolvimento regional por iniciativa do Ministério da Integração Nacional (Secretaria de Programas Regionais). Grande parte das questões discutidas neste trabalho deriva do estudo realizado para subsidiar a reestruturação das bases da política de desenvolvimento regional da faixa de fronteira; outra parte é devedora de pesquisa sobre a faixa de fronteira apoiada pelo CNPq-MCT.

O propósito aqui é fazer uma breve avaliação do papel da C&T no desenvolvimento regional da área de fronteira internacional do Brasil. Abrangendo desde os territórios pouco conhecidos da Amazônia até espaços densamente ocupados e explorados por tecnologias mais avançadas no

Centro-Sul, a faixa de fronteira constitui um 'corte' longitudinal do país. É também um espaço de interação efetiva e potencial com os países vizinhos que nos impõe ajustar a visão tradicional dos limites internacionais como 'linha defensiva' para a realidade mais complexa do 'transbordamento' de interesses brasileiros além-fronteira.

1. DESENVOLVIMENTO REGIONAL

DENSIDADES

A noção de 'densidade' ou 'espessura' é útil para descrever diferenças na incidência espacial de variáveis que estimam o grau e o tipo de desenvolvimento regional. Ajuda também a estimar potencialidades, gargalos e restrições derivadas da historia e geografia dos lugares. Uma primeira questão a ser considerada nas políticas de C, T&I é que os lugares apresentam densidades de vários tipos, não só econômica, técnico-tecnológica e institucional, como também social e cultural-simbólica.

A densidade social e cultural-simbólica tem pouco ou nenhum peso nas teorias de desenvolvimento regional, ainda dominada pela visão economicista (a noção de capital humana não foge a regra), que tende a canalizar as políticas de C, T &I para o desenvolvimento industrial. Apesar da óbvia importância da indústria para o país, esse a priori leva a buscar a geração de emprego e "bacias de produtividade" exclusivamente nas empresas industriais, e considerar apenas ou primordialmente o trabalho material, subestimando o trabalho imaterial como produtor de valor e catalisador da inovação. O trabalho imaterial é usualmente associado àquele baseado na informação e na comunicação ("era da informação"), porém nem sempre é entendido que sua matéria-prima é "o ambiente cultural e as atividades intelectuais, comunicativas e afetivas expressas pelos sujeitos e movimentos sociais conducentes à produção" (Negri, 2003). Na mesma linha, o historiador de sistemas tecnológicos, Thomas Hughes (1994), mostra que invenções radicais (aquelas que fundam novos sistemas tecnológicos) por não fazerem parte de sistemas tecnológicos existentes raramente são alimentadas de imediato por grandes organizações nem são facilmente aceitas por trabalhadores, engenheiros e gerentes. Dependem da fluidez da informação e de um ambiente complexo, ou seja, propenso à busca e especificação de problemas por indivíduos, grupos e instituições.

Nesse sentido a área de fronteira apresenta algumas condições associada à ambientes complexos. Culturalmente encontramos condições geralmente restritas às camadas mais privilegiadas da população metropolitana: o cidadão "fronteiriço" além de ser com freqüência bilíngüe se beneficia do ambiente multi-cultural característico de uma existência transnacional. Frequentemente associada ao negativo dos tráficos ilegais, a mobilidade transfronteiriça da população gera uma experiência acumulada de anos de relacionamento e intercambio econômico, social e político com as populações do outro lado do limite internacional, uma experiência que os próprios atores-cidadãos, imersos no cotidiano, pouco atribuem valor, porém que são essenciais na formulação dos problemas que dificultam a integração sul-americana.

Sistemas territoriais

É provável que o problema do emprego só possa ser seriamente abordado quando a produção social no seu conjunto for levada em conta, principalmente os setores terciários, agrícolas e artesanais. Considerado como improdutivo porque reduzido a seu papel de apoio à produção e a venda, o setor terciário é parte integrante da produção social. São produtivos nesse sentido não só os serviços de apoio às atividades mercantis, mas todos os serviços – educação, atividades domésticas, trabalho cultural, produção da saúde e do bem estar públicos (Burnier**,** 1994). Como parcela significativa das oportunidades de emprego da população brasileira está no terciário formal ou informal (e a área de fronteira não é exceção) é essencial que se faça uma agenda especifica de C&T para o setor que atenda à realidade do mercado de trabalho, caracterizado pela mobilidade nas formas de inserção (conta própria, empregado com carteira, ou sem carteira), mobilidade nos tipos de trabalho (polivalência), e mobilidade espacial (urbano-rural).

O setor agrícola é também grande empregador de mão-de-obra não qualificada. O êxito dos agronegócios no Brasil e seu vínculo com as exportações transformando o país numa "superpotência agrícola" têm deixado em segundo plano nas agendas de C&T a qualificação dessa massa de pessoas oriunda de setores rurais e urbanos marginais e que são empregadas intermitentemente tanto na agricultura empresarial como na agricultura familiar. É certo o que se disse recentemente, de que a agricultura familiar é base essencial do desenvolvimento territorial e da valorização cultural e

social da população local, exigindo das organizações de C&T agendas diferenciadas em relação a industrial (Flores, 2005), porém o mesmo cuidado merece os assalariados e 'tarefeiros' que alternam ou conjugam atividades rurais e urbanas.

Não é suficiente a diferenciação de agendas de C&T para os setores terciário e agrícola, e para a agricultura industrial e familiar se desconectada do sistema territorial do qual são partes constituintes. Se entendermos a tecnologia como um processo local de transferência de recursos que ao mesmo tempo afeta e é afetada pelas configurações de recursos em outros níveis, a mobilização e inserção de estruturas tecnológicas em um dado setor e para beneficio de grupos relevantes acarreta mudanças que afetam o conjunto do território (Lee, 1994; Bijker, 1994).

A visão sistêmica permite entender porque regiões beneficiadas com sucesso por elevados investimentos em C&T geram efeitos na contramão do desenvolvimento territorial. É o caso já paradigmático das áreas de domínio absoluto da agricultura industrial, ao não conseguir reter a população jovem mais qualificada, despovoar o campo e destruir a textura econômica e social de pequenas cidades, além de deixar a população sem defesas contra a poluição dos campos. A concentração fundiária e o decréscimo da população rural quebram a conexão complexa entre o campo e a cidade, reduzindo o atrativo de ambos para jovens em busca de oportunidades de crescimento profissional, e criando um dilema demográfico para os governos locais. A complexidade desses processos sistêmicos é ainda maior na área de fronteira por se tratar do encontro entre diferentes sistemas territoriais nacionais, a começar pela estrutura político-administrativa.

REDES E SISTEMAS TERRITORIAIS

A organização em rede é fundamental para o entendimento da organização da base produtiva e sociocultural e para as ações de C&T. Embora vista como modismo por setores da comunidade cientifica, a noção de rede não é nova nem nasceu na academia, tratando-se de uma das formas mais antigas de ordenação social, política e econômica (Arrighi, 1994).

A revolução dos meios de comunicação permitiu que ela se transformasse em princípio ativo da organização social, empresarial e institucional e parte constitutiva importante da estrutura dos sistemas

territoriais. Embora as redes não se contraponham ao território, existe entre ambos uma relação tensa em virtude de seu poder de articular e desarticular interações entre lugares, indivíduos e coletivos. A tensão é particularmente notável nas áreas de fronteira onde redes transfronteiriças, legais e ilegais, desafiam o poder territorial dos estados nacionais. No entanto, nelas reside uma das principais soluções de curto prazo para o desenvolvimento regional e controle das próprias redes ilegais. Ao contrário do que supõe o senso comum e o *nonsense* de alguns raciocínios geopolíticos, não é o "fechamento" das fronteiras que assegura no longo prazo a defesa do território contra a ação de atividades ilegais (e outras lesivas ao interesse de cada país), e sim a presença de alternativas viáveis e diferenciadas de vida social, econômica e cultural regional por meio do adensamento das redes de interação (Machado, 2003).

Com esse propósito em vista, as políticas de C&T a serem priorizadas para a área de fronteira deveriam partir de demandas comuns ao Brasil e países vizinhos, ampliando iniciativas como a do Prosul (CNPq).

2. Breve diagnóstico da faixa de fronteira[1]

Regionalização

A área de fronteira pode ser dividida em três macro-segmentos: os Arcos Norte, Central e Sul. Cada arco, por sua vez, subdividido em sub-regiões constituídas por agrupamentos de municípios (Figura 1). Ressalta-se que a identificação de sub-regiões é uma situação momentânea de uma realidade fluida. Igualmente fluidas são as variáveis utilizadas na regionalização. A tipologia dos agrupamentos municipais foi definida a partir de dois vetores – desenvolvimento regional e identidade cultural. No primeiro vetor, foram selecionadas e agrupadas variáveis segundo diversos tipos de densidade espacial: densidade econômica (base produtiva e especializações produtivas, mercado de trabalho, serviços à produção, conectividade); densidade técnico-tecnológica; densidade social; densidade institucional. O segundo vetor, identidade cultural, reúne elementos quantitativos (migração, etnia, práticas religiosas) e qualitativos (referências identitárias, históricas, regiões-paisagem).

[1] Do trabalho original participaram os pesquisadores do Grupo Retis/UFRJ (Leticia Parente Ribeiro, Rebeca Steiman, Paulo Peiter, Andre Reyes Novaes) e Rogério Haesbaert (UFR). A responsabilidade pelos comentários aqui apresentados são obviamente da autora.

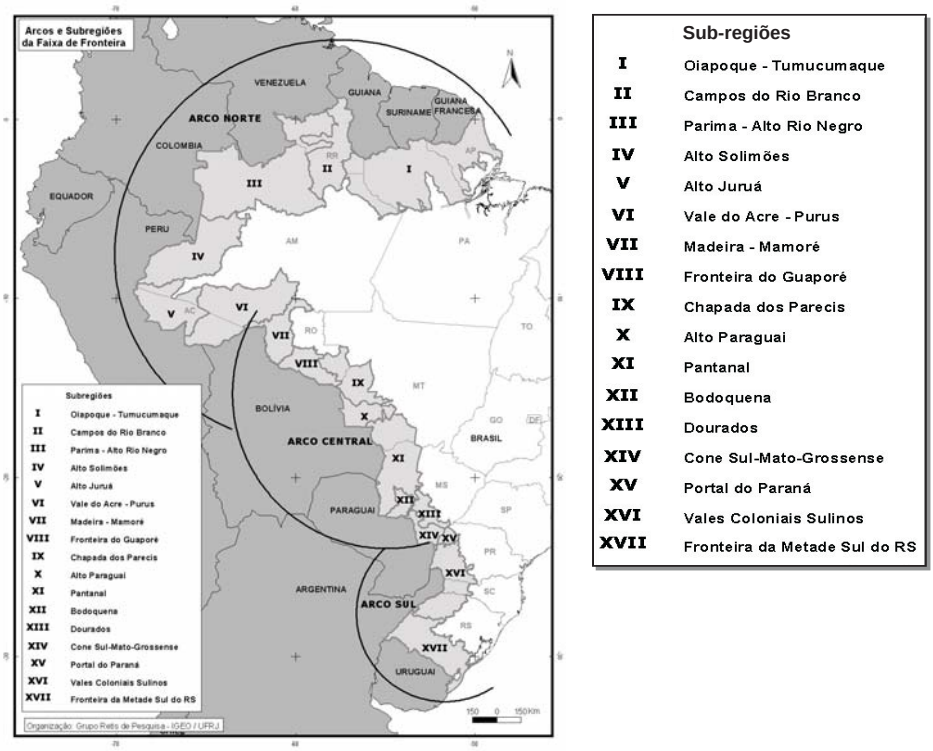


Figura 1. Proposta de regionalização da faixa de fronteira

Como de esperar, mais da metade das dez milhões de pessoas que residem na faixa de fronteira estão concentradas no Arco Sul (quadro abaixo), onde também se localiza a maior parte da população urbanizada. O que escapa do macro (arcos), meso (sub-regiões) e micro (municípios) recortes da faixa de fronteira é o "empilhamento" de padrões produtivos num mesmo território, ou seja, sua heterogeneidade interna. Daí a importância para as políticas de C&T de um 'quadro de referência tecnológica' (*technological frame*), composta por redes de informação de origem diferenciada: de um lado, instrumentais, como o monitoramento por imagens de satélite de alta resolução para acompanhar, por exemplo, a evolução do uso do solo; de outro, as informações 'vivas', provenientes dos cidadãos, do trabalho de campo das instituições (universitárias ou não), dos movimentos sociais, das ONGs, dos políticos locais e assim por diante.

Arcos	População total (%)	População urbana (%)
Norte	15,59	13,71
Central	21, 64	22,18
Sul	62,77	64,11

DENSIDADE TÉCNICO-TECNOLÓGICA

A densidade que interessa ressaltar aqui é a densidade tecnico-tecnológica (DTT). De acordo com a abordagem proposta de aproximação com a realidade do mercado de trabalho, a DTT não se refere à presença de centros científicos de envergadura, nem tampouco ao número de engenheiros e outros indicadores associados ao capital humano, como entendido em outras regiões do mundo. Compõem o vetor as variáveis: número de estabelecimentos de ensino médio e superior (público e privado); unidades de ensino profissional (do tipo Cefet); unidades de ensino técnico básico; unidades de treinamento de mão-de-obra em área urbana; unidades de treinamento de mão-de-obra em área rural.

Para o Brasil ainda é válido saber se um lugar tem ou não estabelecimentos de ensino médio e/ou unidades de treinamento básico de mão-de-obra. Uma relação com a imigração transfronteiriça também pode ser feito a partir deste vetor analítico. Em situações de assimetria ao longo da fronteira, quando o país não oferece ensino médio e superior ou os que existem são de má qualidade, não é incomum a atração de estudantes, alguns deles acabando por se radicalizar no país hospedeiro como profissionais.

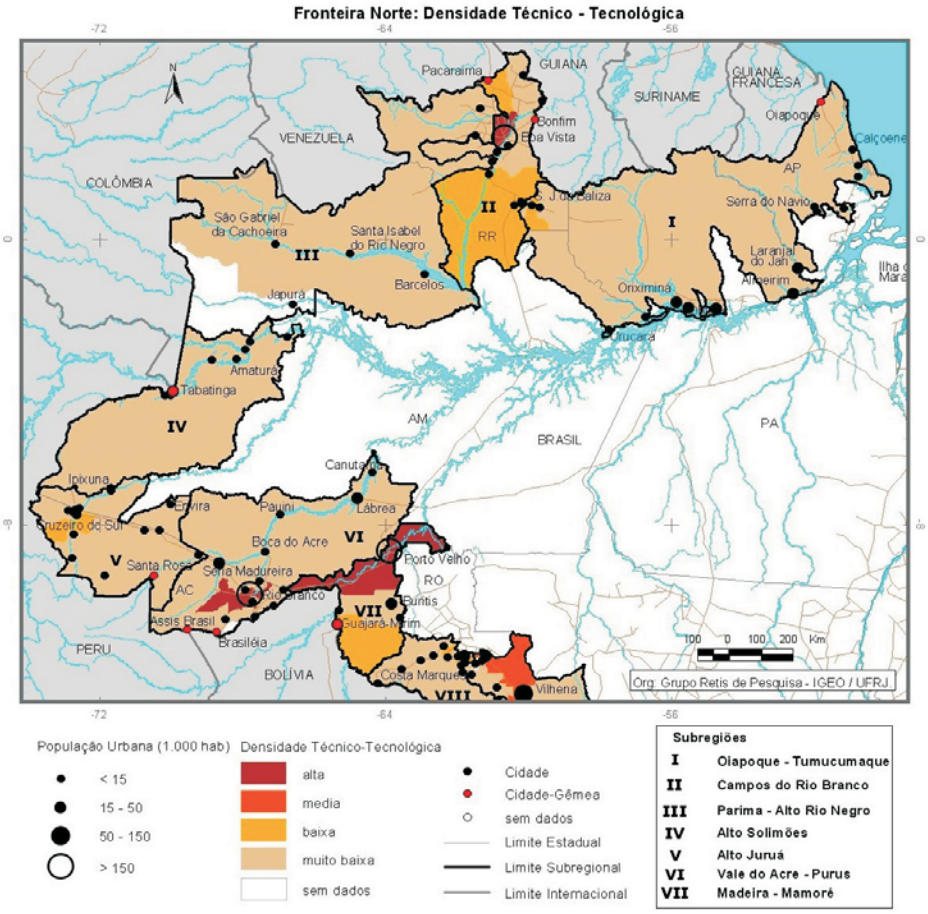
Alguns problemas e certas características da DTT serão destacados a partir dos resultados obtidos com a regionalização e de acordo com a abordagem proposta, ou seja, relacionando-os (frouxamente) ao sistema territorial. Os elementos do sistema que nos interessa relacionar à DTT é o grau de urbanização (% pop. urbana/pop. total municipal); % PEA urbana/PEA total; taxas de crescimento da população urbana e total municipal (1991 – 2000); e % população ocupada em atividades primárias e terciárias / P.O total (2000).

O arco indígena na fronteira norte

Apesar de fluxos imigratórios procedentes de outras regiões do país (principalmente do Nordeste), o Arco Norte se caracteriza pela presença indígena, territorialmente (reservas homologadas ou não) e em termos da identidade étnico-cultural. A população indígena está dispersa em sub-regiões de grande extensão (só a sub-região Oiapoque-Tumucumaque tem 350 mil km^2), com terras indígenas (administradas pela Funai) localizadas propositalmente ao longo da divisória internacional (zonas-tampão), onde também foram criadas unidades de conservação. Não é incomum a criação desses territórios especiais dos dois lados do limite internacional. São zonas, tampão tanto para a proteção do patrimônio ambiental diante das frentes madeireiras, garimpeiras e agrícolas, como na estabilização da linha de fronteira.

O sistema territorial do Arco Norte é composto por padrões produtivos diferenciados. A agricultura itinerante de subsistência indígena é o mais ubíquo padrão produtivo. Apresenta baixíssimo valor da produção assim como DTT muito baixa. Sua substituição por cultivos das frentes agrícolas e destas por grandes fazendas de gado (2º padrão produtivo) levam à concentração fundiária e ao afluxo urbano de mão-de-obra não qualificada, domiciliada no urbano e ocupada predominantemente na área rural. O terceiro padrão produtivo é formado por empreendimentos mineradores, silvicultores e madeireiros, com baixa absorção de mão de obra (qualificada e não-qualificada) e alto valor da produção. Nota-se que a maioria dos 76 municípios do Arco Norte apresenta DTT muito baixa e somente dois, correspondentes a capitais estaduais (Boa Vista e Rio Branco), apresentam qualificação mais diversificada da mão-de-obra e alta DTT.

Além do principal eixo de circulação, o Rio Amazonas, que articula a faixa de fronteira e a Região Amazônica com a Colômbia e o Peru, dois eixos de articulação rodoviária com os países vizinhos estão parcialmente implantados: a Transamazônica em direção ao Peru (sentido leste-oeste), e o eixo do Caribe no sentido norte-sul (Venezuela e Guiana). O problema é que os dois últimos cortam ou estão nas proximidades de reservas extrativistas, terras indígenas e unidades de conservação, sem que haja clareza quanto à forma de articulação entre as unidades especiais e os sistemas produtivos territoriais, exceto aquela do 'empilhamento', fonte constante de tensão e conflito.



De fato, quais políticas de C&T seriam adequadas para o Arco Norte dependerá em grande parte da melhoria de infra-estrutura de energia, transporte, urbana e de cidadania (saúde, educação, habitação, comunicação) e de sua interação com as unidades de conservação e terras indígenas. Em sentido estrito, iniciativas de desenvolvimento científico-tecnológico deveriam em primeiro lugar priorizar a criação de centros de pesquisa voltados para o estudo da biodiversidade amazônica (farmacologia), à arqueologia e à antropologia indígena (como já existe em Leticia, cidade-gêmea de Tabatinga, na Amazônia colombiana). O Inpa e o Museu Goeldi (ambos fora da faixa de fronteira) são gotas no oceano de potencial a ser explorado com fins científicos-tecnológicos de médio e longo prazos.

Um segundo elemento para futuras agendas de C&T é de ordem conceitual. As ações institucionais (Funai, ONGs, programas federais, estaduais, etc.) deveriam ser incentivadas a desenvolver indicadores de desenvolvimento regional adaptados às características culturais da população local, principalmente no que se refere aos grupos indígenas. A visão dual, simplista e tola, de um Brasil moderno e de um Brasil arcaico (primitivo) subestima o vinculo entre o trabalho material e imaterial, como já sabem as ONGs que promovem a arte e artesanato indígena fora do Brasil.

Um terceiro elemento é estimular redes de cooperação urbanas e rurais por meio dos arranjos produtivos locais (APLs), inclusive transfronteiriços, de modo a melhorar a comercialização de produtos com baixo valor agregado e estimular produtos com 'certificação de origem'' (com a pós-moderna 'imagem de marca' Amazônia).

Embora não esteja claro quais as perspectivas futuras das APLs, elas já estão sendo testadas na sub-região do Alto Solimões (artesanato, pesca artesanal), além da iniciativas como a do governo do Amazonas incentivando a movelaria tendo como principal comprador o próprio estado local.

Arco Central – divergências entre desenvolvimento regional e geração de emprego e [baixa] renda

As diferenças entre as sub-regiões do Arco Central se devem em parte a aspectos econômicos – transição entre a Amazônia e o centro-sul do país, e em parte a aspectos fisiográficos – encontro entre as duas maiores bacias hidrográficas sul-americanas, a Bacia Amazônica e a Bacia do Paraná-Paraguai. De forma mais visível que no Arco Norte, aqui estão 'empilhados' no território padrões diferentes de sistemas produtivos acompanhados de tensa convivência entre diferentes grupos étnico-culturais (indígenas; imigrantes sulistas; descendentes de escravos; paulistas; imigrantes paraguaios, bolivianos).

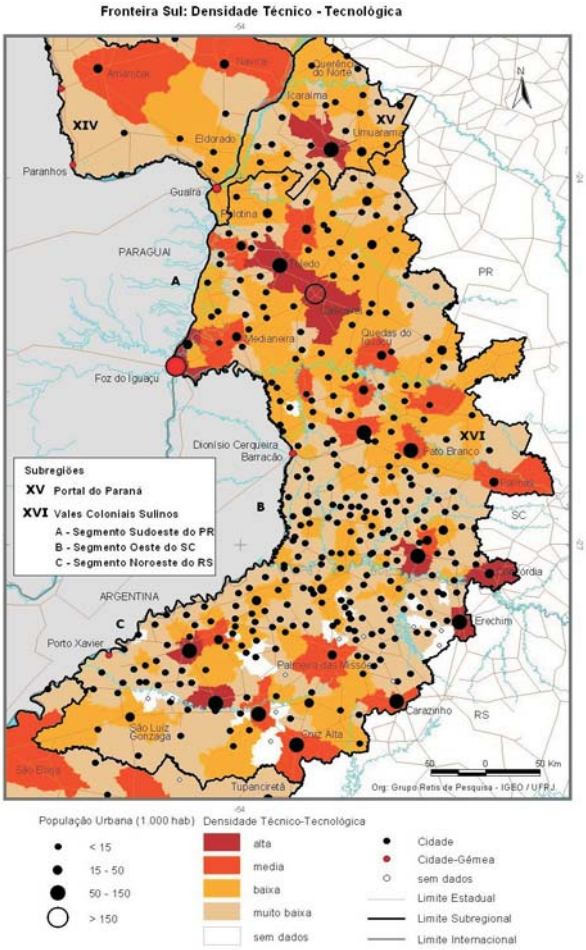
O primeiro padrão é constituído pelas conhecidas 'frentes' agropecuárias, compostas por uma simbiose entre pequenos e grandes produtores rurais (a simbiose deriva principalmente da formação de pastagens no regime de parceria, com plantio de milho, arroz, mandioca). Os primeiros com baixa produtividade e baixa DTT, porém cultivos diversificados (em terra própria ou de terceiros), enquanto os grandes produtores ocupam a

maior parte das terras com gado de corte (criação e engorda) de alta qualidade destinado à exportação, sem que o nível empresarial dos empreendimentos e a tecnologia empregada na melhoria do rebanho se reflitam na DTT regional. Nas sub-regiões de Dourados e Cone Sul-mato-grossense, dos 31 municípios apenas quatro registram DTT média e um município DTT alta (Dourados), todos os outros com baixa DTT. O contraste com o valor da produção é notável na última sub-região onde se concentram os municípios com os valores mais elevados e predomínio de baixa DTT.

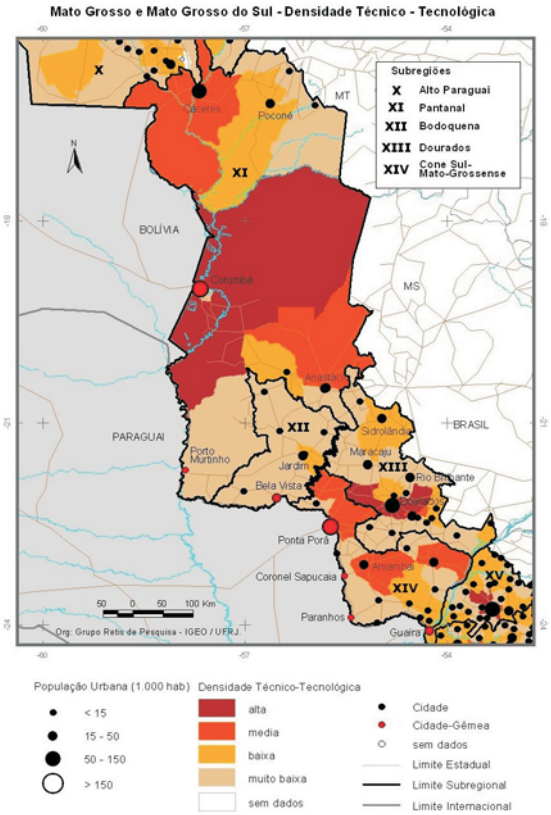
Embora parte considerável da exportação de carne oriunda dos rebanhos regionais já tenha certificação de qualidade, o fato de que muitos proprietários tenham fazendas criatórias no Paraguai, deslocando as rezes para o Brasil de acordo com sua necessidade, dificulta o controle de doenças como a aftosa. A rede de vigilância sanitária não consegue dar conta do criatório pertencente a fazendas cujas terras se sobrepõem ao limite internacional. Campanhas de controle sanitário deveriam, portanto, englobar áreas limítrofes dos países vizinhos, ações coordenadas localmente por comitês de fronteira, por exemplo.

O segundo padrão de sistema produtivo é o "pantaneiro", com grandes fazendas de gado de corte, criado de forma extensiva em pastagens naturais, geralmente tocadas por administradores e capatazes. Na última década, o crescimento do turismo ecológico e rural no Pantanal (nacional e estrangeiro) tem funcionado como uma 'barreira' à expansão de grandes empreendimentos agroindustriais na sub-região. Exceto as cidades de Corumbá, Cáceres e Aquidauana, com alta DTT, a maioria dos municípios tem baixa DTT.

O terceiro padrão é o dos agronegócios (soja, milho, algodão, cana de açúcar) e foi introduzido por 'colonos sulistas' ou 'gaúchos' (termos genéricos). A borda sul da grande Chapada dos Parecis/Mato Grosso é a área exemplar embora as plantações continuem em direção a Mato Grosso do Sul, passando por Dourados. Caracterizado pelo uso de maquinário sofisticado e baixa absorção de mão-de-obra, já é visível o esgotamento do solo e a incidência de pragas nas plantações em vários trechos das sub-regiões do Arco Central. Dos 14 municípios da sub-região da Chapada, apenas quatro apresentam DTT média, os outros níveis muito baixos. Em outras palavras, a difusão de empreendimentos que fazem uso de alta tecnologia tem papel irrisório na elevação do nível técnico-tecnológico da população local.



O quarto padrão é o industrial-comercial. Embora vinculado ao anterior por redes de secagem e armazenamento de grãos tem ímpeto próprio. O exemplo mais promissor é a ainda tímida difusão de pequenas unidades industriais de produção de amido de mandioca nas áreas rurais, com investimento paranaense, paulista e sul-mato-grossense. Responsável por uma mudança de perfil do cultivo da mandioca (tradicionalmente indígena e cabocla), a produção industrial de amido foi estimulada pelo avanço tecnológico no aproveitamento químico-industrial de produtos de origem orgânica (alimentos, conservantes químicos e plásticos biodegradáveis) e pela decisão governamental de permitir maior percentual de fécula em produtos alimentares. Ressalta-se o apoio do Sebrae a associações de pequenos produtores agrícolas de fécula de mandioca, matéria-prima utilizada pelas



unidades industriais (APL). Esse 'pacote' de elementos – tecnológicos, político-institucional e de iniciativa local – é uma fórmula que pode funcionar para o desenvolvimento regional, embora dependa de algumas pré-condições nem sempre presentes no território.

Ainda no padrão industrial-comercial encontram-se outras atividades que demandam ações especificas de C&T. Uma delas é a produção de leite *in natura*, cujo principal gargalo é a difusão da tecnologia de resfriamento. Embora presente em certos locais (Aquidauana, Pantanal Sul), sua difusão e sua articulação com indústrias de laticínios é dificultada pela ausência de redes coordenadas de comercialização regional e pela presença de grandes fazendas de gado de corte separando os núcleos urbanos, o que força as pequenas indústrias a se restringirem ao mercado local, com isso reduzindo a capacidade de investimento.

Outro tipo de gargalo ocorre quando a especialização produtiva dos grandes empreendimentos reduz (ou encarece) a matéria-prima disponível para pequenas unidades industriais regionais. É o caso dos curtumes e das pequenas confecções de couros, situação agravada pelo desinteresse dos grandes criadores em romper sua própria 'cadeia produtiva', a maioria já articulada ao mercado industrial de seus estados de origem (São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul). Caso similar é o da movelaria, agora dependente de frentes madeireiras cada vez mais distantes, algumas delas exploradas por empresas brasileiras no Paraguai e, com freqüência, contrabandeadas para as regiões industriais da faixa atlântica.

Mencionam-se, ainda, os projetos de construção de pólo petroquímico em Corumbá, tendo como matéria-prima o gás boliviano. A escala do empreendimento é internacional e o investimento tecnológico elevado, porém tensões políticas provenientes da reação de certos segmentos bolivianos contra o poder da Petrobras, na Bolívia, podem frustrar o projeto caso não sejam negociadas com o devido cuidado contrapartidas para o país vizinho. Algumas dessas contrapartidas poderiam se localizar na própria área de fronteira, a partir da criação, por exemplo, de 'zonas de integração fronteiriça' (ZIF), ou seja, zonas transfronteiriças binacionais regida por normas especiais.

Finalmente, pertence também ao padrão de sistema territorial industrial-comercial a indústria de confecções, encontradas em grandes, médios e pequenos centros urbanos, principalmente nos Arcos Central e Sul da faixa de fronteira, e que está se constituindo numa das principais formas de geração de emprego e renda. Nas últimas décadas, quase que simultaneamente a expansão de indústrias 'capital-intensivas', ou seja, de alto nível tecnológico, uma forma híbrida de atividade industrial, muito antiga, adquiriu novo ímpeto em vários lugares do mundo, tanto em países ricos como nos países em desenvolvimento. Combina trabalho manual informal (qualificado ou não) com uso de maquinaria sofisticada e 'indústria doméstica'. Sua conexão com indústrias 'capital-intensivas' em uma ou várias pontas de um processo produtivo territorialmente disperso, configuram redes de produção ou 'cadeias produtivas' complexas e de elevada flexibilidade (vida útil, contratação de mão de obra, estoques, etc.). As *sweat-shops* (referência a insalubridade das condições de trabalho) urbanas são mais difundidas no ramo das confecções, porém são encontradas também em outros setores.

Aqui estamos diante do exemplo mais importante, entre os outros acima assinalados, da divergência entre conceitos, estratégias e ações dirigidas ao desenvolvimento regional e à geração de emprego e renda. O desenvolvimento regional depende de ações de longo prazo, visto estar associado ao aumento de diversas densidades, econômica, social, tecnico-tecnológica e institucional. Segundo as teorias clássicas de desenvolvimento regional supunha-se que novos pólos de investimento industrial e/ou iniciativas de políticas de C&T teriam como efeito 'natural' o aumento da oferta de empregos e da renda da população. O que ocorre atualmente é que o êxito de um novo investimento industrial tende a ser medido pela adoção de novas tecnologias (materiais, organizacionais, procedimentos, etc.) geralmente poupadoras de mão de obra, e pelo aumento do PIB regional e/ou capacidade de exportação.

Está-se diante, portanto, de uma reorganização do espaço produtivo fundamentada em relação não linear entre novos investimentos e firmas dotadas de tecnologia industrial, e a geração de emprego e renda. As *sweat-shops* estão se tornando uma das soluções para o desemprego urbano, fazendo uso ao mesmo tempo de maquinário tecnologicamente sofisticado e predomínio de mão-de-obra informal com baixo nível tecnico-tecnológico, trabalhando em condições difíceis (insalubridade, longas horas de trabalho, salário-produtividade, ausência de direitos trabalhistas), porém que se tornam aceitáveis para os trabalhadores em busca de emprego.

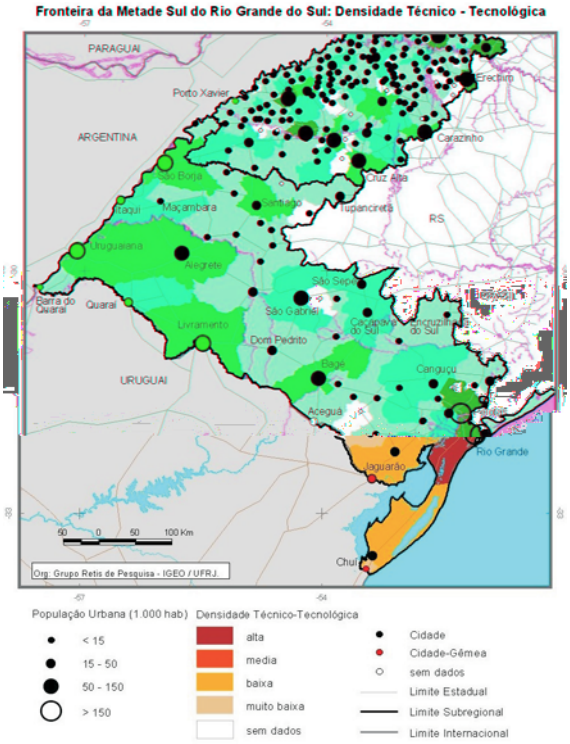
Arco Sul – transbordamento brasileiro além-fronteira

As sub-regiões do Arco Sul são espaços com maior influencia do legado socioeconômico e cultural europeu, com fronteiras mais permeáveis e interações mais intensas com os países vizinhos (Paraguai, Argentina e Uruguai). É o espaço mais afetado pela dinâmica de intercâmbios e deslocamentos transfronteiriços, decorrentes em parte da intencionalidade do projeto de integração do Mercosul e em parte da expansão espontânea secular de redes imigratórias, comerciais e agroindustriais das regiões sulinas (principalmente na sub-região Metade Sul do RGS). Em decorrência da forte interação transfronteiriça é também o Arco Sul que concentra o maior número de cidades-gêmeas, muitas em fronteira seca, outras já articuladas por pontes.

Dos 420 municípios que compõem as três sub-regiões, 92% apresentam baixa DTT e somente 3% alta DTT. Certo que a densa malha municipal, a intensa urbanização (47% dos municípios tem mais de 50% da população em áreas urbanas) e a razoável cobertura do território pelas vias de circulação terrestre conectando a área de fronteira com o litoral atlântico são fatores conducentes à concentração da DTT em localidades centrais. Porém, tal concentração também reflete a forte instabilidade populacional dos municípios fronteiriços do Arco Sul na última década, decorrente em parte da instabilidade econômica e mudanças no sistema produtivo com conseqüente demanda cambiante por mão-de-obra nas áreas rurais e urbanas, além da incapacidade dos setores industriais e terciários urbanos de absorver a população deslocada. Somente 16% do total dos municípios tinham mais de 50% do total do pessoal ocupado no setor terciário. Por outro lado, 49% dos municípios registraram mais de 50% do total do pessoal ocupado no setor primário, enquanto a maioria registrou pessoal ocupado tanto em atividades urbanas (industrial e terciário) como rurais. A mobilidade populacional também é responsável pelo fato de 20% dos municípios perderem população (urbana e rural) entre 1991 e 2000, um refluxo que atingiu particularmente as sub-regiões Portal do Paraná, noroeste do Rio Grande do Sul e oeste de Santa Catarina.

Em compensação, os valores da produção industrial e agrícola são os maiores da faixa de fronteira, assim como a diversificação de produtos comercializados, com destaque para noroeste do Rio Grande do Sul e sudoeste do Paraná. Repete-se no Arco Sul a mesma situação encontrada no Arco Central, de disjunção entre o nível tecnológico das atividades produtivas e a DTT, medida pela formação de recursos humanos.

É a expansão de empresas brasileiras, a compra de terras por brasileiros no Paraguai, Argentina e Uruguai, a pressão pela integração logística das vias de circulação de modo a facilitar o comércio com os países e portos do Pacifico, e a imigração para os países vizinhos, os aspectos a serem destacados no Arco Sul (tendência similar ocorre no Arco Central). As agendas para políticas de C,T&I não poderão atender a todas as questões aí embutidas, escolhas deverão ser feitas, de preferência aquelas que beneficiam o coletivo e não interesses individualizados na figura de um só país.



3. Propostas

Arquitetura e articulação da cidadania nos espaços regionais

– Criar o Portal da Fronteira (internet) é fundamental para divulgar informações de natureza científica, política (legislação), econômica (alocação de investimentos em C&T) e social (espaços interativos para troca de experiências e discussão de problemas específicos das populações fronteiriças).

– Criar e aperfeiçoar mecanismos de cooperação/integração com os países vizinhos para compatibilizar dados e estatísticas nacionais.

– Utilizar recursos do Fust e do Programa Sociedade da Informação (Socinfo) para implantação de internet pública nos municípios.

DESENVOLVIMENTO REGIONAL FRONTEIRIÇO

– Reavaliar a concepção dominante das políticas de C,T&I, hoje dirigidas preferencialmente para o setor industrial e a agricultura industrial em detrimento do conjunto da produção social dos territórios.

– Incentivar a implantação do Sistema "S" em cada sub-região da faixa de fronteira.

– Priorizar o ensino médio e a educação técnica e profissional, considerando que a maior parte dos municípios da faixa de fronteira não os tem, e considerando que não é possível criar um ambiente propício ao desenvolvimento de C,T&I sem os elementos básicos de educação nos espaços locais e regionais.

– Estimular a ampliação dos programas de qualificação profissional, federais e estaduais, nos municípios da faixa de fronteira, com abertura (bolsas de estudo) para a população fronteiriça dos paises vizinhos.

– Criar programa de bolsas de pesquisa para pós-doutorandos brasileiros em países da América do Sul, com o objetivo de ampliar a base de dados do Brasil sobre os países sul-americanos.

– Priorizar demandas de C&T que sejam comuns ao Brasil e países vizinhos.

– Ampliar iniciativas já existentes como o Prosul (CNPq), de modo a incentivar pesquisas bi ou tri-nacionais sobre os países vizinhos.

– Criar centros de pesquisa na fronteira norte, congregando pesquisadores dos paises vizinhos.

– Desenvolver indicadores de desenvolvimento regional adaptados às características culturais da população local, principalmente no que se refere aos grupos indígenas.

REFERÊNCIAS

ARRIGHI, Giovanni. *O longo século XX:* dinheiro, poder e as origens do nosso tempo. São Paulo: Unesp, 2000.

BIJKER, Wiebe E.; HUGHES, Thomas P.; PINCH , Trevor (Ed.). *The social construction of technological systems:* new directions in the sociology and history of technology. Cambridge: MIT Press, 1994.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Proposta de reestruturação do programa de desenvolvimento da faixa de fronteira:* bases de uma política integrada de desenvolvimento regional para a faixa de fronteira. Brasília: Ministério da Integração, 2005.

BURNIER, Michael. Du travail industriel au travail relationnel: contribuitions à l'histoire de la socialization du travail. *Futur Antérieur,* 22, n. 2, 1994. Semestral.

FLORES, Murilo. Falácia no campo. *O Globo*, Rio de Janeiro, 24 fev. 2005.

HUGHES, Thomas P. The evolution of large technological systems. In: BIJKER, Wiebe E.; HUGHES, Thomas P.; PINCH , Trevor (Ed.). *The social construction of technological systems:* new directions in the sociology and history of technology. Cambridge: MIT Press, 1994. p. 51-82.

LEE, Mary E. The evolution of technology: a model of socio-ecological self-organization. In: LEYDESDORF, Loet; BESSELAAR, Peter Van den. *Evolutionary economics and chaos theory:* new directions in technology studies. New York: St Martin's Press, 1994. p. 167-180.

LEYDESDORF, Loet; BESSELAAR, Peter Van den. *Evolutionary economics and chaos theory:* new directions in technology studies. New York: St Martin's Press, 1994.

MACHADO, Lia Osório. Estado, territorialidade, redes: cidades-gêmeas na zona de fronteira sul-americana. In: SILVEIRA, María Laura (Org.). *Continente em chamas:* globalização e território na América Latina. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005. p. 243-284.

_____. Região, cidades e redes ilegais: geografias alternativas na Amazônia sul-americana. In: GONÇALVES, Maria Flora; BRANDÃO, Carlos; GALVÃO, Antônio Carlos (Org.). *Regiões e cidades, cidades nas regiões:* o desafio urbano-regional. São Paulo: Ed.Unesp, 2003, p. 695-707.

NEGRI, Antonio. *Cinco lições sobre império.* Rio de Janeiro: DO&A, 2003.

Cooperação Sul-Sul para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia

Luis E. Aragón[*]

Introdução

Este trabalho analisa iniciativas de cooperação Sul-Sul, indicando propostas desse tipo de cooperação como mecanismos para elevar a capacidade em C&T na Amazônia.

Cooperação Sul-Sul, uma alternativa para o fortalecimento científico e tecnológico de países em desenvolvimento

Grosso modo, entende-se por cooperação Sul-Sul aquela realizada entre países subdesenvolvidos, diferenciando-a dos conceitos de cooperação horizontal e cooperação Norte-Sul. A cooperação horizontal refere-se àquela realizada entre países de nível de desenvolvimento semelhante, como, por exemplo, entre Estados Unidos e a União Européia, ou mesmo entre países europeus. A cooperação Sul-Sul é, portanto, também cooperação horizontal, quando se dá entre países subdesenvolvidos. A cooperação Norte-Sul refere-se aquela realizada entre países desenvolvidos e países subdesenvolvidos.

Em geral, as maiores iniciativas de cooperação científica são do tipo Norte-Sul e se dão de diversas formas. Com raras exceções os descobrimentos científicos mais importantes ocorrem em países desenvolvidos, resultando, como conseqüência, uma enorme distância entre os dois, em termos de ciência e tecnologia produzida em suas instituições. Desse desequilíbrio

[*] Luis E. Aragón é professor e pesquisador do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da Universidade Federal do Pará (Naea/UFPA), sendo coordenador do Núcleo de 2000 a 2004.

surgem diversas formas de cooperação para "transferir" conhecimento científico dos países desenvolvidos para países em desenvolvimento: missões técnicas, ajuda técnica, programas de capacitação em países desenvolvidos. Entretanto, a possibilidade de transformar essa cooperação num mecanismo eficiente para a transferência e geração de ciência e tecnologia, em países em desenvolvimento, depende do fortalecimento da capacidade científica local para absorver, adaptar e expandir o conhecimento científico e poder assim responder eficientemente ao rigor e aos desafios que o desenvolvimento científico demanda.

Ainda que sejam muitos e inegáveis os logros alcançados por meio dessa forma de cooperação no Brasil, é também verdade que, em geral, os países desenvolvidos têm se beneficiado significativamente desse tipo de cooperação, criando, em muitos países subdesenvolvidos, condições de dependência e alimentado o círculo vicioso de fuga de competências. Num estudo encomendado pelo Banco Mundial, estima-se que durante a década de 1980 o número de estudantes universitários matriculados fora de seus países de origem, no mundo todo, aumentou 29% (de 920.000, em 1980, para 1.2 milhões, em 1990), com forte tendência ascendente; sendo que a maioria era originária de países em desenvolvimento matriculados em países desenvolvidos (Laus, 2003). Não há dúvida que a carência de mecanismos e programas para fortalecer a capacidade instalada em países em desenvolvimento, gera, ao longo prazo, benefícios econômicos significativos para os países desenvolvidos, inclusive contribuições importantes em novas descobertas científicas e tecnológicas em instituições desses países, gerando *royalties* que países em desenvolvimento terão que pagar para ter acesso a elas. Segundo o mesmo estudo, entre 1960 e 1990 mais de um milhão de profissionais e técnicos de países em desenvolvimento foram aceitos no Canadá e Estados Unidos e estima-se que somente da América Latina 40 mil cientistas saem anualmente com destino a nações ricas (Laus, 2003).

A cooperação Sul-Sul, por outro lado, tem sido tradicionalmente muito débil, desconhecendo-se a existência de importantes instituições científicas em países em desenvolvimento, com capacidade de transferir conhecimentos, que atuando de forma coordenada e cooperativa poderiam fortalecer sua capacidade científica e de negociação, seguindo o princípio básico de que a cooperação deve, antes de tudo, contribuir para reduzir as assimetrias entre países e estimular formas autóctones em busca do desenvolvimento humano

sustentável. Ou como afirma Sachs (1994), "a cooperação faz sentido somente como uma contribuição para alcançar soluções adequadas nos países em desenvolvimento conforme suas próprias formas e necessidades".

Face ao atual processo de globalização e mundialização dos mercados, a cooperação Sul-Sul na América Latina, além da cooperação bi-lateral, revela-se em duas dimensões claramente identificáveis: (1) a dimensão regional onde um grupo representativo de países propõe-se abordar conjuntamente problemas que afetam a região como um todo, como por exemplo, a Cúpula Ibero-Americana de chefes de estado; e, (2) a dimensão sub-regional onde grupos de países limítrofes juntam-se com o propósito de abordar problemas mais específicos, como o Mercosul, a Comunidade Andina de Nações e a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica.

O fortalecimento de blocos sub-regionais tem exigido da cooperação internacional novas estratégias e definições. Em síntese, a cooperação internacional deixa de ser simplesmente cooperação técnica ou econômica e converte-se num instrumento de desenvolvimento, por meio do qual se trabalha de forma conjunta, em parcerias, em blocos de países, face ao processo de globalização que afeta a todos, e lança-se mão das vantagens comparativas que os complementam (Atria, 1999). A cooperação passa a ser, então, elemento estratégico especialmente para países em desenvolvimento. Busca-se a unidade na diversidade, o que implica respeito às identidades próprias de cada aliado, a seus valores e a suas culturas, ao mesmo tempo em que se buscam complementaridades e traços culturais comuns para fortalecimento mútuo e do bloco que os integra (Aragón, 2001).

Em síntese, como afirma o diretor executivo da Academia de Ciências do Terceiro Mundo:

"[. . .] o desafio consiste em que os países em desenvolvimento consigam dominar a ciência e a tecnologia moderna e a apliquem a seus próprios requisitos, para assim alcançar um desenvolvimento sustentável. Encarar esse desafio requer políticas radicais tanto por parte dos governos do Sul como por parte dos países doadores. E as políticas deverão incluir incrementos substanciais na pesquisa e desenvolvimento, a integração total da ciência e da tecnologia nos planos nacionais de desenvolvimento; assim como o incremento da capacidade nacional e regional em ciência e tecnologia, a intensificação da cooperação regional, forjando, inclusive, novas

parcerias com instituições altamente competentes do Norte, e fomentando o estabelecimento de fortes alianças nacionais e regionais entre a indústria e as instituições de pesquisa (Hassan, 1992: 35-36)".

Experiências de cooperação Sul-Sul para o desenvolvimento da ciência e tecnologia na Amazônia

Com o fortalecimento do movimento ambientalista ao redor do mundo, a Amazônia passou a ser alvo da atenção mundial, surgindo, como conseqüência, todo tipo de tratamento e reivindicação. Nesse cenário, a cooperação Sul-Sul surge como uma alternativa viável dos países amazônicos assegurar sua soberania sobre a região, facilitar o conhecimento mútuo entre instituições com interesses semelhantes na região, fortalecer a capacidade instalada na região, e aumentar a capacidade de negociação. Entre essas experiências destacam-se as seguintes:

- a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica
- a Associação de Universidades Amazônicas
- o Programa de Cooperação Sul-Sul sobre Desenvolvimento Socioeconômico Ambientalmente Adequado nos Trópicos Úmidos
- o Programa Prosul
- outras iniciativas

A Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA)

A OTCA oferece o marco diplomático e político para a implementação de ações de cooperação em ciência, tecnologia e desenvolvimento regional tanto entre países amazônicos como do bloco sub-regional que os integra e demais países e organizações. O Tratado de Cooperação Amazônica (TCA) foi assinado em Brasília, em 03 de julho de 1978, pelas repúblicas de Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname e Venezuela, sendo ratificado pelos parlamentos de todos os países em 1980. Uma reforma do tratado criando a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, com a secretaria permanente em Brasília foi ratificada por todos os parlamentos em agosto de 2002, e efetivamente instalada em 2003.

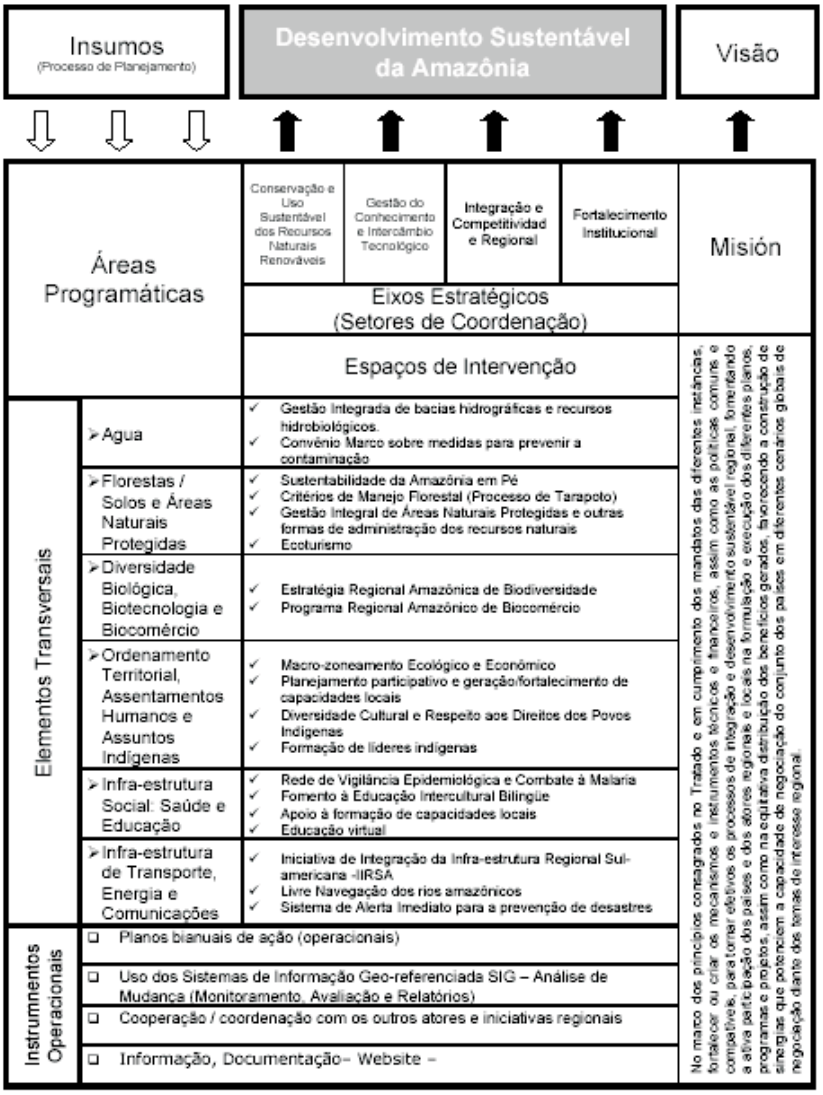
Ao longo desses 27 anos, o TCA passou por quatro fases até sua afirmação atual como organização multilateral de cooperação (OTCA, 2004): 1) de 1978 a 1989, na qual a principal preocupação dos países signatários estava voltada a expressar, frente à comunidade internacional, seu direito soberano sobre o destino de suas respectivas amazônias; 2) de 1989 a 1994, que se inicia com a primeira reunião de presidentes dos países do TCA, realizada em Manaus, o tratado é profícuo em realizações apresentando-se, inclusive, como bloco sub-regional perante a Conferência Rio-92, estabelecendo um diálogo mais eqüitativo com países desenvolvidos e reafirmando os princípios de soberania dos países amazônicos sobre os territórios amazônicos; 3) de 1994 a 2002 representa o amadurecimento institucional do tratado, culminando com a criação da secretaria permanente do TCA; 4) a partir de 2002, com a criação da OTCA, o tratado passa a atuar como organismo multilateral de cooperação, como pessoa jurídica, e com estrutura institucional própria, o que lhe permite novas formas de articulação e negociação.

A Figura 1 apresenta a matriz lógica do plano estratégico da organização aprovado para os próximos 12 anos (2004-2012). Sem ferir os princípios que norteiam o tratado, o plano define para a OTCA uma missão que a identifica como uma organização catalisadora, coordenadora de diversas iniciativas que levem ao fortalecimento institucional e da capacidade local, como elementos essenciais para o desenvolvimento:

"No marco dos princípios consagrados no tratado e em cumprimento dos mandatos das diferentes instâncias, fortalecer ou criar os mecanismos e instrumentos técnicos e financeiros, assim como as políticas comuns e compatíveis para tornar efetivos os processos de integração e desenvolvimento sustentável regional, fomentando a ativa participação dos países e dos atores regionais e locais na formulação e execução dos diferentes planos, programas e projetos, assim como na eqüitativa distribuição dos benefícios gerados, favorecendo a construção de sinergias que potenciem a capacidade de negociação do conjunto dos países em diferentes cenários globais de negociação diante dos temas de interesse regional (OTCA, 2004: 11).

Um dos quatro eixos estratégicos do plano, gestão do conhecimento e intercâmbio tecnológico, refere-se à geração e gestão de conhecimento sobre a realidade regional que permita dar respostas às demandas sociais, políticas, econômicas e tecnológicas identificadas pelos países amazônicos para o aproveitamento sustentável da região (OTCA, 2004: 13).

Matriz lógica do plano estratégico da OTCA



Fonte: OTCA, 2004, p. 11

Figura 1

Nesse sentido, a OTCA se propõe a estimular o desenvolvimento científico e tecnológico dentro da região, aproveitando a capacidade instalada regional e nacional voltada para o desenvolvimento da Amazônia, fortalecendo a cooperação inter-institucional e acadêmica em todas as áreas do conhecimento.

A associação de universidades amazônicas (Unamaz)

A Unamaz foi criada em 18 de setembro de 1987, por recomendação de cientistas, professores e pesquisadores reunidos em seminário internacional promovido pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e patrocinado por Unesco, OEA e outros organismos, em Belém. A associação é definida como uma sociedade civil não-governamental e sem fins lucrativos e integra universidades e instituições de pesquisa de todos os países amazônicos. A Unamaz representa a culminação de uma série de tentativas de cooperação na busca de ações conjuntas e concretas que levassem ao reconhecimento das instituições científicas amazônicas no processo de desenvolvimento da Região Amazônica. A associação exerce, portanto, fundamentalmente, uma função catalisadora de ações que permitem as universidades e institutos de pesquisa da região, coletiva e de forma multidisciplinar e internacional, analisar criticamente a realidade amazônica e oferecer alternativas que contribuam para a solução dos grandes problemas que afetam o desenvolvimento da Amazônia como um todo (Acevedo, 2003).

Ao longo de seus quase 20 anos, foram realizados por meio da Unamaz diversos cursos de especialização, seminários, conferências, pesquisas e publicações, com patrocínio de organismos internacionais como Unesco, UNU, OEA, CE, BID, IDRC, e nacionais como MCT, CNPq, Capes, Finep e agências locais. A associação trabalha em consonância com a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, sendo que a parceria entre as duas se fortalece dentro do plano estratégico do tratado, assumindo a execução de algumas atividades que envolvem o desenvolvimento científico e tecnológico na região (OTCA, 2004).

Entre as diversas atividades da associação, merecem destaque especial: o programa editorial da associação, com a Série Cooperação Amazônica alcançando 23 volumes (além de publicações avulsas), cobrindo temas sobre ciência e tecnologia, educação superior, meio ambiente, saúde, populações humanas, desenvolvimento, e muitos outros; o projeto de Avaliação de impactos sobre saúde ambiental na Amazônia (Eisa), que resultou na implantação de um mestrado em saúde e desenvolvimento da Amazônia, na Universidade Central de Venezuela; o programa de Educação ambiental à distância (Edamaz) dirigido à capacitação em educação ambiental de professores de ensino fundamental e médio e líderes comunitários da Amazônia

de Brasil, Bolívia e Colômbia; o Projeto Regional de Educação Média e Superior (Promesup), patrocinado pela OEA em 13 países da América Latina, incluindo Guiana, Brasil, Colômbia, Equador e Venezuela, por meio do qual, durante mais de cinco anos de existência, foram realizados cursos, encontros, pesquisas, e apoio à interiorização das universidades, buscando melhorar os programas de educação superior; e a promoção de diversos cursos de especialização, incluindo um curso de Formação de Especialistas em Desenvolvimento de Áreas Amazônicas (Fipam), e outro em Política de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento da Amazônia (CIPCTAM), ambos ministrados pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da UFPA.

A contribuição mais significativa da Unamaz, entretanto, tem sido a identificação de um significativo número de universidades e institutos de pesquisa dos oito países amazônicos que estão desenvolvendo programas de docência, pesquisa e extensão nos mais diversos ramos do conhecimento tomando como área de interesse a Amazônia. Juntar essas instituições numa rede tem facilitado a ampliação e integração dessas atividades e a criação de outras novas, perfilando-se, portanto, como um importante mecanismo de cooperação Sul-Sul para a implementação de ações em ciência e tecnologia que fortalecerão a capacidade instalada regional (Aragón, 1994).

O Programa de Cooperação Sul-Sul sobre Desenvolvimento Socioeconômico Ambientalmente adequado nos Trópicos Úmidos[1]

Esse programa, mais conhecido simplesmente como Programa Sul-Sul, resultou de recomendações de uma Conferência de *follow-up* da Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio 92, realizada pela Unamaz, em Manaus, de 13 a 19 de junho de 1992, um dia após do encerramento da Conferência de Rio. Portanto, as abordagens da Conferência de Manaus e suas conclusões e recomendações foram feitas considerando as resoluções aprovadas na conferência de Rio de Janeiro. O ponto mais importante que resultou da Conferência de Manaus, e que justificou plenamente o Programa Sul-Sul, foi o reconhecimento da necessidade de

[1] Para ampliar as informações sobre o Programa Sul-Sul, consultar, entre outros Clüsener-Godt (2004); Aragón (2001), a *Newsletter South-Souh Perspectives*, publicada pelo Programa, as diversas publicações geradas pelo Programa, destacando Clüsener-Godt e Sachs (1995); Aragón (2003); Aragón e Clüsener-Godt (1997; 2003); e as mais de 35 monografias sobre Reservas da Biosfera e Similares nos Trópicos Úmidos. Acessar também a página: <http://www.unesco.org/mab/south-south/index.htm>.

estabelecer inventários abrangentes sobre as instituições de pesquisa que trabalham nos Trópicos Úmidos e suas pesquisas de maneira a evitar duplicação de esforços, identificar lacunas e ter uma melhor visão das várias oportunidades de mútuo conhecimento por meio de intercâmbio de experiências e de pesquisadores, professores e cientistas, assim como, por meio de projetos conjuntos.

Desde o momento de sua criação na Conferência da Manaus, o Programa Sul-Sul vem sendo implementado conjuntamente pela Unesco em Paris, a Universidade das Nações Unidas (UNU), em Tóquio e a Academia de Ciências do Terceiro Mundo (TWAS), em Trieste. A Unesco é a agencia executora, por meio do programa MAB na Divisão de Ciências Ecológicas. O objetivo central do Programa é testar instrumentos para fomentar a cooperação Sul-Sul nos Trópicos Úmidos, com ênfase especial na construção e fortalecimento de redes, transferência de tecnologia e melhor conhecimento da gestão de reservas da biosfera.

O programa foi formulado com o intuito de dar cumprimento às recomendações da Conferência de Manaus e pôr em marcha as recomendações da Agenda 21 adotada na Conferência de Rio de Janeiro, particularmente, a Convenção sobre Biodiversidade. Em particular, como proporcionar um meio de vida sustentável e adequado para os habitantes dos trópicos úmidos como requisito básico para o desenvolvimento. No âmbito das regiões tropicais úmidas, dever-se-ia conceder atenção especial ao fortalecimento das reservas da biosfera e ao uso racional da biodiversidade para o benefício das populações locais e indígenas e dos países respectivos, incluindo: a) a reabilitação de áreas degradadas; b) a agrossilvicultura; c) a silviecologia; e, d) o uso sustentável da terra.

Nesse marco, o programa tem buscado alcançar seus objetivos por meio de duas estratégias principais: 1) ajudando a identificar formas de fortalecimento do desenvolvimento de instituições locais envolvidas com pesquisa, educação, e gestão em relação ao uso sustentável dos recursos naturais; e, 2) recomendando ações que levem ao desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o programa tem desenvolvido ao longo desses anos ações de intercâmbio de informações e resultados de pesquisa; divulgação de conhecimento científico por meio de diversas publicações; fortalecimento de redes, especialmente as redes das reservas da biosfera na

América Latina, Ásia e África, e a Unamaz; e eventos científicos e treinamento em tópicos específicos relacionados com o desenvolvimento dos trópicos úmidos.

No que se refere à Amazônia, os resultados do programa têm sido diversos. Uma das propostas feitas na Conferência de Manaus foi a formulação e implementação de um programa de doutorado em meio ambiente e desenvolvimento dos Trópicos Úmidos no Naea. O Programa Sul-Sul facilitou as negociações para a implementação desse doutorado a partir de setembro de 1994.

Por meio do Programa Sul-Sul estreitaram-se as relações da Unesco, da UNU e da TWAS com universidades membros da Unamaz, culminando com a formalização de um convênio de cooperação assinado entre a Universidade Federal do Pará e a UNU em 1996, por meio do qual se facilita a participação de estudantes e professores estrangeiros dos países amazônicos no programas da UFPA, e se estabelecem outras formas de cooperação entre as partes. Nesse convênio foram alocadas bolsas, em parceria com o CNPq e a UNU, para estudantes estrangeiros originários de países amazônicos para participar do Curso Internacional de Especialização em Política Científica e Tecnológica para a Amazônia (Cipcitam), oferecido pelo Naea. Essa experiência com a UNU avançou, estabelecendo-se um programa de bolsas para o mestrado em planejamento do desenvolvimento (Plades/Naea) a partir de 2002[2].

O Programa Sul-Sul tem patrocinado na Amazônia também cursos de curta duração, realização de eventos sobre temas variados, incluindo água, manejo de ecossistemas costeiros, populações humanas, ciência e tecnologia, e reservas da biosfera; além de publicações, participação em diversos eventos internacionais e pesquisa comparativa relacionada com meio ambiente e desenvolvimento.

O alcance e o impacto dos resultados do programa mereceram da Conferência Mundial de Ciência, realizada pela Unesco e ICSU em Budapeste, Hungria, em 1999, sua inclusão na lista de prioridades de atividades que deveriam ser seguidas e apoiadas. Graças ao Programa Sul-Sul foram

[2] No momento está em negociação parceria entre a UNU e o CNPq para alocar sete bolsas por ano para estudantes estrangeiros dos países amazônicos cursar o Plades.

identificadas instituições chaves na América Latina, África e Ásia envolvidas com a produção de conhecimento relacionado com o desenvolvimento nos Trópicos Úmidos. A identificação dessa capacidade instalada nos trópicos úmidos está, por meio do programa, sendo acionada para facilitar intercâmbios de cientistas e a formação de pesquisadores, devendo essas ações serem ampliadas por outras iniciativas.

O Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia do Brasil com Países da América do Sul (Prosul)[3]

O Prosul é uma iniciativa brasileira em resposta à aprovação da proposta do Brasil na reunião dos presidentes dos países da América do Sul, em agosto de 2000, em Brasília, no sentido da criação de um fundo sul-americano visando a cooperação científica e tecnológica no sub-continente. A criação desse fundo está em curso e deverá ser aprovado pelos executivos e legislativos de todos os países, o que demandará tempo considerável. Considerando a grande receptividade e a relevância da proposta, o governo brasileiro decidiu, por iniciativa própria, adiantar ações, e estabeleceu um Programa com os objetivos aprovados pela reunião dos presidentes. Em 20 de dezembro de 2001, o então ministro da Ciência e Tecnologia, Embaixador Ronaldo Sardenberg, por meio da Portaria 872, criou o Prosul, com o objetivo de "apoiar atividades de cooperação em ciência e tecnologia (C&T) na América do Sul que contribuam, de forma sustentada, para o desenvolvimento científico e tecnológico da região, mediante a geração e apropriação de conhecimentos e a elevação da capacidade tecnológica dos países, em temas selecionados por sua relevância estratégica e que levem à melhoria da qualidade de vida dos seus cidadãos".

O Prosul caracteriza-se, portanto, como uma típica iniciativa de cooperação Sul-Sul. Entre outros resultados, conforme a portaria que criou o Programa, "espera-se que a criação de uma plataforma comum de iniciativas regionais em C&T, apoiada pelo programa, venha a fortalecer eventuais projetos conjuntos de cooperação que possam, no futuro, ser submetidos às instâncias nacionais e multilaterais de fomento, além de favorecer parcerias com as comunidades empresarial e industrial sul-americanas".

[3] As informações foram tomadas fundamentalmente do relatório do programa Prosul elaborado pelo presidente de seu comitê gestor, Lindoplho de Carvalho Dias, em 04/12/2003.

Como se espera, o programa Prosul aloca recursos "semente" com o intuito de fortalecer a cooperação entre cientistas do Brasil e de países da América do Sul, no sentido de gerar projetos mais robustos capazes de serem negociados em agências nacionais e internacionais de fomento.

Conforme a listagem de projetos aprovados, a Amazônia tem se beneficiado com quatro ações, sendo duas na Universidade Federal do Pará, uma na Unamaz e outra no Museu Paraense Emilio Goeldi. É importante destacar a importância dada a formação e fortalecimento de redes na América do Sul. No caso da Amazônia, compartilhada por oito países, o Prosul é um mecanismo facilitador da cooperação.

Outras iniciativas de cooperação Sul-Sul na Amazônia

Ultimamente, têm surgido outras iniciativas de cooperação Sul-Sul envolvendo ciência e tecnologia na Amazônia que estão ganhando relevância e visibilidade no contexto nacional e internacional.

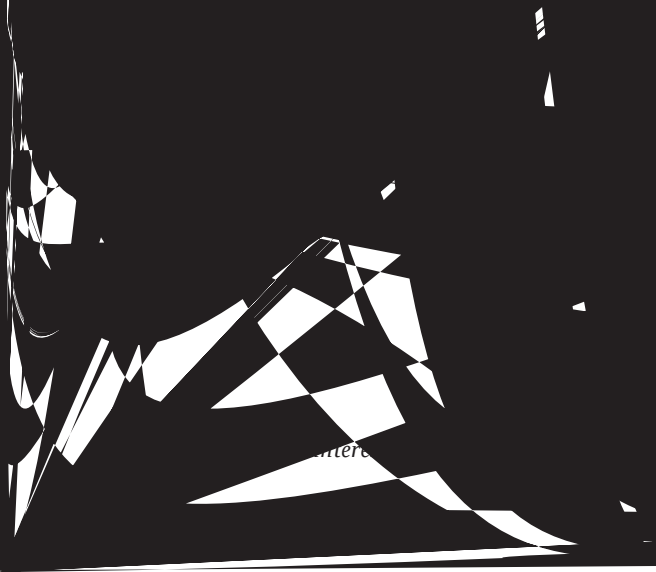
A Bolsa Amazônia é uma iniciativa que nasceu dentro do Programa Pobreza e Meio Ambiente (Poema), um programa de extensão da Universidade Federal do Pará, criado em 1991, e que atua em comunidades urbanas e rurais de mais de 47 municípios paraenses em projetos relacionados com agrossilvicultura, beneficiamento de produtos naturais, saneamento básico, saúde e nutrição, educação ambiental, capacitação, planejamento e assessoria municipal. O programa parte do princípio de que para se atingir o desenvolvimento sustentável na Amazônia é necessário formular e implementar estratégias que: 1) partam das especificidades do meio natural e sociocultural concreto na definição de modalidades de integração da Amazônia no contexto nacional e global; 2) incentivem a descentralização do planejamento a partir do município; 3) priorizem o atendimento das necessidades básicas das populações pobres, incentivando, ao mesmo tempo, a capacidade de auto-organização das mesmas como elemento imprescindível para alcançar a cidadania plena; 4) revalorizem os conhecimentos das populações camponesas e indígenas como subsídios importantes de estratégias de manejo sustentável dos ecossistemas regionais; 5) criem laços entre a produção e o beneficiamento dos produtos naturais; 6) busquem conquistar nichos de mercado que estejam se abrindo; 7) penetrem no seio da sociedade regional como referência política fortalecendo as instituições regionais na procura da sustentabilidade.

Nesse sentido, foi criado o Programa Bolsa Amazônia, uma parceria do Biotrade-Unctad e o Núcleo de Ação para o Desenvolvimento Sustentável (Poemar), uma ONG surgida do próprio Poema, lançado em novembro de 1998 em Lyon/França, durante a Conferência Internacional *Partners for Development*. É um programa regional que envolve a participação de quatro países da bacia amazônica: Brasil, Colômbia, Equador e Bolívia. A Bolsa Amazônia objetiva facilitar a comercialização, coleta de informação e promoção de produtos da Amazônia gerados de forma sustentável. Os produtos são selecionados conforme princípios ambientais, econômicos e sociais de sustentabilidade, todos eles originários da Amazônia. Pelo Programa se facilita a comercialização desses produtos feitos na base de fibras, cascas, frutas, ervas aromáticas e outros, em nível nacional e internacional, fortalecendo, dessa forma, a capacidade econômica de comunidades locais.

A Iniciativa Amazônica: Consórcio Internacional para a Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Naturais, é uma rede integrada pelos sistemas nacionais de pesquisa agrícola de Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela, e outras instituições regionais que "busca contribuir para a melhoria das condições de vida das populações amazônicas por meio de ações de pesquisa e desenvolvimento socioambiental à prevenção, redução e recuperação da degradação de recursos naturais, e à maior adoção de práticas que levem ao desenvolvimento sustentável (IA, 2004)".

A Figura 2 ilustra os objetivos e resultados esperados das atividades da iniciativa amazônica que está em fase de implementação, mas que já realizou importantes eventos e contatos internacionais para viabilizar seu programa, especialmente no que se refere à recuperação de áreas degradadas na Amazônia.

Ob



Vale mencionar aqui também o "Protocolo de Integração das Universidades da Amazônia Legal" (Piual), mesmo que essa iniciativa se dê somente na Amazônia brasileira. O Piual foi assinado em 1979 pelas instituições de educação superior da Amazônia brasileira com o objetivo de buscar a "consolidação de um programa de racionalização de recursos e da colaboração recíproca entre as instituições participantes, fazendo dele uma experiência útil para o tratamento em conjunto dos problemas comuns e para o estabelecimento de uma linguagem uniforme no dialogo entre ele e o Ministério da Educação e todas as instituições federais e regionais que atuam na Região Amazônica" (Estatutos do Piual).

É reconhecida a importância desse protocolo no aumento dos cursos de pós-graduação na Amazônia (Cury, 1997) e da interiorização de seus programas (Aragón, 2001).

Uma outra iniciativa, criada em 2001, é o "Protocolo de Integração das Instituições de Ensino Superior do Pará" com o objetivo de maximizar recursos físicos, humanos e financeiros para o estabelecimento de programas conjuntos (ou em consórcio) de formação de recursos humanos voltados para os interesses regionais.

Lições da cooperação Sul-Sul na Amazônia

Esse rápido balanço permite identificar questões chaves para a implementação de programas de cooperação Sul-Sul na Amazônia.

Em primeiro lugar, pode ver-se claramente o papel da liderança, capaz de dar forma à iniciativa, de convencer outros a segui-la, de ser vigilante para não distorcê-la, e de ser persistente para realizá-la. É o caso do papel do Brasil na iniciativa de criar um fundo para fomentar a cooperação em ciência e tecnologia entre os países da América do Sul. A experiência do Prosul é uma prova da necessidade da implementação desse fundo. Certamente a ciência brasileira, especialmente na Amazônia, ganhará enormemente com um programa dessa natureza.

Outro destaque importante é que os programas de cooperação devem ser guiados, de forma consistente pela clareza dos princípios que os fundamentam. Deve-se perguntar Cooperação Sul-Sul porquê, e, sobretudo, para quem? Em todas as experiências analisadas fica claro que o propósito fundamental é fortalecer a capacidade regional e de negociação. O caso da

Unamaz é especialmente ilustrativo. A maioria de universidades associadas são pequenas universidades, distantes dos centros de poder e com pouquíssima barganha de negociação. Por meio da associação elas se fortalecem, e negocia-se em bloco.

Mas as iniciativas extrapolam o próprio desenvolvimento científico e tecnológico, contribuindo para o desenvolvimento regional, como o demonstram, de forma específica, os casos da Bolsa Amazônia e do Tratado de Cooperação Amazônica.

O sucesso das experiências mencionadas esteve atrelado também ao caráter pró-ativo de suas atividades. Os programas de cooperação devem, portanto, caracterizar-se por um intenso fluxo de informação e pela realização periódica de atividades. Cada atividade deverá originar ações que permitam reforçar os princípios em que os programas se fundamentam e alcançar os objetivos propostos. Nesse caso, o Programa de Cooperação Sul-Sul é um bom exemplo. Os desdobramentos das atividades e do fluxo de informações extrapolaram o programa em si, o que permitiu que ele se expandisse. Não resta dúvida de que as reservas da biosfera dos trópicos úmidos são hoje mais conhecidas do que antes do Programa Sul-Sul; de que a comunicação entre os diversos autores, conferencistas, palestrantes, coordenadores e demais envolvidos no programa é hoje mais intensa do que antes do programa, e que essa comunicação tem originado outros projetos relacionados com a problemática do desenvolvimento dos Trópicos Úmidos; de que as pesquisas comparativas realizadas por meio do programa permitiram descobrir semelhanças e estratégias de desenvolvimento aplicáveis em diversas áreas dos Trópicos Úmidos; e de que o programa demonstrou que existe uma capacidade científica promissora instalada nos Trópicos Úmidos que precisa ser melhor utilizada.

A importância dos programas de cooperação Sul-Sul alcançar legitimidade é outra lição das experiências analisadas. Legitimidade implica em aceitação, respeito, credibilidade, competência (*accoutability)*. A legitimidade começa pelo reconhecimento da importância e a confiança dos atores diretamente envolvidos nos programas, que resulta em colaboração, trabalho e dedicação ao mesmo. A legitimidade passa também pela aceitação dos programas pela sociedade, pelo reconhecimento dos benefícios sociais das ações empreendidas. A legitimidade dos programas fortalecerão as negociações e o reconhecimento internacional, o que contribuirá significativamente para a sustentabilidade dos mesmos.

As iniciativas de cooperação Sul-Sul não poderão ter sucesso sem uma boa gestão. Casos, como os analisados acima, deixam claro a importância da transparência, da divulgação dos resultados, e de uma gestão participativa.

Finalmente, e não menos importante, ou talvez o mais importante: a questão de recursos, e não somente recursos financeiros, mas também de recursos físicos e humanos. Os recursos financeiros são, de certa forma, conseqüência dos fatores analisados anteriormente, mas os recursos físicos e humanos são extremamente escassos na Amazônia. Recursos humanos com competência capaz de levar avante os programas de cooperação são ainda insuficientes nas instituições amazônicas.

O QUE FAZER?

Face a esse quadro, pergunta-se: o que fazer? Vale a pena investir em programas de cooperação Sul-Sul? Os resultados até agora conseguidos justificam ações dessa natureza? Há garantias da ciência brasileira, e em especial na Amazônia, se beneficiar da cooperação Sul-Sul?

Não resta dúvida que não há respostas simples para essas perguntas. Entretanto, é fundamental se posicionar, desde o princípio, sobre dois pontos determinantes das ações a serem tomadas ou programadas:

1) Sobre a opção de desenvolvimento para essa região.

Egler (2001: 307) se pergunta:

"A discussão de quaisquer iniciativas que tenham por objetivo a implantação e consolidação de uma estrutura de geração, absorção e difusão de conhecimentos, técnicas e tecnologias, em regiões periféricas como a Amazônia, sempre coloca uma questão central quanto à pertinência da realização desses investimentos. Ou seja: face ao atual quadro de dificuldades com que se defronta a economia brasileira, que argumento justifica a montagem de um sistema de ciência e tecnologia (C&T) na Região Amazônica? Não seria preferível – e mais viável – utilizar a estrutura de C&T instalada nas regiões mais desenvolvidas do país para gerar aqueles conhecimentos e tecnologias de que a região necessita para o adequado aproveitamento de sua base de recursos naturais e, conseqüentemente, para seu desenvolvimento?"

O próprio Egler (2001:340) responde:

"Se a opção for um desenvolvimento que leve a uma progressiva depreciação da mão-de-obra local, a um esgotamento acelerado da base de recursos naturais e a uma degradação ambiental contínua dos ecossistemas, então a presente situação dos investimentos e ações no domínio da ciência e tecnologia são uma garantia para que essa opção seja viabilizada. Entretanto, se a opção for de um desenvolvimento mediante processo adequado e racional de uso de sua base de recursos naturais, com eqüidade social e econômica e sustentabilidade ambiental, então, elemento fundamental para viabilização dessa opção é a existência na Região Amazônica, de uma estrutura consolidada e competente de C&T".

Será, portanto, por meio de um sistema sólido de C&T na Amazônia que parcerias eqüitativas poderão ser estabelecidas com instituições congêneres do país e do exterior, e o impacto desse sistema para o desenvolvimento regional será maior enquanto mais pertinente cientificamente for o sistema (Brasil, 2004).

Tudo dá a entender, e este seminário é uma mostra, ao considerar a Amazônia como área de interesse nacional, que existe vontade política no Brasil, para implementar políticas que consolidem e fortaleçam o sistema de C&T na Amazônia. Nesse sentido, como a professora Bertha K. Becker afirma, será necessário fazer uma verdadeira "revolução científica" com a utilização dos mais avançados instrumentos e competências da ciência contemporânea. Para alcançar tal objetivo, investimentos pesados deverão ser feitos em três segmentos identificados por Egler (2001) como críticos para o adequado desempenho do sistema de C&T na Amazônia:

- Formação e fixação de recursos humanos qualificados;
- Ampliação e consolidação institucional dos centros de formação e pesquisa; e
- Apoio à realização de projetos de P&D.

Deve-se levar em conta, entretanto, as diversas vertentes sociais que intervém na formulação de uma agenda de C&T na Amazônia. Machado (2003) sintetiza muito bem as múltiplas instancias, instituições e interesses envolvidos na formulação e implementação de uma agenda de C&T na Amazônia, e que, em seu conceito, terão que de alguma forma ser conciliadas para que esforços dessa natureza alcancem os resultados esperados (Figura 3).

e refere , Egler (2001) deixa claro os
pode seg " na região. Os compromissos
&T deva ar desde o entendimento de
nia é simp sos naturais, de que deve ser
omo área conforme os princípios do
nento suste

fase a privile que dos esforços de C&T na
esquisa básic perfeiçoamento de práticas
es ou busca de

Objetivo subjacente	Ut	ica
	D	
	Pr	
	N	
Ênfase a privilegiar	Pe	
	Pe	
	Ap	utóctones
	Al	
Fonte de interesses coligados	Int	s
	Na cen	
		volvimento
		nação política
		os interesses na
	Re	e desenvolvimento
		ais e municipais
		rganizada
		Com agenda regional
		Atrelada a agenda centralizada
		nsino superior
Ampli d		
	Na	

Há, por outro lado, múltiplos interesses coligados em C&T na Amazônia. Há interesses conservacionistas, econômicos e geopolíticos em nível internacional; há interesses nacionais de órgãos centralizados nacionais, como os próprios ministérios e outras instituições federais; há, enfim, interesses regionais e locais como os governos estaduais e municipais, as instituições de pesquisa e universidades, e a sociedade civil organizada.

A amplitude dos programas a serem formulados deverão abarcar os níveis internacional, Pan-amazônico, nacional e regional.

Outro aspecto a considerar é a diversidade de fóruns geradores de diretrizes de C&T na Amazônia. Nesse sentido, cuidados especiais deverão ser tomados nos rumos que a ciência e a educação superior poderão tomar nos processos atuais de internacionalização, destacando, sobretudo, o papel que deve jogar, por exemplo, a Organização Mundial do Comércio, na intenção de regulamentar os serviços educativos no mundo (Dias, 2003). Como conciliar os diversos interesses desses múltiplos atores?.

2) Sobre o conceito de Amazônia

Há consenso, hoje, que a Amazônia é uma região integrada por territórios de nove soberanias, e que esforços deverão ser feitos para implementar ações conjuntas em busca do desenvolvimento regional, mas sem comprometer a soberania de cada um a sua própria Amazônia (Aragón, 2002; 2005). Nesse sentido, atividades coordenadas deverão ser programadas em relação a pontos críticos que afetam a ação e desenvolvimento da C&T na região, entre os que se destacam aqueles apontados por Egler (2001) para o caso da Amazônia brasileira, e outros como: controle a biopirateria; uso de recursos biológicos por comunidades nativas; uso compartilhado de informações; e assimetrias entre as instituições geradoras de C&T.

Já foram feitos esforços no sentido de formular as bases de uma agenda de C&T para a Pan-Amazônia, que, hoje, a OTCA sintetiza e busca implementar. Deve-se acudir as propostas e recomendações da Conferência Internacional "Uma estratégia Latino-Americana para a Amazônia", organizada em 1992 pelo Memorial da América Latina como contribuição à Rio 92 (Pavan, 1992); e da Conferência Internacional "Amazônia 21: Uma agenda para um mundo sustentável", organizada em 1997, pela Unamaz e a secretaria da Amazônia do Ministério do Meio Ambiente, como

contribuição a uma possível agenda de trabalho da OTCA (Aragón, 1998). Essas duas conferências, além de fazer um balanço dos maiores desafios para a implementação de políticas de C&T na Amazônia, recomendam uma série de medidas ainda vigentes, no sentido de fortalecer a capacidade regional em C&T.

Tem que se reconhecer, entretanto, que ainda existindo alguns esforços, como aqueles apresentados aqui, se está muito longe de assegurar programas consolidados e duradouros de cooperação amazônica. Entre as ações mais prementes a serem apoiadas, encontram-se as seguintes:

Estabelecer um programa de bolsas de pós-graduação nos países amazônicos especialmente dirigido ao fortalecimento da capacidade em C&T na Amazônia

Existem em alguns países da Amazônia, centros dedicados, ou com programas de pós-graduação orientados a pesquisar a Amazônia. Cada país amazônico poderia destinar um certo número de bolsas, dentro do estoque já existente, para formar quadros de "amazonólogos" em qualquer área do conhecimento. Um programa que poderia ser gerenciado por meio da OTCA e da Unamaz.

Implementar o fundo Sul-americano visando à cooperação científica e tecnológica no subcontinente

Esse fundo já foi aprovado pela reunião de presidentes da América do Sul, em Brasília, no ano 2000. Sua implementação, entretanto, depende da sua aprovação pelos parlamentos de cada país. O Brasil, que fez a proposta, está dando mostras claras de sua viabilidade e importância por meio do Prosul. Parte desse fundo poderia ser o programa de bolsas para a Amazônia, indicado anteriormente.

Criação de um instituto amazônico de geografia e estatística

Não será possível desenvolver ações conjuntas sem informação adequada. A dificuldade nesta matéria é tão grande que nem a população total ou a definição da própria Amazônia é possível calcular com precisão (Aragón, 2005). O que se propõe aqui é criar um instituto em forma de rede integrando os diversos institutos de estatística dos países amazônicos, para que, sob a coordenação de um deles, desenvolva um programa voltado para armazenar e divulgar dados estatísticos sobre toda a Amazônia.

Paralelamente, ou como parte da atividade de um instituto dessa natureza, dever-se-ia fazer um levantamento da capacidade instalada em cada país relacionada com o desenvolvimento de C&T na Amazônia. O que pode oferecer cada um e quais são suas principais necessidades. Quais são os sistemas de C&T de cada país e como está inserida a Amazônia nesses sistemas, e qual é a política de desenvolvimento de C&T voltada para a Amazônia. A OTCA poderia trabalhar nesse sentido por meio de um acordo entre os países. A Unamaz poderá dar grande contribuição num programa que vise o levantamento da capacidade instalada em C&T na Amazônia, ou nos países amazônicos.

Fortalecimento das redes de C&T da Amazônia

Há estímulo para o trabalho em rede na Amazônia, tanto em nível nacional como internacional. Programas do MCT e do CNPq como o próprio Prosul, institutos do Milênio e outros requerem, inclusive, a formação de redes. Essas novas iniciativas juntam-se a outras em andamento na Amazônia como Unamaz, Mapaz, Iniciativa Amazônica e Bolsa Amazônia, em nível internacional; e, Piual e Protocolo de Integração das Instituições de Ensino Superior do Pará, em nível nacional. Essas são iniciativas que já deram mostras da importância de se trabalhar em rede e que precisam de estímulo e apoio para sua consolidação. O Programa Sul-Sul da Unesco/UNU/TWAS, está cada vez mais envolvido com atividades na Amazônia, apoiando e patrocinando diversas iniciativas. Por meio dele poder-se-ia ampliar os laços institucionais da Amazônia com instituições congêneres na África, América Latina e Ásia, mas necessita de maiores recursos.

Na medida em que as redes se fortalecem, a mobilidade acadêmica tanto de estudantes como de professores e pesquisadores tende a aumentar, fomentando a integração regional e o "sentimento" regional que podem levar a compromissos duradouros com o desenvolvimento da região.

Cursos de pós-graduação interinstitucionais

Um programa da Capes no Brasil, de mestrado interinstitucional (Minter) é um mecanismo utilizado por diversas universidades da Amazônia brasileira. Mestrados considerados excelentes são oferecidos em universidades da região, formando in loco turmas de professores que dificilmente poderiam se deslocar para realizar os cursos na matriz. Essa

modalidade está sendo realizada com sucesso pela Universidade Federal do Pará por meio do Naea, em Rondônia, com o doutorado, e no Maranhão com o mestrado. A demanda por cursos dessa natureza é grande na própria Amazônia brasileira, mas também por parte de instituições das demais Amazônias nacionais. Um levantamento de oferta e demanda desses cursos entre universidades da Unamaz, por exemplo, poderia dar origem a um amplo programa de capacitação de professores utilizando esse mecanismo.

Educação virtual e cursos em rede

Vencer as grandes distâncias e a escassez de recursos humanos altamente qualificados na região são limitações quase insuperáveis na Amazônia. As novas tecnologias de educação virtual poderiam ajudar a superar tais limitações. Entretanto, são programas que exigem um certo avanço tecnológico e a superação da cultura tradicional da educação presencial. Algumas iniciativas em nível de graduação e especialização já foram introduzidas na região por meio da Universidade Federal do Pará e da Universidade Federal do Amazonas, que precisam ser avaliadas para melhorá-las e ampliá-las. Não há dúvida de seu potencial e dos bons resultados de experiências realizadas noutras regiões do país e no exterior. Nesse sentido, programas de educação virtual e a distância merecem ser considerados com atenção e implementar projetos piloto a fim de avaliar sua eficiência e eficácia na região como um todo. Uma proposta em negociação, é o curso de Especialização em Política Científica e Tecnológica para o Desenvolvimento da Amazônia (CIPCTAM), que durante mais de cinco anos foi dado de forma presencial no Naea, e que se pretende dar de forma virtual, primeiramente na Amazônia brasileira, para posteriormente oferecer-se para os demais países amazônicos.

Outra forma de aproveitamento dos escassos recursos humanos altamente qualificados são cursos em consórcio ou em rede. Agrupam-se várias instituições, agregando sua capacidade para realizar, por exemplo, um mestrado ou doutorado conjunto. Uma instituição sozinha pode não ter a capacidade suficiente para realizar o curso, mas juntando-se a outras isso é plenamente possível. Nesse sentido, algumas iniciativas estão sendo estudadas pelo Protocolo de Integração das Instituições de Ensino Superior do Pará.

CONCLUSÕES

A questão central deste trabalho que aborda a questão de C&T na Amazônia é como fortalecer a capacidade endógena do sistema de C&T da região por meio da cooperação Sul-Sul. É inegável o avanço científico, tecnológico e de inovação nos países desenvolvidos em relação à América Latina, ao Brasil, e à Região Amazônica, em particular. Reconhece-se a necessidade de buscar mecanismos para uma rápida transferência de conhecimentos desses países; mas reconhece-se, também, que essa transferência, para que seja efetiva, necessita de massa crítica capaz de absorvê-la, adaptá-la e ampliá-la nos países e regiões receptores.

Uma das condições essenciais para o fortalecimento da produção científica e tecnológica na Região Amazônica é o compromisso dos governos de dedicar maior atenção neste campo. Poucos países subdesenvolvidos chegam a investir 1% do seu PIB em ciência e tecnologia, em relação aos 3% e mais em países desenvolvidos. Esse é certamente um dos gargalos mais sérios a superar: investir em educação científica e pesquisa sem prejudicar as políticas sociais que tratam das necessidades básicas da população (Aragón, 2001).

A América Latina, em conjunto, está em condições de fortalecer seus tênues laços de cooperação, contribuindo, como conseqüência, com o fortalecimento da cooperação amazônica. Um programa alfa latino-americano não somente é possível mas desejável (Brovetto, 1997). As universidades latino-americanas e suas associações acompanham as deliberações da cúpula de chefes de estado dos países ibero-americanos, no sentido de estabelecer programas que fortaleça a cooperação entre elas.

O Brasil tem desenvolvido mecanismos para acolher estudantes, especialmente em nível de pós-graduação em suas universidades, por meio do programa de bolsas PEC/PG, beneficiando inclusive várias instituições amazônicas.

Existem também agências que facilitam a cooperação Sul-Sul, como a Universidade das Nações Unidas por meio do programa Sul-Sul, oferecendo bolsas para estudantes realizarem seus curso dentro da própria América Latina. São os programas de bolsas para terceiros países. O DAAD, da Alemanha, durante vários anos, por exemplo, patrocinou um programa de

bolsas para estudantes estrangeiros originários de países amazônicos realizar seu mestrado em geologia na Universidade Federal do Pará (Geller, 1996). Nesse mesmo sentido, bolsas de curta duração tipo bolsas sanduíche do CNPq poderiam ser aproveitadas para realizar trabalho de pesquisa entre instituições amazônicas.

A viabilização dessas iniciativas, entretanto, requer, como afirma Egler (2001), medidas de natureza política, legal, institucional e administrativa de difícil implantação. Mas a grandeza que a Amazônia representa para o Brasil, para os países amazônicos e para o mundo, requer medidas acordes com o tamanho do desafio.

Referências

ACEVEDO, Rosa Elizabeth Marin. (Org.) *UNAMAZ:* um projeto de cooperação pan-amazônica. Belém: UNAMAZ, 2003.

ARAGON, Luis E. *The Amazon as study object:* building regional capacity for sustainable development. Stockholm: Institute of Latin American Studies, 1994.

_____. *Ciência e educação superior na Amazônia:* desafios e oportunidades de cooperação internacional. Belém: UNAMAZ/NAEA, 2001.

_____. Há futuro para o desenvolvimento sustentável na Amazônia? In: MELLO, Alex Fiúza de (Org.). *O futuro da Amazônia:* dilemas, oportunidades e desafios no limiar do século XXI. Belém: UFPA, 2002, p.33-53.

_____. Até onde vai a Amazônia e qual é a sua população?. In: ARAGÓN, Luis E. (Org.) *Populações da Pan-Amazônia.* Belém: NAEA/UNESCO, 2005, p. 13-23.

_____. Desenvolvimento sustentável e cooperação internacional. In: XIMENES, Tereza (Org.). *Perspectivas do desenvolvimento sustentável:* uma contribuição para a Amazônia 21. Belém: NAEA, 1999. p. 577-604.

_____. Fortalecimiento de la cooperación internacional horizontal en América Latina. In: YARZÁBAL, Luis (Ed.). *La educación superior en el siglo XXI:* Visión de América Latina y el Caribe. Caracas: UNESCO/CRESALC, 1997. p. 1.143-1.166.

ARAGON, Luis E. (Org.) *Conferência internacional Amazônia 21:* uma agenda para um mundo sustentável. Brasília: UNAMAZ/SCA, 1998.

_____. *Conservação e desenvolvimento no estuário e litoral amazônicos*. Belém: NAEA/UNESCO, 2003.

ARAGON, Luis E. e CLÜSENER-GODT, Miguel (Org.) *Reservas da biosfera e reservas extrativistas:* conservação da biodiversidade e ecodesenvolvimento. Belém: UNAMAZ/UNESCO, 1997.

_____. *A problemática do uso local e global da água da Amazônia*. Belém: NAEA/UNESCO, 2003.

ATRIA, Raul. *Perspectivas de la cooperación técnica en América Latina:* escenarios y tendencias: documento de trabajo del III Curso sobre Gestión de la Cooperación Internacional. Santiago de Chile: OEA, 1999.

BECKER, Bertha. Proposta de política de ciência e tecnologia para a Amazônia. *Parcerias Estratégicas,* v. 19, p. 289-309, 2004.

BRASIL, Walterlina. *Pertinência científica das IFES universitárias e desenvolvimento regional:* pressupostos, razões e alternativas na Amazônia. 2004. Belém: NAEA, 2004. Tese de doutoramento.

PROVETTO, Jorge. Cooperación internacional en educación superior. In YARZÁBAL, Luis (Ed.). *La educación superior en el siglo XXI:* visión de América Latina y el Caribe, Caracas: UNESCO/CRESALC, 1997. p. 1.183-1.198.

CLÜSENER-GODT, Miguel. Implementing agenda 21: nature conservation and sustainable development in the humid tropics. *Tropical Ecology,* v. 45, n. 1, p. 183-186, 2004.

CLÜSENER-GODT, Miguel; SACHS, Ignacy (Ed.). *Brazilian perspectives on sustainable development of the Amazon Region*. Paris: UNESCO/MAB, 1995.

CURY, Amadeu. A CAPES e o projeto norte de pesquisa e pós-graduação. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Educação, ciência e tecnologia:* bases para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Belém: UNAMAZ, 1997. p.105-118.

DIAS, Marco Antonio Rodrigues. A pertinência da ciência e da educação superior para o desenvolvimento local. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Conservação e desenvolvimento no estuário e litoral amazônicos*. Belém: NAEA/UNESO, 2003. p. 21-42.

EGLER, Paulo César G. Capacitação para pesquisa e desenvolvimento em ciência, tecnologia e inovação na Amazônia. In: FAULHABER, Priscila; TOLEDO, Peter Mann de. (Eds.) *Conhecimento e froneira:* história da ciência na Amazônia. Belém: MPEG, 2001. p. 307-342.

GELLER, Volker. El programa de becas DAAD/UNAMAZ en el área de geociencias de la Universidad Federal de Pará. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Educação, ciência e tecnologia:* bases para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Belém: UNAMAZ, 1997. p. 173-181.

HASSAN, Mohammed. Strategies for building indigenous science and technology capacity in the south for sustainable, science-driven and environmentally sustainable development. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Desenvolvimento sustentável nos trópicos úmidos.* Belém: UNAMAZ, 1992. p. 35-40.

INICIATIVA AMAZÔNICA – IA. *Minuta da reunião do comitê de representantes técnicos.* Manaus, 9-11 de fevereiro de 2004. <http://www.asb.cgiar.org/ia/docs.htm>

LAUS, Sonia Pereira. *El proceso de internacionalización de la educación superior en Latinoamérica:* el caso de Brasil. Internationalization of higher education in Latin America project. [S.l.]: Banco Mundial, 2003. Versão preliminar não publicada.

MACHADO, José Alberto. A pertinência da ciência e educação superior para o desenvolvimento local: uma possibilidade real ou uma utopia impertinente?. In: ARAGON, Luis E. (Org.). *Conservação e desenvolvimento no estuário e litoral amazônicos.* Belém: NAEA/UNESO, 2003. p. 55-65.

ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA - OTCA. *Plano estratégico da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica, (2004-2012).* Brasília: OTCA, 2004.

PAVAN, Crodowaldo (Org.). *Uma estratégia Latino-Americana para a Amazônia:* relatório-síntese e recomendações. São Paulo: Memorial da América Latina, 1992.

SACHS, Ignacy. The aftermath of the Earth Summit: unfolding the process. In: ARAGON, Luis E. et al. (Org.). *Science, development and environment in Brazil:* experiences and options for the future. Stockholm: Institute of Latin American Studies, 1994. p. 227-239.

Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil

Maria das Graças Silva Foster[*]
Symone Christine de S. Araújo[**]
Mário Jorge da Silva[***]

1. Introdução

O hidrogênio não é um combustível primário, encontrando-se quase sempre associado a outros elementos químicos, e, para utilizá-lo, é necessário extraí-lo de sua fonte de origem, que normalmente implica no gasto de uma certa quantidade de energia. O hidrogênio, assim produzido contém grande parte da energia química, térmica e/ou elétrica empregada em sua geração, a qual poderá ser recuperada praticamente em sua totalidade por meio de processos adequados.

Apesar da energia cedida pelo hidrogênio ser menor do que a energia total utilizada na sua obtenção, apresenta vantagens importantes que o qualificam como um dos combustíveis que irão, certamente, substituir os derivados do petróleo. A principal vantagem do hidrogênio é que reações químicas necessárias para reconvertê-lo em energia produzem somente água como produto final, ou seja, não há emissão de gases poluentes ou gases de efeito estufa. Outras vantagens são seu alto poder calorífico, apesar da pequena massa específica, não ser tóxico e ser bastante reativo.

Por outro lado, as atuais tecnologias para o uso energético do hidrogênio não lhe conferem competitividade frente aos energéticos concorrentes. Além disso, não existe hoje, no Brasil e no mundo, infra-estrutura instalada que contemple, do ponto de vista comercial, as atividades de produção, armazenamento, transporte, distribuição e consumo do hidrogênio energético.

[*] Maria das Graças Silva Foster é secretária de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renonáveis, do Ministério das Minas e Energia (MME).
[**] Symone Christine de S. Araújo é especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental, da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis (MME).
[***] Mário Jorge da Silva é diretor do Departamento de Gás Natural, da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis (MME).

Os desafios inerentes ao desenvolvimento da Economia do Hidrogênio (1), embora expressivos, não configuram dificuldades intransponíveis. Ao contrário, apontam um elenco de oportunidades que farão surgir nos países que investem no seu desenvolvimento, além da diversificação estratégica da matriz energética, novas empresas de bens e serviços, assim como a focalização das atividades de pesquisa, desenvolvimento e suporte tecnológicos, indispensáveis para dar sustentabilidade aos negócios relacionados à nova economia.

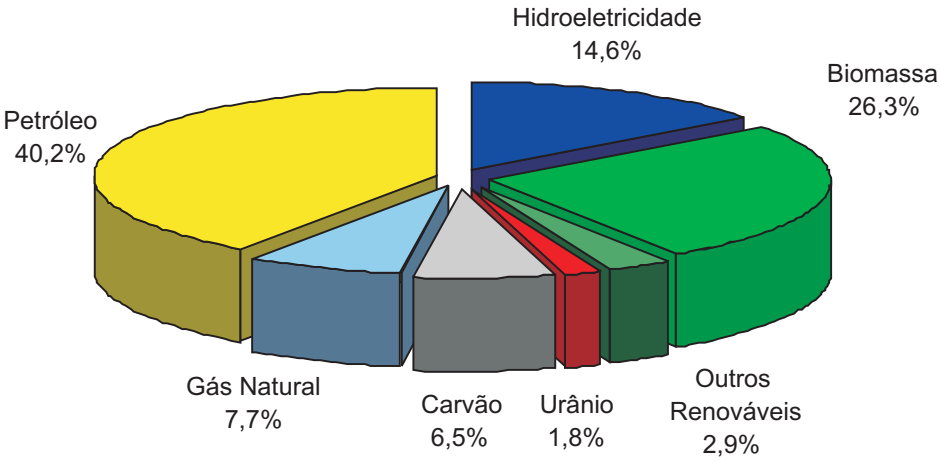
O presente trabalho faz um apanhado geral de como poderá estruturar-se a cadeia do hidrogênio no Brasil, sendo um extrato do relatório intitulado "Roteiro para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil" (2), elaborado sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia. Apresenta sucinto diagnóstico do setor hidrogênio no Brasil, bem como as macroatividades inerentes à estruturação de sua cadeia, quais sejam: produção do combustível, considerando as vocações nacionais quanto à disponibilidade dos insumos renováveis e fósseis, logística de transporte, armazenamento, distribuição e etapas de conversão. São também apontados o grau de maturidade das tecnologias associadas, os grandes marcos que norteiam um conjunto de atividades a implementar, assim como os próximos passos com vistas a antecipar o futuro e promover a utilização do hidrogênio na década de 2020.

2. Matriz energética no Brasil

Ao momento em que se apresenta um processo para estruturação da Economia do Hidrogênio, faz-se oportuno resgatar algumas informações sobre a utilização de energéticos de origem fóssil e renovável no país. Isto feito, ficarão apontadas as motivações que levam o Brasil a debruçar-se na efetivação da Economia do Hidrogênio, vetor energético produzido a partir de insumos como etanol, água, gás natural ou biomassa, e tendo, como principais aplicações, os mercados de geração distribuída de energia elétrica e transporte veicular.

A oferta interna de energia no Brasil (3) totalizou, em 2003, 201.704 toneladas equivalentes de petróleo (tep), ou o correspondente a 4,0 milhões de barris equivalentes de petróleo por dia. A distribuição dessa oferta pelas diversas fontes de energia primária, denominada Matriz Energética

Brasileira (4) e apresentada na figura 1, denota a expressiva participação dos recursos renováveis (cerca de 44%) ainda que o petróleo seja a fonte mais utilizada no país.

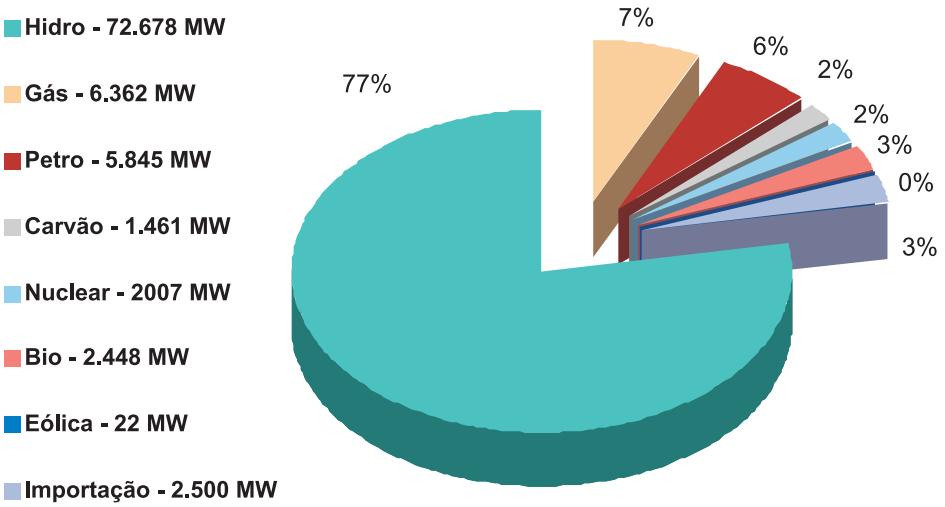


Fonte, MME, BEN 2004.

Figura 1. Matriz Energética Brasileira.

As reservas provadas de petróleo no país remontam a 11,2 bilhões de barris. A produção de petróleo atingiu, em 2004, 1,54 milhões de barris por dia frente a um consumo de 1,71 milhões de barris. Em abril de 2005, a produção nacional atingiu a marca de 1,72 milhões de barris por dia. Com relação ao gás natural, as reservas provadas totalizam 313 bilhões de m^3. Entretanto, sua oferta deverá aumentar significativamente nos próximos anos, quando da entrada em produção das descobertas recentes nas Bacias de Camamu-Almada, do Espírito Santo, de Sergipe-Alagoas e, principalmente, Santos. Ressalta-se que esta última está estimada em 426 bilhões de m^3 e com início de produção previsto para 2008. A infra-estrutura de transporte, que hoje compreende 5.688 km de extensão, alcançará 10.315 km até 2007 (4). Isto feito, estará configurada a interligação entre as diferentes regiões do país, bem como a integração energética no Cone-Sul (Brasil, Argentina e Bolívia).

A energia elétrica (3) ofertada ao mercado brasileiro, em 2003, totalizou 402,1 GWh, correspondente a 45.900 MW médios. Desse total, 77% foram fornecidos por usinas hidrelétricas, cuja capacidade instalada é de 73 GW. Tamanha participação decorre do enorme potencial do Brasil na geração de energia por meio de fontes renováveis. Contudo, apenas 24% do potencial hidrelétrico aproveitável são explorados (5).



Fonte: MME – 2004.

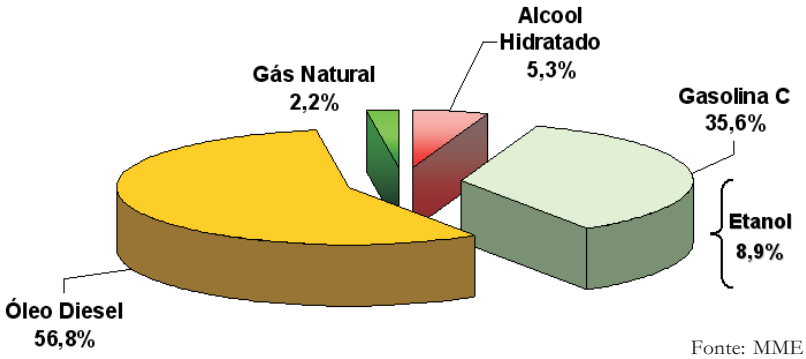
Figura 2. Matriz de Energia Elétrica.

Há no país grandes extensões de áreas não agricultáveis com insolação abundante. Destas, várias regiões possuem regimes de vento suficientes para a exploração eólica comercial. A disponibilidade de biomassa representa um potencial de 13 GW, considerando apenas a cana-de-açúcar, principal fonte de resíduos para geração termelétrica (6).

O álcool e a cana-de-açúcar desempenham importante papel na economia brasileira, com relevante participação na matriz energética do país. A cana e seus derivados respondem por 13,4% da oferta interna de energia, colocando o Brasil como líder mundial na produção de álcool. Na safra 2003/2004 (7 e 8) foram plantados 5,4 milhões de hectares de cana-de-açúcar, ou 357 milhões de toneladas desta. Depois de processadas em 304 usinas e destilarias, transformaram-se em 14,6 bilhões de litros de álcool e 24,9 milhões de toneladas de açúcar. Registra-se ainda que o aprimoramento da etapa industrial garante a produção de 80 litros de álcool por tonelada de cana processada (4). As estimativas são de que, até 2010 (8 e 9), o Brasil estará produzindo 20 bilhões de litros de álcool a partir de 520 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, elevando a área plantada em 2 milhões de hectares (8).

A oferta interna de combustíveis veiculares (10), em 2003, totalizou pouco mais de 1,0 milhão de barris por dia, cuja distribuição, indicada na

Matriz de Combustíveis Veiculares (figura 3), apresenta participação majoritária do diesel e da gasolina C (11). Também compõem a matriz o etanol e o gás natural. Adicionalmente, convém ressaltar que o uso comercial do biodiesel, no Brasil, foi autorizado em dezembro de 2004. A adição autorizada é de 2% de biodiesel misturado ao diesel de petróleo, até dezembro de 2007. No período 2008 a 2012, a adição de 2% será obrigatória. No ano de 2013, o percentual de mistura passará a ser de 5% (B5), também obrigatória.



Fonte: MME – 2004.

Figura 3. Matriz de Combustíveis Veiculares.

Como se verifica, o Brasil dispõe de uma matriz diversificada, haja vista as alternativas que possui para produzir combustíveis de natureza fóssil e renovável. Concomitantemente, a retomada sustentável do crescimento da economia implicará em maiores consumos de energia, no médio e longo prazo, constituindo um ambiente favorável para a introdução gradual do hidrogênio no mercado. Ressalta-se que se produzido a partir de insumos de natureza renovável, o Brasil estará em sintonia com as iniciativas internacionais para redução das emissões atmosféricas e diminuição da dependência dos combustíveis fósseis.

3. O HIDROGÊNIO NO BRASIL

A utilização do hidrogênio com fins energéticos é praticamente inexistente no Brasil, sendo a produção atual voltada em quase sua totalidade para fins industriais.

• Hidrogênio de uso industrial: a produção de hidrogênio de uso industrial é bastante expressiva nas indústrias de petróleo, alimentícia, de fertilizantes

e de aço. Em 2002 foram produzidas 425 mil toneladas de hidrogênio (12). Em 2004, este valor cresceu, sendo que apenas a Petrobras ultrapassou 180 mil toneladas/ano de hidrogênio produzidas nas suas refinarias (13). Esta produção, se convertida integralmente em eletricidade por meio de células a combustível (14) de 40% de eficiência, geraria mais de 2,4 TWh (15).

• Hidrogênio para fins energéticos: estima-se que a produção de hidrogênio para fins energéticos esteja em 5.000 m^3/ano (16), consumida totalmente nos projetos de demonstração. Os sistemas de eletrólise atuais não são competitivos e a reforma de gás natural só é viável economicamente em grande escala, adequada aos sistemas de muitos MW, mas não às plantas com células a combustível existentes hoje, ainda abaixo de 400 kW. A produção do hidrogênio a partir da reforma do etanol, gaseificação da biomassa e conversão biológica ainda encontra-se em fase inicial de desenvolvimento. Ademais, não há hoje no Brasil infra-estrutura logística para a comercialização do hidrogênio como vetor energético.

Em nível mundial, o mercado de células a combustível oferece poucos produtos comerciais. A quase totalidade das empresas desenvolve e testa protótipos, vendidos a grupos de pesquisa e usuários interessados em conhecer as aplicações do hidrogênio. A capacidade instalada de células a combustível no mundo totaliza 63 MW de potência para geração estacionária (17). A tecnologia mais utilizada nas plantas estacionárias tem sido a de ácido fosfórico, com 255 plantas instaladas, totalizando 51 MW (17). As células estacionárias restantes são de eletrólito polimérico, carbonato fundido e óxido sólido.

Atualmente, o Brasil conta com três plantas estacionárias de células em operação, duas no Paraná e uma no Rio de Janeiro, com potência de 200 kW cada uma, alimentadas com gás natural reformado a hidrogênio. Uma quarta célula, também localizada no Paraná, aguarda comissionamento.

Com relação ao transporte coletivo, os ônibus a hidrogênio em circulação, no mundo, totalizam uma potência instalada de 4 MW (18). No Brasil não há ônibus ou veículos de carga em circulação, mas já foram desenvolvidos protótipos de veículos de passeio (19). Atualmente, dois projetos demonstrativos de ônibus a hidrogênio encontram-se em desenvolvimento (20).

4. A CADEIA DE SUPRIMENTO DO HIDROGÊNIO COMO VETOR ENERGÉTICO

A cadeia de suprimento do hidrogênio com fins energéticos compreende os seis ambientes mostrados na figura 4.

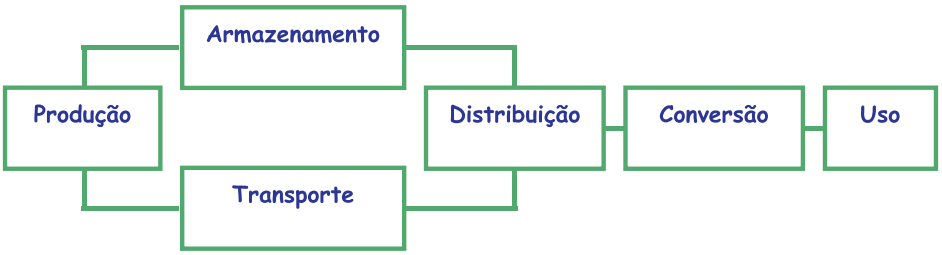


Figura 4. Cadeia de suprimento do hidrogênio como vetor energético.

• Produção de hidrogênio

O processo de produção do hidrogênio demanda a utilização de dois insumos básicos: o químico e o energético. De forma geral, os compostos orgânicos considerados como insumos químicos nos processos de produção de hidrogênio são também utilizados como insumos energéticos, como é o caso do etanol, das biomassas e do gás natural. A água, por sua vez, requer a adição de energia para produzir hidrogênio, que pode ser gerada por fonte hidráulica, solar, eólica ou térmica (tabela 1).

Tabela 1. Processos, insumos químicos e energéticos para produção de hidrogênio no Brasil

Processo	Insumo químico	Insumo energético
Reforma do etanol	Etanol	Etanol
Eletrólise	Água	Eletricidade
Reforma do gás natural	Gás natural	Gás natural
Gaseificação de biomassa	Biomassa	Biomassa
Biológico (biogás)	Biomassa	Calor, eventualmente
Alternativos	Água e biomassa	Calor ou luz, eventualmente

O processo de reforma do etanol pode produzir cerca de 1,8 milhões de toneladas de hidrogênio (21), anualmente, se considerada a produção atual de etanol no Brasil. O país, por ser lider mundial na produção e exportação desse combustível, pode se tornar também o maior produtor de hidrogênio a partir de etanol. Isto graças à experiência e à infra-estrutura

nacional de produção e distribuição de álcool, consolidadas ao longo de 30 anos desde o Pró-álcool. O etanol de cana-de-açúcar é uma fonte de hidrogênio renovável, de armazenagem simples e não tóxico. Isso o torna uma fonte prioritária de hidrogênio, produzido por meio de reforma junto ao consumidor, ou até mesmo sendo utilizado diretamente em células a combustível.

A produção de hidrogênio a partir do etanol ainda não é um processo estabelecido comercialmente no Brasil. Aliás, seu reformador é uma tecnologia em fase embrionária de desenvolvimento tanto no Brasil como no exterior. Os institutos de pesquisa em parceria com empresas estatais e privadas estão desenvolvendo catalisadores de reforma e investindo em projetos de demonstração de sistemas de reforma de etanol para fins energéticos.

O processo de eletrólise da água para a produção de hidrogênio é conhecido e utilizado por várias indústrias no Brasil. Entre estas destacam-se as empresas que demandam hidrogênio como insumo químico, como as alimentícias e as petroquímicas, além daquelas que utilizam processos eletrolíticos para a obtenção de outros produtos, como as indústrias que produzem cloro e soda cáustica, gerando hidrogênio como subproduto. A eletrólise da água permite converter energia elétrica em energia química armazenada na forma de hidrogênio. Esta energia pode ser novamente convertida em eletricidade em períodos pré-determinados, de forma a modificar as curvas de carga dos usuários e a realocação da demanda por energia do horário de maior para o de menor consumo.

A reforma do gás natural apresenta-se como a alternativa mais competitiva para a produção de hidrogênio no curto e médio prazo, dadas suas reais disponibilidades de oferta e de logística para seu suprimento. Tudo indica que a produção de hidrogênio a partir da reforma do gás natural constituir-se-á numa etapa de transição para a produção do hidrogênio de fontes renováveis. Os processos de conversão utilizados rotineiramente pelas empresas brasileiras do setor petroquímico são a reforma autotérmica e a reforma a vapor. Este último processo encontra-se numa etapa bastante desenvolvida, já em estágio comercial, possuindo o menor custo de produção do hidrogênio.

A gaseificação e a biodigestão ou decomposição anaeróbica da matéria orgânica são os métodos de extração do hidrogênio proveniente da biomassa que apresentam maior viabilidade para o Brasil. Isto porque existem no país atividades comerciais voltadas à produção de gaseificadores cujo gás é usado em motores de combustão interna. Estes gaseificadores, de potência inferior a 1 MW e feitos de maneira quase artesanal, são de leito fixo e produzem um gás com muitas impurezas, o que dificulta seu uso em células a combustível. Instituições de pesquisa estão desenvolvendo gaseificadores de 2ª geração, em fase de demonstração e testes, que fazem a gaseificação da biomassa em leito fluidizado.

A produção de hidrogênio por processos alternativos pode ser realizada a partir de processo fotovoltaico acoplado a eletrolisador de água ou pela produção biológica de hidrogênio decorrente do metabolismo de microrganismos, tais como algas e bactérias. O sistema fotovoltaico é certamente o mais desenvolvido para transformação da energia solar em hidrogênio, uma vez que envolve duas tecnologias já bem conhecidas. Como o aproveitamento da energia solar é intermitente, o hidrogênio cumpre o papel de armazenador de energia à medida que é produzido sempre que exista a disponibilidade de energia solar. A bioprodução de hidrogênio depende de um enorme avanço em pesquisas na área de biotecnologia que permitirá que esse processo de geração de hidrogênio seja economicamente atrativo.

- Logística do hidrogênio: transporte, armazenamento e distribuição

Todo o hidrogênio produzido, em menor ou maior quantidades, demandará adequada logística de armazenamento, transporte e distribuição do energético. As atividades que integram a logística do hidrogênio podem se dar de duas formas distintas: indireta, quando o hidrogênio é transportado, armazenado e distribuído por meio da manipulação de compostos, sendo gerado no local de uso, e direta, onde o hidrogênio molecular é gerado previamente e utilizado em pelo menos uma das modalidades da logística. A tabela 2 apresenta as alternativas para o armazenamento do hidrogênio, considerando que este possa ser manuseado nas formas gasosa, líquida, adsorvido fisicamente em estruturas sólidas (nanoestruturas de carbono, carvão, zeólitas) ou ligado quimicamente a outros compostos (água, hidretos metálicos, complexos, metalorgânicos).

Tabela 2. Alternativas para armazenamento de hidrogênio.

QUANTO AO USO	QUANTO AO MÉTODO/FORMA
Estacionário Variações entre • Grandes quantidades e longo período • Pequenas quantidades e curto período	**Direto** • Gasoso atmosférico (gasômetro) • Gasoso comprimido • Liquefeito • Adsorvido em estruturas sólidas
Veicular • Pequena quantidade e curto período	**Indireto** • Hidretos químicos (ciclo fechado) • Carreadores líquidos (hidretos químicos de ciclo aberto) • Hidretos metálicos (reversíveis e irreversíveis) • Óxidos metálicos

A logística de um combustível está intimamente ligada às aplicações da energia contida nesse combustível e às características das fontes primárias de energia, no que se refere à sua disponibilidade geográfica bem como a sua composição química e propriedades físicas. Na prática, isso significa que o mercado apontará as aplicações e as formas de uso do hidrogênio, ao passo que as opções regionais indicarão a fonte energética mais competitiva disponível para gerar hidrogênio para os fins específicos.

No Brasil não há hoje infra-estrutura logística para a comercialização do hidrogênio como vetor energético. Entretanto, os agentes do mercado poderão valer-se da logística empregada para o gás natural e para o etanol, por exemplo, hoje já disponível, a qual por força de mercado deverá estar em permanente expansão. De um modo geral, podem-se antever diferentes alternativas para a futura logística do hidrogênio energético, associadas a sua aplicação e fonte energética geradora.

Uma possibilidade é a utilização de rede de gasodutos dedicada, destinada ao transporte de hidrogênio produzido de forma centralizada, ou poderão ser adotados sistemas de transporte bi-combustível, onde o hidrogênio será misturado ao gás natural. Quando o transporte por meio de dutos não for economicamente viável, poderão ser instalados tanques de armazenamento ou vasos pressurizados. O armazenamento poderá ser realizado também em estruturas sólidas, sendo o energético consumido para geração elétrica, estacionária e/ou veicular. Se houver a necessidade de estocagem de grandes quantidades de hidrogênio, poderão ser utilizados reservatórios de petróleo ou gás natural depletados ou exauridos, aqüíferos, cavernas e gasômetros.

Adicionalmente, podem ser criados corredores de distribuição interligados para atender os veículos pesados para transporte coletivo urbano

e de carga, constituídos de postos de abastecimento que produzam hidrogênio localmente ou postos localizados próximos a uma planta produtora de hidrogênio já existente.

• Sistemas de conversão

Os sistemas de conversão energética do hidrogênio transformam a energia química deste combustível em energia elétrica e térmica a partir de processos eletroquímicos ou de combustão. Estes sistemas de conversão dividem-se em células a combustível e motores de combustão interna.

As células a combustível, de modo geral, apresentam vantagens em relação aos motores de combustão interna, tais como maior eficiência energética, ou seja, maior eficiência na conversão de energia química do hidrogênio, e menor impacto ambiental decorrente da redução nas emissões de CO, SO_x, NO_x, e particulados (22).

O desenvolvimento de células a combustível encontra-se em estágio embrionário no Brasil. No entanto, há diversos grupos de pesquisa atuando com sucesso no desenvolvimento destes sistemas. As células de membrana polimérica fabricadas no país possuem conteúdo significativo de tecnologia nacional, havendo, inclusive, disponibilidade de sistemas com células a combustível de membrana polimérica de baixa potência, desde 25 W até 5 kW. Células com potências entre 5 kW e 75 kW estão em estágio pré-comercial e, num futuro próximo, possivelmente ainda nesta década, haverá a possibilidade de oferta ao mercado de sistemas de até 250 kW de potência.

Os motores de combustão interna (motores alternativos e turbinas a gás) que consomem gás natural são largamente utilizados nos países onde este combustível está disponível. O Brasil não domina o processo de fabricação destes motores. Atualmente, países como os EUA, Japão, Rússia e União Européia vêm adaptando motores de combustão interna para consumir hidrogênio puro ou misturado ao gás natural ($GN+H_2$) (25).

A introdução das tecnologias de sistemas de conversão de energia utilizando hidrogênio como combustível depende da competitividade da energia gerada por essas unidades para a utilização em aplicações estacionárias e veiculares.

- Aplicações

As aplicações, de natureza tanto veicular como estacionária, constituem o último elo na cadeia do hidrogênio, configurando importante interface dos agentes da cadeia com os consumidores. As aplicações estacionárias serão direcionadas, prioritariamente, para a geração distribuída de energia elétrica, no fornecimento de energia de alta confiabilidade e em sistemas de cogeração, para o atendimento de comunidades isoladas e para o armazenamento de energia. Entre as utilizações veiculares, figuram como de maior importância as aplicações em veículos pesados para transporte urbano coletivo e de carga.

A geração distribuída (GD) hoje representa 3% da potência total instalada no Brasil e cresce a uma taxa de 4% ao ano. Esta taxa de crescimento projeta para daqui a 10 anos uma potência instalada em GD de 8% da potência total ou 30% da potência a ser instalada (26). As aplicações mais usuais de geração distribuída envolvendo o fornecimento de energia de alta confiabilidade são hospitais, bancos, aeroportos, centros de computação, unidades industriais com elevado grau de automação e demais aplicações cuja carga elétrica deve ser alimentada ininterruptamente.

Estudos de mercado prevêem que a cogeração poderá totalizar 10 GW num horizonte de 10 a 20 anos (27). Atualmente, as células a combustível instaladas no Brasil não estão sendo usadas para cogeração. Avaliações preliminares de desempenho demonstraram que a aplicação em cogeração atingiria uma eficiência de 70% (28). A temperatura de exaustão das células de alta temperatura permite atingir eficiências ainda maiores. O calor desses gases também pode ser utilizado em processos industriais com aquecimento ou na produção de frio. As células a combustível de alta temperatura são, portanto, as mais indicadas para operarem em regime de cogeração. Estas células ainda estão em fase embrionária no Brasil e no mundo.

Por outro lado, células a combustível de média temperatura também podem ser usadas para cogeração nas situações em que há demanda por calor, como processos industriais e aquecimento de água ou de ambientes. Células de membrana polimérica podem ser usadas em cogeração residencial. Células de ácido fosfórico já foram testadas, inclusive no Brasil, para aquecimento de água.

Em comunidades isoladas, células a combustível utilizando hidrogênio produzido a partir do etanol, gás natural e gaseificação da biomassa possuem o potencial de substituir parte dos motores diesel, oferecendo uma opção mais eficiente, de menor manutenção e ambientalmente correta para as comunidades isoladas. A introdução das tecnologias de hidrogênio neste mercado depende da competitividade da energia gerada por essas unidades frente às energias geradas por motor diesel.

O hidrogênio presta-se também ao armazenamento de energia originada das fontes hidrelétrica, solar e eólica, cuja energia elétrica excedente pode ser utilizada para produção de hidrogênio por meio da eletrólise da água. A principal vantagem é a possibilidade de estocagem da energia química para posterior conversão em eletricidade para atendimento da demanda no horário de ponta.

As aplicações veiculares estarão voltadas principalmente para os veículos de transporte urbano, coletivo e de carga. A grande maioria desses veículos é movida por motores diesel, um dos responsáveis pela poluição atmosférica nos grandes centros urbanos. A aplicação em veículos e máquinas agrícolas é outra aplicação interessante e de grande potencial no país. O setor vive um momento de crescimento acentuado, sendo que, em 2004, 67 mil unidades de tratores e outras máquinas agrícolas foram produzidas e 36 mil vendidas no mercado interno.

Os veículos leves terão impacto sobre a Economia do Hidrogênio, quando o avanço tecnológico permitir sua inserção na frota veicular brasileira. Estes veículos consumirão parte do hidrogênio gerado, demandarão soluções de logística e de manutenção e modificarão a percepção que o consumidor final terá do hidrogênio.

5. AVALIAÇÃO DA MATURIDADE TECNOLÓGICA DA CADEIA DE SUPRIMENTO DO HIDROGÊNIO

A implantação da Economia do Hidrogênio no Brasil demanda, necessariamente, a estruturação de uma base tecnológica planejada em sintonia com os perfis da demanda, da diversidade e da disponibilidade das fontes energéticas. Passa pelo estabelecimento as trajetórias tecnológicas a seguir, priorizando-se aquelas que trarão, no menor tempo, os maiores

benefícios econômicos, sociais e ambientais à sociedade. Para minimizar riscos de insucessos e reduzir custos, faz-se necessário planejar o estabelecimento de parcerias estratégicas, cujos agentes detenham competências complementares.

A julgar pela rapidez com que os desafios tecnológicos no campo do suprimento energético vêm sendo superados pelas grandes potências mundiais, o país não deverá buscar liderança em toda a gama de tecnologias da cadeia do hidrogênio. Caso contrário, o capital necessário e o tempo de maturação seriam muito elevados, implicando em perdas de oportunidade para a indústria de bens e serviços do Brasil na área energética, tanto interna como externamente.

Para que o país alcance expressão na nova economia em tempo compatível com as demandas de mercado, tornando-se um parceiro preferencial, faz-se necessário definir o grau de maturidade das tecnologias associadas à cadeia do hidrogênio no Brasil e no exterior. Posteriormente, à luz das visões de futuro, será possível estabelecer os nichos de mercado que traduzem maiores oportunidades para o Brasil, bem como a forma de atuação mais adequada, se buscando liderança isoladamente ou em parceria. Ou ainda, não como líder, mas apenas buscando boas oportunidades comerciais.

Definidas as posições a ocupar no novo mercado, o passo seguinte consiste na determinação das ações de curto, médio e longos prazos para eliminação de barreiras, tornando factível e sustentável a implantação da Economia do Hidrogênio no Brasil.

Para apontar os níveis de maturidade das tecnologias em questão utilizou-se a seguinte classificação:

- Tecnologia inexistente: tecnologia não disponível;
- Tecnologia embrionária: mudança acelerada na base do conhecimento;
- Tecnologia em crescimento: mudança permanente na base do conhecimento;
- Tecnologia madura: mudança lenta na base do conhecimento;
- Tecnologia pós-madura: mudança quase inexistente na base do conhecimento.

Ainda que de forma preliminar, apresenta-se a classificação da maturidade tecnológica atual, no Brasil e no exterior, das principais tecnologias afetas ao desenvolvimento dos segmentos de produção, logística e sistemas de conversão de hidrogênio, tabela 3.

Tabela 3. Cadeia de suprimento do hidrogênio – grau de maturidade tecnológica em março de 2005

Tecnologia	Maturidade tecnológica	
	no mundo	no Brasil
Produção		
Reformador de etanol	Embrionária	Embrionária
Eletrolisador convencional	Madura	Crescimento
Eletrolisador avançado	Crescimento	Embrionária
Reformador de gás natural	Madura	Crescimento
Gaseificador de leito fixo	Pós-madura	Madura
Gaseificador de leito fluidizado	Madura	Embrionária
Gaseificador catalítico	Crescimento	Embrionário
Transporte		
Gasoduto de H_2	Madura	Embrionária
Gasoduto de GN+H_2	Embrionária[29]	Inexistente
Armazenamento		
Vasos pressurizados para H_2 gasoso (até 200 bar)	Madura	Madura
Vasos pressurizados para H_2 gasoso (200-300 bar)	Crescimento	Embrionária
Vasos pressurizados para H_2 gasoso (>300 bar)	Embrionária	Inexistente
Vasos para H_2 líquido	Madura	Inexistente
Reservatório de H_2 adsorvido em estruturas sólidas (nano-estruturas)	Embrionária	Embrionária
Reservatório de H_2 adsorvido em estruturas sólidas (hidretos metálicos)	Madura	Embrionária
Reservatórios subterrâneos de H_2	Crescimento	Inexistente
Processos de compressão de H_2	Madura	Embrionária
Processos de liquefação de H_2	Madura	Inexistente

Sistemas de conversão		
CaC de membrana polimérica	Crescimento	Embrionária
CaC de óxido sólido	Embrionária	Embrionária
CaC de oxidação direta do etanol	Embrionária	Embrionária
CaC reversível	Embrionária	Inexistente
Eletrônica de potência	Madura	Crescimento
Instrumentação, controle e automação	Madura	Crescimento
Balanço de planta	Crescimento	Embrionária
Equipamentos auxiliares	Madura	Madura
Motores Alternativos de combustão interna a H_2	Madura	Embrionário
Turbinas a gás alimentadas com H_2	Crescimento	Inexistente
Controladores de carga para sistemas híbridos	Madura	Crescimento

A maturidade tecnológica, compreendida como embrionária para muitos dos itens que compõem a cadeia de produção e uso do hidrogênio energético no Brasil, deverá atingir progressivo grau de maturidade com a intensificação das atividades de pesquisa e desenvolvimento, principalmente com a implantação de projetos demonstrativos. Sob esta ótica ressalta-se a importância do Ministério de Ciência e Tecnologia ao promover a formação de programas tecnológicos estruturantes como o PROCaC.

- Programa Brasileiro de Sistemas Células a Combustível (PROCaC)

O Programa Brasileiro de Sistemas Células a Combustível (ProCaC) (23), instituído pelo MCT em 2002 e implementado em 2004 (24), objetiva promover ações integradas e cooperadas que viabilizem o desenvolvimento nacional da tecnologia de células a combustível. O Programa foi estruturado na forma de redes cooperativas de P&D, promovendo a coordenação das ações e projetos de cada instituição, de modo a compartilhar a infra-estrutura já estabelecida, fomentar a capacitação de recursos humanos, garantir o intercâmbio de conhecimentos a partir de sistemas de informação e incentivar a participação de empresas. As três primeiras redes já em operação são a Rede de Células PEM, a Rede de Células de Óxido Sólido e a Rede de Combustíveis e Hidrogênio. Prevê-se a implementação de mais duas redes: Rede de Sistemas e Integração e Rede de Utilização.

6. Principais marcos para estruturação da Economia do Hidrogênio

As ações a implementar com vistas à estruturação da Economia do Hidrogênio são inúmeras e transcendem àquelas diretamente afetas ao desenvolvimento do mercado. Faz-se necessário que vários desafios sejam superados, principalmente os que dizem respeito ao estágio de desenvolvimento tecnológico, à inexistência de capacidade industrial para produção de equipamentos e à necessidade de um marco regulatório que discipline todo o ambiente de comercialização de bens e serviços. A superação destes desafios demanda a implementação de ações adequadamente planejadas de tal sorte que o desenvolvimento delas possa surtir os efeitos práticos ao longo dos próximos 20 anos, aos menores custos.

O planejamento destas ações deverá tomar por base um conjunto de marcos globais, definidos em função de prioridades, apontadas no documento "Roteiro para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil". Esses marcos, aqui reproduzidos, foram construídos segundo a visão de pesquisadores brasileiros e estrangeiros, do Ministério de Minas e Energia e de outros profissionais do ramo acerca do estágio atual das atividades que configuram a cadeia do hidrogênio no mundo e de suas visões para o futuro. Levou-se em conta na elaboração dos mesmos a maturidade das tecnologias de produção, armazenamento, transporte e distribuição de hidrogênio, do desenvolvimento atual dos sistemas de conversão de energia e da identificação das possíveis aplicações deste energético no Brasil. Foram consideradas, também, as vocações nacionais no que se refere aos insumos renováveis e fósseis, as demandas por tecnologia e por capacitação de recursos humanos, bem como a definição de instrumentos de desenvolvimento de mercado e questões regulatórias e de normalização.

Por fim, os marcos globais estabelecem, para cada insumo, quando o hidrogênio estará disponível para uso comercial, termo entendido como a disponibilidade do produto para a venda ao consumidor em condições tecnicamente adequadas de qualidade, confiabilidade e segurança. Desta forma, não significa estar o hidrogênio mais competitivo do ponto de vista econômico que o energético concorrente. As prioridades a seguir não apresentam uma seqüência temporal, ao invés, evidenciam a vocação brasileira de se tornar o maior produtor mundial de hidrogênio a partir de fontes renováveis.

A cada prioridade corresponde um marco global, sumarizados na figura 5.

• Prioridade A: marco global I – Uso comercial do hidrogênio produzido a partir da reforma do etanol – 2020;

• Prioridade B: marco global II – Uso comercial do hidrogênio produzido a partir da reforma da eletrólise da água – 2015;

• Prioridade C: marco global III – Uso comercial do hidrogênio produzido a partir da reforma do gás natural – 2010;

• Prioridade D: marco global IV – Uso comercial do hidrogênio produzido a partir da gaseificação da biomassa e por processos alternativos – 2025.

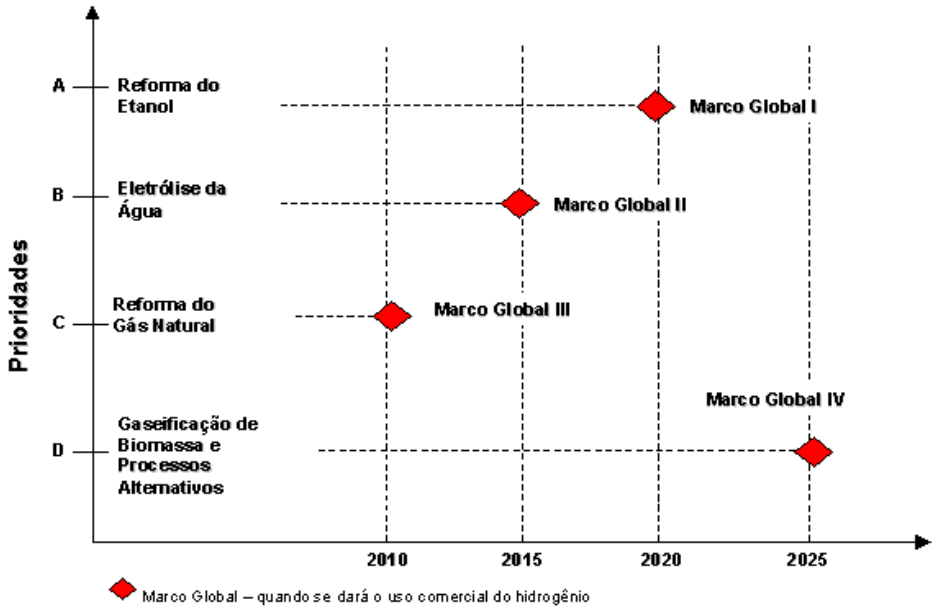


Figura 5. Marcos globais para a estruturação da economia do hidrogênio no Brasil

Para cada um dos quatro subprogramas são estabelecidos marcos intermediários, figuras 6 a 9, os quais encerram desafios de natureza tecnológica, econômica, ambiental e regulatória, entre outros. Estes desafios devem ser superados, ao longo do tempo, para que os marcos globais sejam alcançados (figura 5).

No caso do Subprograma Etanol, os marcos intermediários foram construídos levando-se em conta que este insumo configura-se como a fonte prioritária para a produção de hidrogênio no Brasil, haja vista o domínio brasileiro das tecnologias para o plantio da cana-de-açúcar, produção do álcool, sua distribuição e utilização. Na figura 6 estão apresentados os marcos intermediários para que o hidrogênio obtido a partir do etanol esteja disponível comercialmente em 2020. Ressalta-se que o desenvolvimento das tecnologias de reforma do etanol e a utilização direta deste em células do tipo "etanol direto" apresentam-se como atividades a serem desenvolvidas com alto grau de prioridade.

USO COMERCIAL DO HIDROGÊNIO PRODUZIDO PELA REFORMA DO ETANOL

Marcos Intermediários	2010	2012	2015	2020
Produção	- Catalisadores	- Reatores 10 kW	-Reatores 10-50kW	-Reatores 50- 500 kW
Infra-Estrutura Logística	-Vasos Pressurizados - Postos de abastecimento		- Estruturas sólidas	- Armazenamento em grandes quantidades
Sistemas de Conversão	- CaC membrana polimérica 5 kW	- CaC membrana polimérica 200 kW - CaC óxido sólido 10 kW	- CaC membrana polimérica 250 kW - CaC óxido sólido 50 kW	- CaC etanol direto - CaC óxido sólido 500 kW
Aplicações			Geração Estacionária – CaC PEM 10 kW	- Transporte coletivo e de carga

Figura 6. Marcos intermediários para o Subprograma Etanol

Os marcos intermediários para o Subprograma Água são estabelecidos de modo que a eletrólise da água possa vir a ser amplamente utilizada na produção de hidrogênio, já que mais de 70% da capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil advém da hidroeletricidade. Para tornar a produção de hidrogênio eletrolítico competitiva faz-se necessário expressivo esforço no desenvolvimento de sistemas de eletrólise convencional e avançada, conforme indicado na figura 7.

USO COMERCIAL DO HIDROGÊNIO OBTIDO PELA ELETRÓLISE DA ÁGUA

Marcos Intermediários	2005	2006	2010	2015	2020
Produção		-Eletrolisadores convencionais de 10m^3/h	- Eletrolisadores: convencionais de 50 m^3/h e avançados de 10 m^3/h	- Eletrolisadores: convencionais de 150 m^3/h e avançados de 50 m^3/h	- Eletrolisadores avançados de 150 m^3/h
Infra-Estrutura Logística			- Vasos Pressurizados - Postos de abastecimento	- Gasodutos - Estruturas sólidas	- Armazenamento em grandes quantidades
Sistemas de Conversão	- CaC membrana polimérica 5 kW		- CaC membrana polimérica 200 kW - CaC óxido sólido 10 kW	- CaC membrana polimérica 250 kW - CaC óxido sólido 50 kW	- CaC reversíveis - CaC óxido sólido 500 kW
Aplicações			GD em comunidades isoladas: eletrólise de fonte fotovoltaica - 10 m^3/h - Armazenamento de energia eólica - 50 m^3/h	- Melhoria do aproveitamento do potencial hidráulico usando PCHs – 150 m^3/h	- Melhoria do aproveitamento do potencial hidráulico usando UHEs – > 1.000 m^3/h

Figura 7. Marcos intermediários para o Subprograma Água

Para que o hidrogênio produzido a partir do gás natural esteja no mercado em 2010, os marcos intermediários do Subprograma Gás Natural estarão voltados à otimização de sistemas que acelerarão sua utilização comercial (figura 8). É importante destacar que o gás natural deverá ser o insumo mais utilizado nos primeiros anos de produção do hidrogênio, em diferentes escalas de produção. Isto se dará não só pela sua disponibilidade, mas, principalmente, por que as tecnologias para sua reforma encontram-se maduras (tabela 3).

USO COMERCIAL DO HIDROGÊNIO PRODUZIDO PELA REFORMA DO GÁS NATURAL

Marcos Intermediários	2005	2010	2014	2015
Produção		- Conversão de 0,06% do consumo total de gás natural		- Conversão de 0,24% do consumo total de gás natural
Infra-Estrutura Logística		- Vasos Pressurizados - Postos de abastecimento - Gasodutos compartilhados		- Gasodutos dedicados - Estruturas sólidas
Sistemas de Conversão	- CaC membrana polimérica 5 kW	- CaC membrana polimérica 200 kW - CaC óxido sólido 10 kW		- CaC membrana polimérica 250 kW - CaC óxido sólido 50 kW
Aplicações		- Geração Estacionária com CaC membrana polimérica de 200 kW e com CaC de óxido sólido de10 kW	- Transporte coletivo e de carga	- Geração Estacionária com CaC membrana polimérica de 250 kW e com CaC de óxido sólido de 50 kW

Figura 8. Marcos intermediários para o Subprograma Gás Natural

A produção de hidrogênio a partir da biomassa e por processos alternativos depende de tecnologias cujos estágios de desenvolvimento são considerados embrionários. Desta forma, os marcos intermediários desse Subprograma Biomassa e Processos Alternativos, assinalados na figura 9, estão focados na construção de protótipos de gaseificadores, no desenvolvimento de processos de bioprodução e na construção de protótipos de sistemas para geração de energia a partir de processos biológicos.

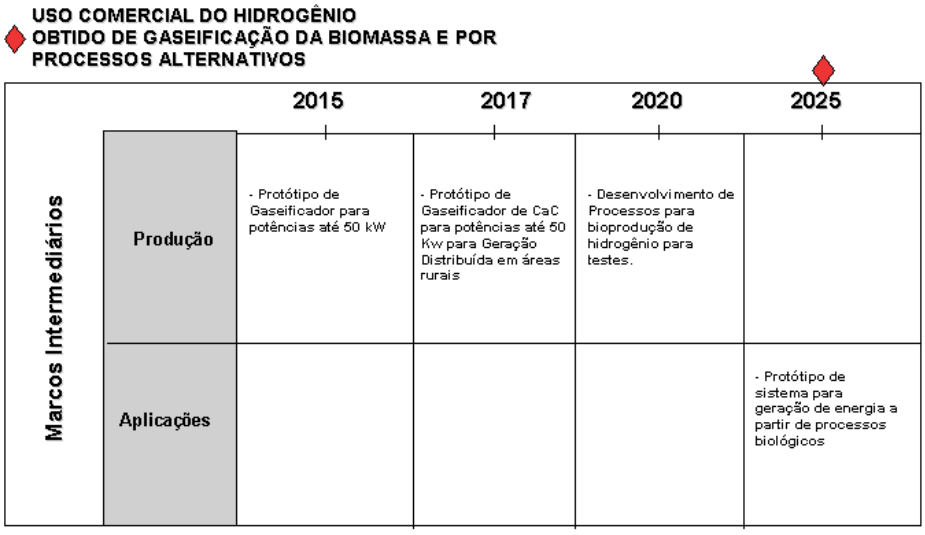


Figura 9. Marcos intermediários para o Subprograma Biomassa e Processos Alternativos

7. PRÓXIMOS PASSOS NA DIREÇÃO DA ESTRUTURAÇÃO DA ECONOMIA DO HIDROGÊNIO

Os próximos passos na direção da estruturação da Economia do Hidrogênio estão sucintamente apresentados na agenda de atividades da figura 10. Essas atividades, a serem conduzidas ao longo dos próximos dois anos, compreendem a formatação de projetos estruturantes, a atualização do Roteiro anteriormente citado bem como a estruturação de um Programa Governamental de Produção e Uso do Hidrogênio no Brasil, possivelmente em 2007, nos moldes do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, lançado por Decreto Presidencial em dezembro de 2004.

No caso do hidrogênio, a proposição dos projetos, denominados estruturantes, foi feita à luz dos marcos globais e intermediários descritos no item anterior, para cada um dos Subprogramas. Nos próximos meses, esses projetos terão detalhados planos de ação, nos quais constarão metas, prazos, responsabilidades e estratégias de condução das atividades para estruturação da nova economia.

A carteira de projetos estruturantes compreende as seguintes grandes áreas de ação: desenvolvimento tecnológico, construção de pilotos de demonstração, mapeamento e quantificação dos mercados, desenvolvimento da indústria de bens e serviços, desenvolvimento dos sistemas de produção de hidrogênio, desenvolvimento da infra-estrutura para comercialização, desenvolvimento dos sistemas de conversão de energia, constituição do arcabouço regulatório, constituição de linhas de financiamento, tributação e formação de preços e estudos ambientais.

Figura 10. Atividades para estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil

No caso específico das tecnologias para produção de hidrogênio a partir da reforma de gás natural – Subprograma Gás Natural – cujo desenvolvimento tecnológico é considerado maduro, os projetos estruturantes estarão focados em áreas voltadas ao estabelecimento da indústria de bens e serviços e da cadeia de comercialização, restringindo-se à construção de pilotos de demonstração, mapeamento e quantificação dos mercados, constituição do arcabouço regulatório, constituição de linhas de financiamento, tributação e formação de preços e estudos ambientais.

Por outro lado, para as tecnologias cuja maturidade demanda intenso desenvolvimento tecnológico, como é o caso do Subprograma Biomassa e Processos Alternativos, os projetos estruturantes estarão voltados às

atividades de pesquisa básica, focando as áreas de desenvolvimento tecnológico e de construção de pilotos de demonstração, além da constituição do arcabouço regulatório.

Ao término da formatação dos projetos estruturantes, a versão atual do Roteiro (versão beta) será atualizada pelo MME. Esta será a primeira de uma série de revisões que ocorrerão ao longo dos próximos 20 anos, as quais serão norteadas pela realidade brasileira considerando desafios e oportunidades. O cronograma destas atividades está previsto para um período de três meses, de novembro de 2006 a fevereiro de 2007.

A atividade de estruturação do Programa Governamental de Produção e Uso de Hidrogênio no Brasil compreenderá a consolidação de toda a documentação gerada até então, sua divulgação no âmbito do governo federal, como objetivo de lançar um programa interministerial. Esta preparação compreenderá três meses, de janeiro a março de 2007. A partir do Programa Governamental dar-se-á a implantação das ações para efetivação da Economia do Hidrogênio no Brasil, no período de 2007 até 2025.

Com o lançamento do Programa Nacional de Uso e Produção de Hidrogênio, o Brasil deverá intensificar as ações para a estruturação da Economia do Hidrogênio, conduzidas pelo MME em parceria com diferentes ministérios e agências reguladoras, além de empresas, universidades, centros de pesquisa e associações. O país também buscará parcerias estratégicas com países detentores de sólidas bases tecnológica e industrial para antecipar a produção de hidrogênio a partir do etanol, prioritariamente.

Agradecimentos

Agradecemos a todos que colaboraram na redação do texto do roteiro para a estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil – versão beta, em especial a Ennio Peres da Silva, Maria Helena Troise Frank, Paulo Emílio Valadão de Miranda, Gilson Paulillo, Maurício Pereira Cantão, Cláudio Júdice e Sérgio Pinheiro de Oliveira.

Referências

1. O termo Economia do Hidrogênio refere-se a um mercado estruturado, criado a partir de um marco regulatório que permita a sua comercialização a preços competitivos, com qualidade, confiabilidade e segurança no suprimento.

2. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <www.mme.gov.br>. Acesso em: mar. 2005.

3. _____. *Ministério de Minas e Energia:* balanço energético nacional – BEN. Brasília: MME, 2004.

4. _____. *Ministério de Minas e Energia:* Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis: matriz energética brasileira. Brasília: MME, 2004.

5. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. *Banco de informação de geração*. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em: 13 jan. 2005.

6. DADOS sumarizados dados do CENBIO e da ANEEL, 2004. Disponível em: <www.br.com.br/portalbr>. Acesso em: 13 jan. 2005.

7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Acompanhamento da safra, 2004/2005*. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 24 jan. 2005.

8. BELING, E. et al. *Anuário estatístico da cana-de-açúcar, 2004*. [S.l.: s.n.], 2004.

9. UNICA - União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. In: BELING, E. et. al. *Anuário estatístico da cana-de–açúcar, 2004*. [S.l.: s.n.], 2004.

10. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO - ANP. *Dados estatísticos da ANP*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/abastecimento_dados.asp>. Acesso em: 25 jan. 2005.

10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS CANALIZADO - ABEGÁS. *Planilha de GNV*. Disponível em: <http://www.gasbrasil.com.br/tecnicas/artigos/artigo.asp?arCod=353>. Acesso em: 25 jan. 2005.

11. Gasolina C, em 2003, composta, em média, por 23,5% de álcool anidro e 76,5% de gasolina propriamente dita (gasolina A).

12. DISCURSO da Ministra de Minas e Energia, Dilma Vana Rousseff. In: ENCONTRO MINISTERIAL DO IPHE, 2003, Washington. **Discurso...**Washington: [s.n.], 2003.

13. PETROBRAS. *Produção total em refinarias no Brasil.* [S.l.]: Petrobrás, 2005.

14. Células a combustível (CaC) são dispositivos eletroquímicos que convertem diretamente a energia química do hidrogênio em eletricidade por meio de reações de oxidação e redução, ou seja, sem passar pela combustão.

15. Valor calculado com base no PCI (poder calorífico inferior) do hidrogênio igual a 33,3 kWh/kg e em 40% de eficiência de conversão.

16. Valores estimados a partir da capacidade atual instalada nos projetos de demonstração, em torno de 700 kW.

17. WORLDWIDE fuel cells installations: fuel cells, 2000. Disponível em: <www.fuelcells.org/FCInstallationChart.pdf>. Acesso em: ago. 2004.

18. FUEL cell buses: fuel cells, 2000. Disponível em: <www.fuelcells.org/info/charts/buses.pdf>. Acesso em: nov. 2004.

19. PROJETO VEGA II, desenvolvido numa parceria MME/UNICAMP.

20. Projetos desenvolvidos em São Paulo e no Rio de Janeiro, com parcerias, respectivamente, entre o MME, o MCT/FINEP, a EMTU-SP, o GEF e o PNUD; e COPPE/UFRJ, tendo a participação do MCT/FINEP, do LACTEC, da PETROBRAS, da CAIO-INDUSCAR e da ELETRA.

21. CENTRO DE REFERÊNCIA DE ENERGIA EM HIDROGÊNIO – CENEH. Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/ceneh/index.htm>. Acesso em: dez. 2004.

22. MIRANDA, P. E. Pilhas a combustível. In: TOLMASQUIM, M.T. (Org.). *Fontes renováveis de energia no Brasil.* Rio de Janeiro: Interciência: CENERGIA, 2003.

23. BRASIL. Programa Brasileiro de Células a Combustível – PROCaC, portaria. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF. 20 nov. 2002. Seção 1, p. 6.

24._____. Portaria MCT nº 430, de 27 de agosto de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF. 2004. Seção 1.

25. Esta mistura, também conhecida como Hythane®, é essencialmente gás natural comprimido (GNC) adicionado de uma pequena quantidade de hidrogênio (geralmente cerca de 7% em energia, ou 20% em volume), e foi desenvolvida pela "Hydrogen Components" (EUA). Testes efetuados em agências de trânsito americanas e canadenses mostraram que o Hythane® reduz as emissões de NOx em cerca de 95% em relação ao óleo diesel. Quando comparado aos motores a gás natural, estas emissões de NOx foram reduzidas em 50%, as emissões de hidrocarbonetos outros que não o metano em 58%, as de metano em 16%, as de hidrocarbonetos totais em 23% e CO2 em 7% (equivalentes à cerca de 10 milhões de toneladas por ano). Estas reduções foram conseguidas sem significativas alterações

na eficiência de combustível entre os motores alimentados por Hythane® e GNC. Fonte: www.greencarcongress.com/2004/10/10000_hythane_b.html.

26. BRITO, Osorio. As implicações da GD: uma especulação sobre o novo modelo. In: SEMINÁRIO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA GD 2004, 2004, São Paulo. **Anais...** [S.l.]: Instituto Nacional de Eficiência Energética, 2004. Disponível em: <www.inee.org.br>. Acesso em: ago. 2004.

27. ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE COGERAÇÃO - GOGEN, 2004.

28. CANTÃO, Mauricio. Experiência do LACTEC com PAFCs: desafios, custos e perspectivas. In: WICAC, 2., 2004, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: [s.n.], 2004.

29. GLOBAL assessment of hydrogen-based technologies. Projetos de demonstração em andamento nos EUA. Vide USDOE FY2003 Progress Report. Disponível em: <http://www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/fouad.pdf>. Acesso em: jan. 2005.

30. A consulta pública para o roteiro foi realizada pela Internet para obtenção de sugestões, contribuições e comentários, no período de 31 de janeiro a 2 de março de 2005.

Aspectos para construção de um ambiente propício para implantação de uma política de inovação para a indústria brasileira

Maurício Cardoso Arouca[*]

Introdução

Uma política voltada para o desenvolvimento da inovação na indústria brasileira se faz por meio de ações que sustentem e ampliem o nível de competitividade industrial, a partir do aumento e da qualificação dos investimentos em ensino, pesquisa e desenvolvimento voltado para a geração de novos processos, produtos e ou serviços (P,D&I).

Entende-se por inovação um processo que se inicia com a gestão do conhecimento, passa pelo desenvolvimento tecnológico aplicado, gera novos serviços, processos ou produtos, com um correspondente aumento do valor agregado da produção.

É importante ressaltar que produzir um produto ou adotar um processo com tecnologia desenvolvida por terceiros, nacional ou estrangeira, significa uma ação inovadora. Entretanto, a empresa só terá capacidade de ser inovadora se for capaz, pela absorção de conhecimento, de promover aperfeiçoamentos, novos produtos e ou serviços.

Dentro desse contexto é que, nos dias atuais, se ampliam as reflexões de como a ciência, a tecnologia e a arte de inovar podem ser articuladas para promover o desenvolvimento econômico, social, cultural, político e ambiental do Brasil.

[*] Maurício Cardoso Arouca é professor de planejamento energético da Coppe/UFRJ.

Contexto atual

A taxa de inovação, segundo recente trabalho da Anpei[1], para o universo das empresas brasileiras com dez ou mais pessoas empregadas é de 31,5%. Destas, 35,9% implementaram inovações de processo e produto, 44,1% apenas de processo e 20,0% apenas de produto.

Grande parte dessas inovações foi incorporada pela própria empresa ao longo de sua atividade produtiva. Apenas 23,5% das inovações de produtos foram comercializados, ou seja, destinados para serem utilizadas por outras empresas. No caso de inovações de processo, o número de empresas que desenvolveram novos processos voltados para o mercado representa 11,0% do universo pesquisado.

Em outras palavras, considerando o conjunto de empresas industriais pesquisadas, inovadoras ou não, apenas 4% lançaram no mercado brasileiro novos produtos e 3% novos processos.

Principais atores envolvidos no processo de inovação

O processo de inovação se dá por meio do domínio do saber, seguido da busca de uma aplicação para o conhecimento adquirido, finalizando com a viabilização da produção de um novo produto, processo ou serviço. Incorporado ao seu próprio sistema produtivo ou disponibilizado para o mercado, corresponde, em ambos os casos, a um aumento no valor agregado do sistema produtivo brasileiro.

Diversos atores sociais são fundamentais na construção e viabilização de um processo de inovação. Atores que detém o conhecimento científico, que incorporam a tecnologia, que transformam conhecimento e tecnologia em produtos, entre outros, formam o grande ambiente favorável para que ocorram processos inovadores.

Os atores que compõem um ambiente inovador possuem grandes heterogeneidades culturais, de objetivos e de desafios. Nesse contexto, a grande questão é como articular esses atores entre si, e com um conjunto de agentes externos indispensáveis à viabilização do processo, tais como representantes políticos, financeiros, jurídicos, sem falar no próprio mercado.

---

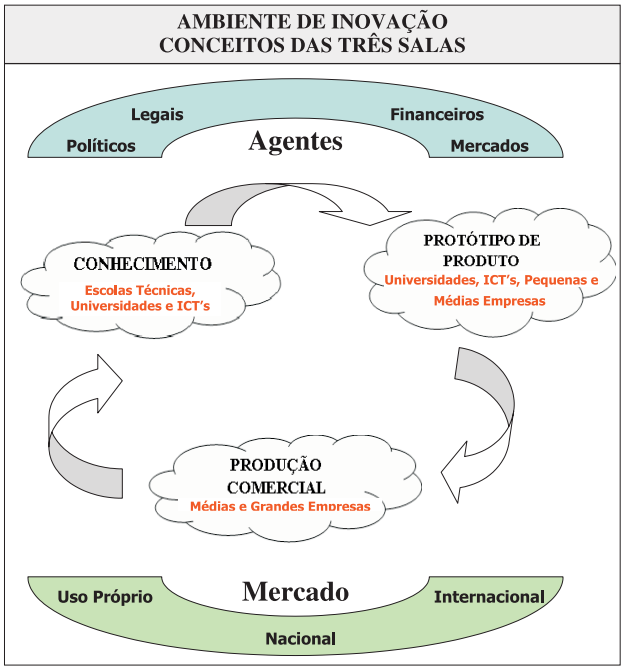
[1] Como Alavancar a Inovação Tecnológica das Empresas – Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei), junho de 2004.

A participação desses atores pode ser analisada segundo o papel que cada ator desempenha ao longo do processo de inovação. O primeiro conjunto de atores consiste dos que detêm o saber e a capacidade para desenvolvê-lo. Normalmente, são encontrados nas escolas técnicas, universidades e institutos de ciência e tecnologia (ICT's). Cabe ressaltar que essa não é a única forma de criação do conhecimento.

Num segundo grupo, entram em cena pessoas ou empresas com perfil empreendedor que buscam uma aplicação para o conhecimento, tendo como meta o desenvolvimento de novos serviços, processos ou potenciais produtos. Esses atores são geralmente encontrados nas pequenas e médias empresas empreendedoras, localizadas na sua maioria junto a parques tecnológicos, universidades, ICT's ou grandes empresas.

No outro grupo, destacam-se as médias e, principalmente, as grandes empresas com a função de viabilizar a produção de um novo produto ou processo, incorporado em seu próprio sistema produtivo ou colocado no mercado, correspondendo em ambos os casos a um aumento no valor agregado do sistema produtivo brasileiro.

Para melhor visualizar a interação dos atores e agentes envolvidos num determinado processo de inovação, utilizou-se o "conceito das três salas".



A primeira sala abriga os atores com maior capacidade de gerar novos conhecimentos, idéias e potencialmente algumas invenções. A segunda, os atores mais habilitados na identificação e utilização de idéias para o desenvolvimento de novos produtos, geralmente modelos reduzidos ou protótipos. A terceira sala é freqüentada pelos responsáveis pela produção e comercialização dos novos produtos, processos e ou serviços.

Etapas do processo de inovação

Num levantamento realizado a partir do *Brazil US Tech Open House*, ocorrido em Washigton, em junho de 2004, pelo MCT/MDIC, foram identificados os principais atores envolvidos nos processos de inovação dos produtos tecnológicos lá apresentados. Esses atores estão localizados em universidades, institutos de ciência e tecnologia, empresários de pequeno e médio porte e empresas de grande porte.

As etapas responsáveis pelo desenvolvimento de diferentes produtos inovadores analisados, foram de pesquisa, de desenvolvimento e de produção final.

Em cada uma das etapas, o processo de inovação apoiou-se nas áreas de conhecimento básico, desenvolveram-se trabalhos em laboratórios, construíram-se de protótipos e modelos reduzidos, e produziu-se em escala comercial.

Estágios P,D&I

ETAPAS X AÇÕES	PESQUISA	DESENVOLVIMENTO	INOVAÇÁO
CONHECIMENTO BÁSICO			
PROTÓTIPOS LABORATÓRIOS	Escala de bancada		
CONHECIMENTO APLICADO		Escala piloto	
PROTÓTIPOS (INDUSTRIAIS)			Escala industrial
PRODUTOS E/OU PROCESSOS			

Mauricio Arouca, Ppe/Coppe a partir do *Brazil US Tech Open House,* Washington, jun 30 – 2004, MCT/MDICE

Analisando o desenvolvimento dos produtos da amostra estudada, foram identificados por tipo de ação que atores participaram do processo de inovação.

Centros de pesquisa das(os)

	UNIVERSI-DADES	INSTITUTOS DO MCT	EMPRESAS DE PEQUENO MÉDIO PORTE	EMPRESA DE GRANDE PORTE
CONHECIMENTO BÁSICO	* * *	* *	*	
PROTÓTIPOS LABORATÓRIOS	* * *	* *	*	
CONHECIMENTO APLICADO	* *	* * *	* *	
PILOTOS (INDUSTRIAIS)		*	* * *	* *
PRODUTOS E/OU PROCESSOS	*	*	* *	* * *

Mauricio Arouca, Ppe/Coppe a partir do Brazil US Tech Open House,
Washigton, jun 30 – 2004, MCT/MDICE
Cada asterístico equivale a aproximadamente 15% da amostra

Os resultados encontrados apontam para uma concentração das atividades que envolveram emprego de conhecimento básico e modelos de laboratórios nas universidades e ICT's, e em parcela menor nas empresas de médio e pequeno portes. Já nas etapas de elaboração de protótipos, destacaram-se os ICT's e em menor escala, as universidades e pequenas e médias empresas. Na etapa de elaboração de modelos reduzidos encontram-se principalmente as pequenas e médias empresas, com alguma participação das grandes empresas. No desenvolvimento do produto final, a situação se inverte com um maior destaque para as grandes empresas.

Esse resultado parece indicar a existência de áreas de competência bem distintas e com atores bem identificados para as diferentes ações que normalmente ocorrem num determinado processo de inovação.

Principais considerações

Esses resultados sugerem que a elaboração de uma política para o desenvolvimento da inovação na indústria brasileira deve considerar que:

– a maioria das inovações que vem ocorrendo, até o momento na indústria brasileira, nas áreas de novos processos e novos produtos foram destinadas ao aumento de competitividade nas próprias empresas;

– o conjunto de atores que participam de um processo de inovação pode ser agrupado segundo suas naturezas, objetivos e participação, num modelo aqui apresentado como o "Ambiente das Três Salas". Essa abordagem favorece a elaboração de diagnóstico e política especifica para cada um desses grupos, assim como a articulação entre eles;

– os principais aspectos que deverão ser incorporados na elaboração de uma política são: a conscientização e a consolidação do papel de cada grupo no processo de inovação e a promoção de uma grande articulação entre esses grupos, de forma a consolidar um ambiente de interatividade, confiança e identidade de cada ator participante do processo, de forma a permitir uma intensificação da capacidade de inovação no país.

Contexto nacional

O Brasil enfrenta hoje a pressão de grandes países emergentes, como Índia, Coréia e China, caracterizadas por produção de baixa qualidade e baixos salários. O país também é afetado pela presença de paises desenvolvidos possuidores de alta tecnologia, com alto potencial de inovação e diferenciação de seus produtos e serviços, com maiores salários e valores agregados na produção.

A busca de saídas para esse contexto adverso passa pela implantação de estratégias competitivas que auxiliem o Brasil a transpor o atual estágio de desenvolvimento industrial para um patamar superior de competitividade e capacidade produtiva.

Uma das ações implementadas pelo governo brasileiro para enfrentar esta situação foi a criação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Destinada a mobilizar e articular os agentes políticos,

empresariais e sociais envolvidos no processo de aprimoramento de indústria brasileira, a agência é composta de duas diretorias: uma destinada às ações de auxiliar a implementação da política industrial brasileira, e outra especialmente voltada para a questão da inovação.

Missão da ABDI

A ABDI se destina a articular, executar e coordenar a política industrial, tecnológica e de comércio exterior do país. Sua principal missão é mudar o atual paradigma de produção industrial pela implementação de uma política nacional de competitividade que viabilize a inovação de produto, processo e gestão. Sua ação se fundamentará na articulação de ações voltadas para a inovação e na execução coordenada das políticas públicas direcionadas para o fortalecimento de nossa base produtiva que permita uma maior inserção no mercado internacional e para a expansão regional da base produtiva como forma de redução das nossas diferenças regionais.

A ABDI se constituirá, assim, em um nó de uma ampla rede de organizações públicas e privadas com o objetivo de melhorar a competitividade técnica e econômica do setor produtivo. O desenho institucional da agência prevê a articulação sistemática com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI), bem como a interação permanente com as universidades, institutos de ciência e tecnologia (ICT's, como definidos na Lei de Inovação), empresas públicas e privadas, instituições de fomento a exemplo do BNDES, Finep, Banco do Brasil, entre outras.

O resultado de sua ação deverá dar maior consistência e eficiência ao papel do Estado para melhorar o ambiente de negócios, estimular o investimento privado e gerar emprego e renda. Sua atuação levará em conta a diversidade regional, os diferentes de estágios de desenvolvimento industrial, assim como as especificidades dos arranjos produtivos locais.

Ações na área de inovação

As ações voltadas para área de inovação procuram articular, executar, monitorar e avaliar projetos seguindo os princípios da Lei de Inovação objetivando o aumento da capacidade inovadora das empresas.

Em particular, deverá favorecer a construção de ambientes que agreguem os atores participantes de um determinado processo de inovação; estimular o desenvolvimento de projetos inovadores nos ICT's; desenvolver projetos cooperativos entre instituições científicas e empresas; identificar e auxiliar no fomento das atividades de P,D&I no setor produtivo; estimular o fluxo contínuo de informações estratégicas e de conhecimento voltados para a inovação; desenvolver mecanismos de avaliação de eficiência da aplicação de recursos públicos no sistema de inovação; e planejar a expansão coordenada dos investimentos, públicos e privados, em P,D&I.

Principais desafios na construção de um ambiente inovador

As grandes linhas estratégicas de ação da diretoria de inovação objetivam o aumento da capacidade inovadora das empresas por meio de programas para:

– Desenvolvimento da cultura e do ambiente inovador. Nesse contexto, esforços serão desenvolvidos para conscientização do papel da inovação como fator de mudança de patamar competitivo junto às empresas, órgãos de pesquisa e instituições da área de educação. Serão trabalhadas a identificação dos atores participantes do processo de inovação, sua dinâmica e as estratégias para a consolidação de uma forte articulação entre os atores, de forma a se constituir um ambiente propício para a ocorrência de processos inovadores. A popularização de conceitos de empreendedorismo inovador, as ações de divulgação do atual sistema de incentivos à inovação, a consolidação e acessibilidade de portais de informação, o conhecimento do atual quadro de empresas empreendedoras existentes nos países assim como dos parques tecnológicos existentes também serão priorizados.

– Desenvolvimento de instrumentos de políticas de P,D&I. A agência atuará na elaboração ou no fortalecimento de estratégias voltadas para o crescimento de empresas de base tecnológica, da realização de parcerias entre universidades, ICT's e empresas privadas, dentro dos princípios de aplicação da Lei da Inovação. Da mesma forma, atuará na definição e implantação de instrumentos de fomento para P,D&I tais como modelos de financiamentos de P,D&I para as indústrias, incentivos fiscais, subvenções, projetos encomendados, assim como a utilização do poder de compra do Estado. Cuidado especial será dado à questão de formação de recursos

humanos qualificados para o desenvolvimento de tecnologias e sua absorção pelas empresas. Também serão abordados as metodologias e instrumentos de acompanhamento e avaliação dos programas de P,D&I existentes e para os que forem serem implantados.

– Incentivo da demanda por produtos inovadores. Nesse contexto, a ABDI atuará no alinhamento das compras governamentais para as empresas inovadoras, em mecanismos para incentivar o consumo de produtos inovadores, no fomento da demanda de produtos inovadores por meio de linhas de financiamento especiais, assim como no desenvolvimento de normas técnicas coerentes com a PITCE e com a criação de uma demanda interna.

– Incentivo às atividades portadores de futuro e apoio aos setores que compõem as opções estratégicas definidas pela política brasileira. A ABDI terá uma atuação destacada na utilização dos programas de incentivo às atividades portadores de futuro e áreas estratégicas como veículo de levar o conceito de inovação a todos os segmentos do setor produtivo tendo em vista o caráter de horizontalidade inerente a estes programas.

– Por último, a ABDI espera cumprir o papel de intermediar a solução de impasses nas diferentes esferas políticas, científicas e industriais que eventualmente venham a ocorrer durante o processo permanente de elaboração e implantação da política industrial brasileira.

Ciência, tecnologia, inovação e a defesa nacional

*Maurício Pazini Brandão**

1. Introdução

Embora a presença de hominídeos na Terra seja considerada pela Ciência como tendo começado há mais de cem mil anos, antropólogos concordam que a civilização teve início há apenas 6 mil anos. Isto ocorreu na Mesopotâmia, entre os rios Tigre e Eufrates, região que atualmente é parte do Iraque, onde habitava um povo que constituiu a primeira Nação – a dos sumérios. Se perguntarmos que critérios são estabelecidos pelos estudiosos para definir o marco civilizatório terrestre inicial, a resposta vai recair sobre o momento histórico em que ocorreu o surgimento simultâneo de várias inovações. Essas inovações provocaram um forte impacto na qualidade de vida dos seres humanos da época. Foram elas: a escrita, o arado metálico, a roda e uma forma primitiva de governo.

A escrita suméria, inicialmente pictográfica e posteriormente cuneiforme, era feita em tábuas de argila. Esta inovação permitiu vários tipos de registros duradouros. Foi possível representar o resultado das colheitas, os empréstimos ou escambos de produtos, todos os tipos de transações, descrições e eventos considerados importantes. O ser humano foi, então, liberado de empregar a memória. Além disso, disputas sobre números ou intervalos de tempo previamente concordados em quaisquer negócios puderam ser dirimidas via documentação.

---

* Maurício Pazini Brandão é estagiário do Curso de Política e Estratégia Aeroespaciais (CPEA) da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (Ecemar). Na Força Aérea, é Coronel-Engenheiro. No mundo acadêmico, é Philosophy Doctor (PhD).

O arado metálico permitiu que a terra fosse revolvida mais facilmente e as sementes lançadas para plantio com maior profundidade no solo. Como resultado, aves foram impedidas de comer as sementes com a facilidade que experimentavam antes e, pela primeira vez, o ser humano experimentou um formidável aumento na produção agrícola. O superávit na agricultura pôde ser registrado pela escrita e esta pôde ser usada para controlar um comércio primitivo entre os clãs que habitavam a região.

Em paralelo, a roda revolucionou os transportes. A força animal pôde ser empregada para tracionar maiores cargas, com maiores facilidades. Foram desenvolvidas carroças para transportar mais rapidamente pessoas e produtos agrícolas para lugares distantes. Trilhas transformaram-se em verdadeiras estradas. O comércio ampliou-se e as relações entre os clãs tornaram-se mais diretas, intensas e freqüentes.

As riquezas acumuladas fizeram alguns clãs tornarem-se poderosos e invejados. Necessidades de segurança e defesa tornaram-se evidentes. Clãs reuniram-se em grupos maiores e mais estruturados e formas primitivas de governo foram desenvolvidas. Para as ações de defesa, foram criados grupos especiais de guerreiros. Finalmente, para manter os governos e os grupos encarregados da defesa, foram desenvolvidas formas de cobrança ou de retribuição daqueles que produziam da terra e que usufruíam os serviços de organização e de segurança. Estava criado o imposto.

Este conjunto de inovações simultâneas significou uma melhoria na nutrição do povo, uma redução da mortalidade infantil, um aumento da perspectiva de vida, enfim, uma significativa e positiva alteração de fatores que compõem o atual Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Além disso, o mesmo conjunto de inovações provocou profundas mudanças sociais, aproximando clãs anteriormente dispersos e criando oportunidades mais complexas de relacionamentos pessoais e grupais. Em síntese, uma nova realidade se abriu para o ser humano.

Junto com este desenvolvimento político, econômico e social, surgiram novos e mais complexos problemas de relacionamento que, eventualmente, redundaram em conflitos armados. Segundo a Polemologia, desde o início da civilização e dos registros escritos, a humanidade acumulou, pelas mais diversas razões, uma infeliz coleção de aproximadamente 15 mil conflitos, com um resultado provável de 4 bilhões de mortos. Segundo os estudiosos,

nestes 6 mil anos de História houve apenas 300 anos de paz, ou seja, 95% do tempo da civilização terrestre foi tomado por algum tipo de guerra.

Diversos conflitos, de maior ou menor intensidade, estão ocorrendo atualmente no planeta. É o caso, por exemplo, do Iraque, do Afeganistão, do Oriente Médio, do Haiti e de outros conflitos regionais. Apesar da crescente repulsa pública pela violência, pouca coisa, além de esperanças religiosas, nos permite concluir que o futuro possa ser radicalmente diferente do presente.

Dessa discussão, percebe-se que um conjunto de inovações foi o estopim da civilização no planeta. Por outro lado, a História ensina que as necessidades de defesa são tão antigas, ou mesmo anteriores à civilização, além de possuírem um caráter permanente e demandarem uma atenção contínua. O Estado que não tiver uma estrutura especificamente preparada para a defesa está condenado a ter os seus mais legítimos interesses facilmente sobrepujados por outros Estados que atuarem de forma diversa.

2. UMA TEORIA DA DEFESA DAS NAÇÕES

Antes que possamos relacionar Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) com a Defesa, faz-se necessário estabelecer alguns fundamentos teóricos em que estes relacionamentos se apóiem. Nesta seção, procuramos formular uma teoria baseada na doutrina da Escola Superior de Guerra (ESG). Apesar desta doutrina ser brasileira, ela possui elementos suficientemente gerais de forma a poder ser aplicada a qualquer contexto nacional.

A ESG define Nação como sendo um "grupo complexo, constituído por grupos sociais distintos que, ocupando um mesmo espaço físico, compartilham da mesma evolução histórico-cultural e dos mesmos valores, movidos pela vontade de comungar um mesmo destino". Vários estudiosos encaram as nações como organismos vivos, as quais podem, como estes, nascer e morrer.

Assim como acontece com organismos vivos complexos ou com indivíduos, as nações têm necessidades, aspirações e interesses que emanam dos indivíduos, são condensados pelo debate público e pelas elites e se cristalizam como um conjunto de vontades da coletividade – a Vontade

Nacional. Para suprir tal Vontade, as nações estabelecem Objetivos Nacionais, definidos pela ESG como "aqueles que a Nação busca satisfazer, em decorrência da identificação de necessidades, interesses e aspirações, em determinada fase de sua evolução histórico-cultural".

Uma vez definidos seus objetivos, as nações lançam mão de ferramentas para conquistá-los e mantê-los. Ao conjunto destas ferramentas, dá-se o nome de Poder Nacional. A ESG conceitua este Poder como sendo "a capacidade que tem o conjunto de homens e meios que constituem a Nação para alcançar e manter os Objetivos Nacionais, em conformidade com a Vontade Nacional".

O poder de uma Nação, encarado como uma ferramenta de mudança e manutenção, pode ter a sua estrutura apresentada de diversas formas. A ESG escolheu estudá-lo por meio de seus Fundamentos e de suas Expressões. São considerados Fundamentos do Poder Nacional o Homem – entendido como pessoa, povo ou recurso humano, a Terra – entendida como ambiente, território, recurso natural ou material, e as Instituições. São consideradas as seguintes expressões do Poder Nacional:

1. Política,
2. Econômica,
3. Psicossocial,
4. Militar e
5. Científica e tecnológica.

Podemos simplificar o entendimento do papel das expressões do Poder Nacional da seguinte forma. À Expressão Política cabe definir o que deve ser feito, em consonância com os objetivos nacionais. À Expressão Econômica compete utilizar todos os meios disponíveis para fazer o que deve ser feito e servir à sociedade, provendo-lhe meios de subsistência auto-sustentada. À Expressão Militar compete prover segurança e defesa contra possíveis ameaças internas e externas. À Expressão Psicossocial cabe permitir o livre desenvolvimento da alma nacional, por meio do usufruto de todas as condições providas pelas demais expressões, de forma que as pessoas possam buscar a felicidade e a satisfação de suas necessidades, aspirações e interesses – o Bem Comum – dentro de restrições sociais, éticas e morais aceitáveis.

Na síntese do parágrafo anterior, ficou faltando discutir o papel da Expressão Científica e Tecnológica. O entendimento deste papel fica prejudicado sem a discussão prévia de outros conceitos. Assim, munidos das definições, conceitos e bases teóricas já lançadas neste trabalho, podemos agora começar a estabelecer algumas correlações entre Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) e Defesa Nacional.

Ciência, em seu sentido lato, quer dizer conhecimento. Normalmente, são fazedores de ciência os filósofos, amantes do conhecimento, e os cientistas, e o ambiente mais apropriado para que a ciência seja feita é o ambiente acadêmico-universitário. Ali, o conhecimento pode e deve ser praticado na sua forma mais pura, isto é, o conhecimento pelo próprio conhecimento, sem visar uma aplicação imediata.

Tecnologia pode ser entendida como uma forma de conhecimento aplicado ou transformado. Normalmente, são fazedores de tecnologia os engenheiros e os técnicos, e o ambiente mais apropriado para que ela seja feita é o ambiente dos centros de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Pesquisa pode ser entendida como a busca sistemática por uma nova solução, um novo dispositivo ou um novo processo, de forma a atender a uma determinada finalidade. Já Desenvolvimento pode ser entendido, neste contexto, como o conjunto de ações destinado a gerar uma solução verificável, um dispositivo homologável ou um processo reprodutível em bases economicamente viáveis, e que sejam também aceitáveis a partir dos pontos de vista social e ambiental.

Finalmente, Inovação pode ser entendida como a capacidade de transformar a Tecnologia em produto, processo ou serviço. Normalmente, são fazedores de Inovação os inventores e os empreendedores, e o ambiente mais apropriado para que ela ocorra é o ambiente industrial e de serviços. Ali, produtos são produzidos, processos são otimizados e serviços são disponibilizados em prol da melhoria da qualidade de vida da população, com impactos econômicos e sociais positivos.

Os três parágrafos anteriores parecem sugerir uma separação entre ciência, tecnologia e inovação que, na realidade, não existe. Tecnologia e Inovação podem ser feitas nas universidades, assim como ciência pode ser feita nas indústrias. Da mesma forma, podemos ter engenheiros, técnicos,

inventores e empreendedores trabalhando em universidades, assim como podemos ter filósofos e cientistas pensando em indústrias. Os conceitos foram dispostos aqui apenas para atender a sistematizações que possam ser mais prováveis ou mais didáticas, não devendo o leitor tomá-las como rígidas ou absolutas. O importante é dispor para esta análise três níveis conceituais que envolvam teoria decrescente e aplicação crescente, pois é exatamente isto o que experimentamos ao evoluirmos da Ciência à Inovação.

Dentro deste arcabouço teórico, podemos entender a Expressão Científica e Tecnológica como o motor primário do Poder Nacional. Sem conhecimento, puro e aplicado, sem inovação e sem produto, processo ou serviço, não teremos uma Expressão Econômica forte e, sem esta, teremos uma Expressão Psicossocial abalada, uma Expressão Política sem capacidade de definir o que deve ser feito e, finalmente, uma Expressão Militar sem ter o que segurar e defender.

Até aqui, foram apresentados conceitos e definições sobre a Natureza da Ciência, da Tecnologia e da Inovação e sobre a concepção de Poder Nacional, à luz da doutrina da ESG. A discussão agora está madura o suficiente para avançarmos sobre a concepção de Defesa, enquanto área de interesse nacional.

A ESG considera o Estado como a Nação politicamente organizada. A Política, no sentido lato, é que define e orienta o que deve ser realizado pelo Estado. Esta orientação deve decorrer dos Objetivos Nacionais. A Política Nacional está relacionada com os Objetivos Nacionais Fundamentais, que são a democracia, a integração nacional, a integridade do patrimônio nacional, a paz social, o progresso e a soberania. Já a Política de Governo está relacionada com os Objetivos Nacionais de Governo. Estes devem ser estabelecidos como contribuintes dos Objetivos Fundamentais e em consonância com a conjuntura, lembrando que um Governo possui um prazo definido para existir, enquanto que a Nação é permanente.

A ESG ensina que Óbices são "obstáculos de toda ordem que dificultam ou impedem a conquista e manutenção de Objetivos". Ensina também que Estratégia é "a arte de preparar e aplicar o Poder para conquistar e preservar Objetivos, superando Óbices de toda ordem". Além disso, a Escola define Ações Estratégicas como "a efetivação do emprego do Poder".

Assim, enquanto a Política define e orienta o que deve ser feito, a Estratégia Nacional "é a arte de preparar e de aplicar o Poder Nacional para, superando os Óbices, alcançar e preservar os Objetivos Nacionais, de acordo com a orientação estabelecida pela Política Nacional". Em decorrência deste conceito, definimos Estratégia de Governo como a forma como este "prepara e aplica o Poder Nacional para alcançar e preservar seus objetivos, de acordo com a orientação estabelecida pela política de governo".

Os principais campos de atuação do poder nacional são o desenvolvimento e a segurança e defesa nacionais. A ESG entende desenvolvimento nacional como "o processo global de fortalecimento e aperfeiçoamento do Poder Nacional, particularmente de seus fundamentos (homem, terra e instituições), visando à conquista e à manutenção dos objetivos nacionais e à consecução do bem comum".

A sociologia ensina que um choque de interesses, de qualquer natureza e em qualquer cenário, interno ou externo a um país, é um conflito. Quando o Conflito envolve o emprego de armamento, passa a ser entendido como um conflito armado. A sociologia ensina também que, quando o conflito se agrava, este pode atingir um estado de tensão a que denominamos crise. Os conflitos (armados ou não) e as crises podem atingir simultaneamente diversas expressões do Poder Nacional. Segundo a doutrina militar de defesa, guerra "é o fenômeno social que resulta da aplicação violenta do poder, com predominância do poder de combate da expressão militar para forçar o inimigo a executar a vontade nacional". O termo guerra tem sido evitado nas últimas décadas, devido às implicações dele decorrentes, particularmente aquelas relativas ao direito internacional.

A doutrina da ESG qualifica crises internacionais como possuindo caráter político-estratégico quando estas têm em suas gêneses alguns fatores de relevante importância estratégica. Exemplos dessas crises, no contexto do tema deste trabalho, são ameaças à integridade do patrimônio nacional ou à soberania, apoio externo à insurreição interna e impedimento de acesso à tecnologia.

Dentro deste arcabouço teórico, podemos finalmente conceituar e diferenciar Segurança e Defesa Nacional. Segundo a ESG, Segurança Nacional "é o sentimento de garantia para a Nação da conquista e manutenção dos

seus Objetivos Fundamentais, proporcionadas pela aplicação do seu Poder Nacional". Por outro lado, *Defesa Nacional* é "o conjunto de atitudes, medidas e ações do Estado, com ênfase na Expressão Militar, para a defesa do território, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças preponderantemente externas, potenciais e manifestas".

Percebe-se que Segurança é caracterizada pela palavra *sentimento* e Defesa é caracterizada pela palavra *ação*. As ações de Defesa Externa e Interna decorrem da *Política de Defesa Nacional*, que é definida como "o conjunto de objetivos de Governo, bem como a orientação do Poder Nacional no sentido de conquistá-los e mantê-los, superando ameaças e agressões de qualquer natureza que se manifestem ou possam manifestar-se contra a Segurança e o Desenvolvimento da Nação".

Embora este modelo teórico confira ênfase à Expressão Militar na execução das Ações de Defesa Nacional, esta Expressão não pode ter êxito sem o concurso das demais. Após o estabelecimento, pela Expressão Política, do que deve ser feito, a Expressão Militar deve planejar as Forças, dimensionar os meios e definir as necessidades de emprego, especificações e requisitos dos diversos sistemas de armas a serem empregados nestas ações. Na seqüência, a Expressão Científica e Tecnológica deve conceber e coordenar junto aos centros de pesquisa e à indústria o desenvolvimento desses sistemas. Fechando o ciclo, a Expressão Econômica deve produzir, manter e atualizar os sistemas de armas, mantendo-se alerta para eventuais necessidades de mobilização. Cabe à Expressão Psicossocial usufruir o sentimento de segurança provido pelo preparo e emprego das Ações de Defesa preconizadas pela Política de Defesa Nacional.

Os sistemas de armas empregados em ações de defesa são normalmente produtos de alto valor agregado, de longo prazo de desenvolvimento, de baixa escala de produção e que demandam intensivo uso de tecnologias inovadoras. Além disso, eles requerem tratamento diferenciado quanto à sigilo e exportação, sendo, justamente por estas razões, regulados por tratados internacionais. Assim, eles só podem ser concebidos, desenvolvidos e produzidos por países tecnologicamente avançados, com poder de embargo sobre potenciais interessados nestes produtos.

Nota-se que o relacionamento entre Ciência, Tecnologia e Inovação e Defesa Nacional é bastante complexo. Em síntese, a Defesa Nacional não

se faz por si própria e nem é atribuição exclusiva da Expressão Militar, mas requer a participação de todas as demais Expressões do Poder Nacional. Sem o apoio de todos os meios da Expressão Científica e Tecnológica deste Poder (incluindo-se a parcela civil da sociedade), não é possível realizar Defesa de forma soberana e independente.

3. O CASO BRASILEIRO

A teoria disposta na seção anterior deste documento, como já foi ressaltado, tem um caráter geral, não sendo exclusiva do Brasil. Nesta seção, iremos, tanto quanto possível, particularizar algumas correlações entre os conceitos aqui dispostos, por meio de alguns fundamentos legais e filosóficos exclusivamente nacionais.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, no seu Capítulo IV – Da Ciência e Tecnologia – estabelece no caput do Artigo 218 que o "Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas". Os três primeiros parágrafos deste Artigo dizem que:

§ 1.º A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências.

§ 2.º A pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

§ 3.º O Estado apoiará a formação de recursos humanos nas áreas de ciência, pesquisa e tecnologia, e concederá aos que delas se ocupem meios e condições especiais de trabalho.

Em complemento, o Artigo 219 da Carta Magna estabelece que "o mercado interno integra o patrimônio nacional e será incentivado de modo a viabilizar o desenvolvimento cultural e socioeconômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do país, nos termos de lei federal".

A Política de Defesa Nacional, de 1996, estabelece os seguintes objetivos para a Defesa Nacional:

a. a garantia da soberania, com a preservação da integridade territorial, do patrimônio e dos interesses nacionais;

b. a garantia do Estado de Direito e das instituições democráticas;

c. a preservação da coesão e da unidade da Nação;

d. a salvaguarda das pessoas, dos bens e dos recursos brasileiros ou sob jurisdição brasileira;

e. a consecução e a manutenção dos interesses brasileiros no exterior;

f. a projeção do Brasil no concerto das nações e sua maior inserção no processo decisório internacional; e

g. a contribuição para a manutenção da paz e da segurança internacionais.

Após estabelecer os objetivos anteriores, que são todos consoantes com os Objetivos Nacionais Fundamentais dispostos anteriormente, a Política de Defesa Nacional coloca como orientação estratégica que é "essencial o fortalecimento equilibrado da capacitação nacional no campo da defesa, com o envolvimento dos setores industrial, universitário e técnico-científico. O desenvolvimento científico e tecnológico é fundamental para a obtenção de maior autonomia estratégica e de melhor capacitação operacional das Forças Armadas". A mesma Política estabelece 20 diretrizes, entre as quais destacamos as seguintes, por terem conteúdos direta ou indiretamente associados ao tema do presente trabalho:

1. contribuir ativamente para a construção de uma ordem internacional baseada no estado de direito, que propicie a paz universal e regional e o desenvolvimento sustentável da humanidade;

2. promover a posição brasileira favorável ao desarmamento global, condicionado ao desmantelamento dos arsenais nucleares e de outras armas de destruição em massa, em processo acordado multilateralmente;

3. participar de operações internacionais de manutenção da paz, de acordo com os interesses nacionais;

4. contribuir ativamente para o fortalecimento, a expansão e a solidificação da integração regional;

5. proteger a Amazônia brasileira, com o apoio de toda a sociedade e com a valorização da presença militar;

6. aperfeiçoar a capacidade de comando, controle e inteligência de todos os órgãos envolvidos na defesa nacional, proporcionando-lhes condições que facilitem o processo decisório, na paz e em situações de conflito;

7. aprimorar o sistema de vigilância, controle e defesa das fronteiras, das águas jurisdicionais, da plataforma continental e do espaço aéreo brasileiros, bem como dos tráfegos marítimo e aéreo;

8. fortalecer os sistemas nacionais de transporte, energia e comunicações;

9. buscar um nível de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de capacidade de produção, de modo a minimizar a dependência externa do país quanto aos recursos de natureza estratégica de interesse para a sua defesa;

10. promover o conhecimento científico da região antártica e a participação ativa no processo de decisão de seu destino; e

11. aprimorar o Sistema de Mobilização para atender às necessidades do país, quando compelido a se envolver em conflito armado.

Recentes revisões desta Política de Defesa Nacional, ainda não oficializadas, permitem identificar as seguintes diretrizes adicionais de interesse a este trabalho:

1. aprimorar o intercâmbio entre as Forças Armadas, universidades e instituições de pesquisa, nas áreas de interesse da defesa; e

2. articular a integração da Política de Defesa Nacional com as demais políticas governamentais.

No sentido de buscar atender às diretrizes aqui colocadas, os Ministérios da Defesa e da Ciência e Tecnologia fizeram realizar em Brasília,

no dia 26 de novembro de 2002, o primeiro seminário de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional. Neste Seminário foi divulgado o documento "Ciência, Tecnologia e Inovação – Proposta de Diretrizes Estratégicas para a Defesa Nacional", com mensagens do ministro da Defesa, Geraldo Magela da Cruz Quintão, e do ministro da Ciência e Tecnologia, Ronaldo Mota Sardenberg. Neste documento, o Ministro da Defesa determinou a criação do Sistema de Ciência Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID) e definiu a seguinte orientação diretiva: "o Sistema de Ciência e Tecnologia de Defesa deve atingir o efetivo domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos e da capacidade de inovação, visando cooperar com a satisfação das necessidades do país atinentes à Defesa e ao desenvolvimento nacional."

Em decorrência desta orientação, foram formados, ao longo de 2003, vários grupos de trabalho destinados a fornecer sugestões para a concepção e implementação do SisCTID. Alguns grupos ficaram encarregados de elaborar a estrutura e o modo de operação do Sistema; outros, de identificar e hierarquizar áreas e programas estratégicos de C,T&I. Os participantes desses grupos foram civis e militares das três Forças Armadas ligados a universidades, a institutos e centros de P&D, à indústria nacional de defesa e ao próprio Ministério da Defesa, particularmente ao departamento de Ciência e Tecnologia. Várias reuniões foram realizadas para a discussão dos temas considerados mais relevantes. Os resultados desse trabalho conjunto foram apresentados no II Seminário, ocorrido em 10 de dezembro de 2003, em Brasília, e publicados nos documentos denominados "Concepção Estratégica – Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional, e Gerenciando Projetos no Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID)".

O documento *Concepção Estratégica* traz a missão e a visão 2015 sobre o assunto, a seguir discriminadas. O Ministério da Defesa, no que se refere à área de C,T&I, tem a seguinte missão: "viabilizar soluções científico-tecnológicas e inovações para a satisfação das necessidades do país atinentes à Defesa e ao Desenvolvimento Nacional". Quanto à visão 2015, o documento diz que o Ministério da Defesa "será uma organização de referência na condução dos assuntos relativos à área da C,T&I de interesse da Defesa Nacional, por meio do(a):

- domínio de tecnologias que atendam às necessidades da Defesa Nacional;
- contribuição para o fortalecimento da indústria nacional;
- reconhecimento institucional, no Brasil e no exterior; e
- gestão eficiente e eficaz."

Durante o ano de 2003 foram apresentados ao Ministério da Defesa os primeiros projetos candidatos ao sistema e no ano seguinte foram viabilizados recursos de Fundos Setoriais para os primeiros projetos selecionados. O Seminário, ocorrido em Brasília, em 20 de outubro de 2004, já apresentou resultados concretos, na forma de captação de recursos financeiros e aprovação de projetos para atendimento de necessidades das Forças Armadas, dando início efetivo ao SisCTID. No Seminário também foram feitas apresentações por especialistas em algumas áreas tecnológicas estratégicas. A seguir, descrevemos como foi realizada a identificação destas áreas.

4. A BUSCA POR MODELOS DE C,T&I DA DEFESA

Quando o problema de identificar e hierarquizar Tecnologias de Interesse da Defesa Nacional se apresentou, o caminho natural foi verificar que cenários e modelos semelhantes existiam e eram praticados no exterior. Os especialistas envolvidos nesta tarefa de identificação fizeram dos modelos selecionados uma análise crítica, considerando os seguintes fatores condicionantes:

1. o alinhamento das tecnologias com a Doutrina e a Política de Defesa Nacional;
2. os interesses comuns entre as Forças Armadas Brasileiras;
3. a sinergia com os demais segmentos nacionais da C,T&I;
4. o impacto econômico e industrial das tecnologias identificadas;
5. a exploração da capacidade de exportação de resultados decorrentes;
6. as tecnologias de baixa relação custo/desempenho;
7. o aproveitamento da dualidade civil/militar das tecnologias;

8. o impacto político e social das tecnologias identificadas,

9. o impacto das tecnologias na formação de recursos humanos e

10. o impacto das tecnologias na infra-estrutura laboratorial e metrológica nacional.

Como resultado deste trabalho, foram selecionados quatro modelos científico-tecnológicos, a saber:

1. o modelo desenvolvido no *Air Force Institute of Technology (AFIT)*,

2. o modelo denominado *Militarily Critical Technologies List (MCTL)*,

3. o modelo do *Western European Armaments Group (WEAG)* e

4. o modelo do *Battelle Memorial Institute*.

Os dois primeiros modelos foram gerados dentro do *Department of Defense* dos Estados Unidos da América (DoD); o terceiro, dentro do cenário integrado pelas Forças Armadas da Comunidade Européia; e o quarto, dentro de um instituto norte-americano civil de pesquisas, desenvolvimento e inovação tecnológica. Além destes modelos, ampla consulta foi realizada às informações disponibilizadas na rede mundial pela *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*, organização central do DoD para este assunto. Estes modelos são descritos brevemente a seguir.

4.1. O modelo AFIT

Em 1991, foi publicado o livro *Critical Technologies for National Defense*, com o resultado de um estudo desenvolvido no ano anterior no *US Air Force Institute of Technology (AFIT)*. Este estudo identificou, à época, 20 grupos tecnológicos considerados críticos para a Defesa dos Estados Unidos. Estes grupos foram divididos em três conjuntos: tecnologias de mais alta prioridade, tecnologias em capacitação e tecnologias emergentes.

As tecnologias identificadas neste estudo como sendo de mais alta prioridade são as seguintes:

1. Materiais conjugados (Compostos/Compósitos);

2. Dinâmica de fluidos computacional (*Computational Fluid Dynamics – CFD*);

3. Fusão de dados;

4. Sensores passivos;

5. Fotônica;

6. Materiais semicondutores e circuitos de microeletrônica;

7. Processamento de sinais;

8. Produção de *softwares*.

As tecnologias identificadas como em fase de capacitação são as seguintes:

9. Propulsão com ar aspirado;

10. Inteligência de máquinas e robótica;

11. Arquiteturas de computadores paralelos;

12. Radares de alta sensibilidade;

13. Controle de assinaturas;

14. Simulação e modelagem;

15. Ambiente de sistemas de armas.

Finalmente, as tecnologias identificadas como emergentes são as seguintes:

16. Materiais e processos em biotecnologia;

17. Materiais de alta densidade energética;

18. Projéteis hipervelozes;

19. Potência pulsada;

20. Supercondutividade.

Na referência citada encontra-se um capítulo sobre cada um dos 20 grupos tecnológicos identificados, com uma descrição do significado da área tecnológica, dos princípios físicos e de engenharia envolvidos, e do seu impacto sobre futuros sistemas de armas.

4.2. O modelo MCTL

Mais de uma década após o lançamento do modelo AFIT, o DoD divulgou novas listas de grupos tecnológicos, agora dentro de um outro enfoque. Estas listas, denominadas MCTL, foram separadas em três partes, a saber:

1. Parte I – *Tecnologias de Sistemas de Armas* – tecnologias que estão no nível mínimo necessário ou acima dele para garantir o desempenho contínuo dos sistemas de armas em uso pelo DoD e por suas entidades de apoio.

2. Parte II – *Tecnologias de Armas de Destruição em Massa* – tecnologias requeridas para o desenvolvimento, integração e implantação de armas biológicas, químicas ou nucleares e seus meios de entrega.

3. Parte III – *Tecnologias Críticas em Desenvolvimento* – tecnologias que irão produzir desempenho continuamente superior de sistemas militares ou manter a atual capacidade de operação a um custo inferior.

Uma análise das definições anteriores permite verificar que o enfoque deste modelo deslocou-se do conceito de tecnologias para o de sistemas de armas. A Parte I representa o status atual dos sistemas de armas norte-americanos, enquanto a Parte III representa a evolução que tais sistemas poderão ter no futuro. A Parte II representa o contexto bastante específico dos sistemas de armas de destruição em massa que, no Brasil, resume-se ao quadro de Defesa Química, Biológica e Nuclear (Defesa QBN).

A Parte I da MCTL – *Tecnologias de Sistemas de Armas* – consiste no seguinte conjunto de 18 tecnologias:

1. Tecnologia de sistemas aeronáuticos;
2. Tecnologia de armamentos e materiais energéticos;
3. Tecnologia de sistemas químicos e biológicos;
4. Tecnologia de sistemas de energia cinética dirigida;
5. Tecnologia de eletrônica;
6. Tecnologia de sistemas de solo;
7. Tecnologia de guiamento, navegação e controle de veículos;

8. Tecnologia de sistemas de informação;

9. Tecnologia de informação de guerra;

10. Tecnologia de manufatura e fabricação;

11. Tecnologia de materiais;

12. Tecnologia de sistemas navais;

13. Tecnologia de sistemas nucleares;

14. Tecnologia de sistemas de potência;

15. Tecnologia de sensores e lasers;

16. Tecnologia de controle de assinaturas;

17. Tecnologia de sistemas espaciais;

18. Tecnologia de efeitos de armas e contramedidas.

A Parte II da MCTL – *Tecnologias de Armas de Destruição em Massa* – é discriminada como segue:

1. Tecnologia de meios de entrega;

2. Tecnologia de sistemas de informação;

3. Tecnologia de armas biológicas;

4. Tecnologia de armas químicas;

5. Tecnologia de armas nucleares;

6. Tecnologia de efeitos de armas nucleares.

Finalmente, a Parte III da MCTL – *Tecnologias Críticas em Desenvolvimento* – é constituída pelas seguintes tecnologias:

1. Aeronáutica;

2. Armamentos e materiais energéticos;

3. Tecnologia biológica;

4. Tecnologia biomédica;

5. Tecnologia química;

6. Tecnologia de energia cinética dirigida;

7. Tecnologia de sistemas de energia;
8. Tecnologia eletrônica;
9. Tecnologia de sistemas de solo;
10. Tecnologia de sistemas de informação;
11. Tecnologia de lasers e óptica;
12. Tecnologia de manufatura e fabricação;
13. Tecnologia de sistemas navais;
14. Tecnologia de materiais e processos;
15. Tecnologia nuclear;
16. Tecnologia de posicionamento, navegação e tempo;
17. Tecnologia de sensores;
18. Tecnologia de controle de assinaturas;
19. Tecnologia de sistemas espaciais;
20. Tecnologia de efeitos de armas.

Detalhes de cada um dos grupos tecnológicos listados nas três partes da MCTL podem ser encontrados na internet, nos endereços eletrônicos fornecidos na lista de referências bibliográficas. Para cada um dos grupos identificados, encontra-se na rede mundial um arquivo com uma descrição do significado do grupo, de suas principais características e das principais recomendações para a manutenção da posição norte-americana no domínio mundial de cada tema.

4.3. O Modelo WEAG

O *Western European Armaments Group (WEAG)* teve início em 1976 e congrega atualmente 19 países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Suécia e Turquia. O Modelo WEAG não se limita a elaborar uma lista de Tecnologias de Interesse da Defesa. Trata-se de um modelo muito mais integrado e complexo que os anteriores. O sistema funciona baseado em painéis que são realizados periodicamente e que visam aos seguintes objetivos:

1. Painel I – *Programas Cooperativos de Sistemas de Armas* – este painel é conduzido sob responsabilidade dos diretores nacionais de armamentos dos países participantes do Weag e é dedicado à harmonização dos requisitos militares de cada país. Deste trabalho surgem programas cooperativos de sistemas de armas que sejam de interesse de dois ou mais países membros.

2. Painel II – *Programas Cooperativos de Pesquisa e Tecnologia* – este painel é conduzido por autoridades científicas representativas dos países membros, que procuram organizar grupos tecnológicos e projetos decorrentes do atendimento às recomendações do Painel I. Deste trabalho resultam listas de grupos que são denominados *Common European Priority Areas (CEPAs)*.

3. Painel III – *Procedimentos e Assuntos Econômicos* – este painel é dedicado a assuntos de política industrial resultantes dos programas cooperativos delineados nos painéis anteriores. Este painel é conduzido por representantes do *European Defense Industry Group (EDIG)*.

Os grupos tecnológicos identificados pelo Modelo WEAG (entenda-se CEPAS) são listados a seguir:

1. Tecnologias e sistemas de radares e rádio-freqüência de combate;
2. Microeletrônica;
3. Materiais avançados e estruturas;
4. Aviônica modular;
5. Não-declarado;
6. Processamento avançado de informações e comunicações;
7. Não-declarado;
8. Tecnologias e sistemas optoeletrônicos;
9. Satélite de vigilância e tecnologia espacial militar;
10. Tecnologia subaquática e hidrodinâmica naval;
11. Tecnologias de modelagem de defesa e simulação;
12. Não-declarado;
13. Defesa química, biológica e nuclear (QBN);
14. Materiais energéticos;

15. Tecnologia de mísseis, aeronaves não-tripuladas (UAV) e robótica;
16. Engenharia elétrica.

Nas páginas da Internet, listadas nas referências bibliográficas, podem ser encontrados mais detalhes sobre este modelo. Porém, o nível de detalhamento é claramente inferior ao apresentado nos modelos do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Além disso, pode-se observar que três dos 16 grupos tecnológicos do WEAG foram mantidos em caráter sigiloso.

Este modelo tem o mérito de integrar o trabalho de três eixos fundamentais para que uma defesa nacional possa efetivamente ocorrer: o eixo militar, especificando os requisitos de defesa a serem cumpridos, o eixo de ciência e tecnologia, detalhando os temas, programas e projetos a serem explorados, e o eixo da indústria, demonstrando as capacidades produtivas que podem transformar concepções e especificações em produtos, serviços e atividades (entenda-se inovações) de interesse da sociedade.

4.4. O modelo *Battelle*

O *Battelle Memorial Institute* é uma organização privada de pesquisa e desenvolvimento fundada em 1929, com sede em Columbus, Ohio (EUA), com diversos laboratórios espalhados por aquele país. O Instituto coordena o trabalho de cerca de 16 mil cientistas, com um orçamento anual da ordem de US$ 2,7 bilhões. O mote do Instituto é "O Negócio da Inovação". De seus laboratórios saíram produtos reconhecidamente inovadores como, por exemplo, a máquina copiadora e o disco compacto (CD).

Os temas pesquisados pelo Instituto abrangem um largo espectro tecnológico. A maioria dos temas encontra-se na área de energia. Porém, o Instituto também atua nas áreas espacial e de segurança e defesa nacional. Mais informações sobre esta organização podem ser encontradas na página da internet registrada na lista de referências bibliográficas deste documento.

Em 2003, o Instituto realizou um workshop em Washington, D.C., (EUA) em que especialistas identificaram os grupos tecnológicos considerados as dez mais importantes inovações na Segurança e Defesa Nacional dos Estados Unidos da América até o ano de 2012. A relação destes grupos é dada a seguir:

1. Gestão de informações e inteligência;
2. Fontes renováveis de energia;
3. Armas não-letais;
4. Sistemas avançados de detecção e acompanhamento;
5. Vacinação universal;
6. A *Cyber Net Global*;
7. Equipamentos individuais de alerta;
8. Desdobramentos e movimentos rápidos;
9. Edifícios seguros;
10. Materiais multifuncionais avançados.

Esta relação, apesar de limitada, é sem dúvida atual, pois reflete a visão de Defesa Nacional dos Estados Unidos após os atentados terroristas de 11/09/2001 e após a Guerra do Iraque. Desta forma, este modelo acresce novos elementos que foram considerados nos estudos realizados pelos especialistas brasileiros.

5. PROPOSTA DE MODELO PARA O SISCTID

Após ponderar as características taxonômicas dos quatro modelos selecionados, bem como os dez fatores condicionantes descritos na seção anterior, os especialistas propuseram que a identificação e a hierarquização das Tecnologias de Interesse da Defesa Nacional fossem frutos da análise de um triedro composto pelos seguintes eixos, capazes de criar vetores interagentes e coordenados:

1. *Eixo da defesa* – contempla as especificações e os requisitos militares da Defesa Nacional a serem satisfeitos por sistemas de armas. Relaciona-se primordialmente às Expressões Política e Militar do Poder Nacional.

2. *Eixo da ciência e tecnologia* – contempla as Tecnologias de Interesse da Defesa necessárias para atender às especificações e aos requisitos definidos para os Sistemas de Armas da Defesa Nacional. Relaciona-se primordialmente à Expressão Científica e Tecnológica do Poder Nacional.

3. *Eixo da indústria* – contempla as capacidades inovadoras e características industriais próprias para satisfação das especificações e dos requisitos estabelecidos para os Sistemas de Armas da Defesa Nacional. Relaciona-se primordialmente às Expressões Econômica e Psicossocial do Poder Nacional.

O resultado deste trabalho foi a seleção preliminar de 23 Tecnologias de Interesse da Defesa Nacional, hierarquizadas e descritas a seguir:

1. *Fusão de dados* – visa criar ambientes onde sejam integrados meios de comando, controle, comunicações, computação, inteligência, vigilância e reconhecimento (C^4IVR), essenciais para o desenvolvimento de operações de defesa.

2. *Microeletrônica* – visa permitir o desenvolvimento de componentes e circuitos dedicados a sistemas de defesa nacionais, com baixa dependência externa, evoluindo-se daí para aplicações em nanotecnologia.

3. *Sistemas de informação* – visa permitir o desenvolvimento de sistemas computacionais completos, robustos e dedicados à operabilidade dos meios nacionais de defesa.

4. *Sensoriamento via radar de alta sensibilidade* – visa realizar sensoriamento remoto de qualquer área do país, a qualquer instante do dia ou da noite, e em qualquer condição meteorológica.

5. *Ambiente de sistemas de armas* – visa conhecer o ambiente da atmosfera, das águas e da superfície terrestre, onde poderão desenvolver-se ações militares, bem como as características de propagação de sinais de quaisquer tipos nestes ambientes, de forma a poder extrair as melhores condições de operação.

6. *Materiais de alta densidade energética* – visa ao desenvolvimento, à fabricação e ao emprego de propelentes e explosivos de alto desempenho ou destinados a aplicações especiais.

7. *Hipervelocidade* – visa conceber, desenvolver, produzir e utilizar sistemas de armas que empreguem projéteis com velocidades hipersônicas.

8. *Potência pulsada* – visa conceber, desenvolver, produzir e utilizar sistemas de armas que empreguem energias concentradas em espaços geográficos limitados e com efeitos localizados.

9. *Navegação de precisão* – visa dominar a capacidade de ter veículos navegando precisamente, segundo trajetórias pré-definidas, de maneira controlada ou autônoma.

10. *Materiais compostos* – visa dominar a capacidade de conceber, desenvolver e construir estruturas resistentes, leves e eficientes para diversas aplicações militares.

11. *Dinâmica dos fluídos computacional (CFD)* – visa equacionar e resolver qualquer problema de interesse que envolva o escoamento de fluidos, com ou sem efeitos de calor, de reação química ou de origem eletromagnética.

12. *Sensores ativos e passivos* – visa conceber, desenvolver e fabricar sensores de qualquer tipo, de forma a permitir a defesa contra vetores inimigos e o monitoramento em tempo real do status de nossos sistemas de armas.

13. *Fotônica* – visa conceber, desenvolver e fabricar dispositivos sensores, de comunicação e de transmissão de potência que empreguem a luz em substituição à corrente eletrônica, permitindo robustecer sistemas quanto a interferências de radiações ionizantes e não-ionizantes que costumam desabilitar a operação de circuitos elétricos e eletrônicos usuais.

14. *Inteligência de máquinas e robótica* – visa conceber, desenvolver, produzir e operar veículos que possam operar de maneira pré-programada ou autônoma, reagindo de maneira inteligente a mudanças de cenários em tempo real.

15. *Controle de assinaturas* – visa desenvolver todos os meios para dificultar a identificação e a visualização pelo inimigo de nossos vetores de defesa e maximizar a nossa capacidade de identificação e visualização dos vetores de ataque do inimigo.

16. *Energia nuclear* – visa obter soluções energéticas móveis de natureza nuclear, de forma a permitir a operação de Sistemas de Armas autônomos em regiões desprovidas de infra-estrutura, quer seja na superfície de terras ou águas, ou ainda de Sistemas de Armas submersos.

17. *Sistemas espaciais* – visa sondar o espaço aéreo em qualquer altitude com quaisquer tipos de sensores e de colocar em órbita do planeta satélites de quaisquer aplicações de interesse da Defesa Nacional.

18. *Propulsão com ar aspirado* – visa criar autonomia de propulsão de qualquer tipo na atmosfera inferior, com aproveitamento do oxigênio como comburente.

19. *Materiais e processos em biotecnologia* – visa desenvolver, processar e empregar materiais naturais de origem orgânica ou materiais sintetizados de mesma origem que tenham propriedades de interesse da Defesa Nacional.

20. *Defesa química, biológica e nuclear (QBN)* – visa congregar e coordenar tecnologias para ampliar a capacidade nacional de desenvolver ações de caráter eminentemente defensivo, corretivo e de sobrevivência em um cenário envolvendo uso de armas de origem química, biológica e nuclear.

21. *Integração de sistemas* – visa estimular a capacidade nacional de integrar a operação de dois ou mais Sistemas de Armas de qualquer tipo, de forma a alcançar-se na operação conjunta uma maior eficiência e sinergia das potencialidades de cada Sistema individualmente considerado.

22. *Supercondutividade* – visa identificar, pesquisar e desenvolver aplicações de qualquer tipo, de interesse da Defesa Nacional, que empreguem materiais supercondutores.

23. *Fontes renováveis de energia* – visa dotar tanto defensores isolados quanto Sistemas de Armas de maior dimensão de capacidade de operar em qualquer cenário com razoável margem de oferta energética, de forma a reduzir a dependência logística.

Esta proposta encontra-se publicada no documento "Concepção Estratégica – C,T&I de Interesse da Defesa Nacional". Deve-se ressaltar o caráter preliminar deste resultado. Embora a proposta tenha sido preparada por cientistas e especialistas conhecedores dos fatores-chave de sucesso da Defesa, ela carece de detalhamento e crítica por parte de um universo maior de pessoas interessadas neste tema.

6. O FUTURO DO SISCTID

A relação de tecnologias apresentada na seção anterior deste documento tem um caráter atual, histórico e efêmero. Faz-se necessário que esse resultado seja revisto e periodicamente atualizado pelos setores envolvidos: militar, acadêmico e industrial. Sugere-se, portanto, que haja uma ampla consulta a estes setores para

1. realizar uma análise crítica desta proposta;

2. identificar e hierarquizar novos grupos tecnológicos; e,

3. criar uma Rede de Inteligência Tecnológica da Defesa Nacional (RIT-Defesa) de características pró-ativas, que, efetivamente, possa realimentar e fortalecer o sistema.

Como já foi ressaltado, o modelo do SisCTID envolve os setores militar, acadêmico e industrial. Tendo em mente que o Ministério da Defesa foi criado em 1999 e que sua legislação está sendo criada ou revista, ainda não existem bases plenamente estruturadas na componente militar do Sistema. Também não existe uma avaliação precisa da parcela da comunidade acadêmica e científica nacional que estaria interessada em se engajar neste esforço, algo que poderá ser avaliado com o lançamento da RIT-Defesa. Finalmente, o setor da indústria de Defesa também tem seus problemas próprios, que fogem ao escopo do presente trabalho. Órgãos representativos deste setor, como a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB) e a Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa (ABIMDE), participaram desse esforço inicial e, certamente, estarão interessados em continuar este processo.

No momento, alguns projetos do SisCTID estão em execução com recursos dos Fundos Setoriais Aeronáutico e Espacial. É opinião deste autor que essas linhas de fomento devem ser utilizadas para apoiar novos temas ou manter ativos temas tecnológicos incipientes. Porém, Fundos Setoriais não poderão ser a solução definitiva de suporte financeiro para grandes projetos ou programas mobilizadores.

Dentro de um contexto conceitual, entende-se como programa estratégico ou mobilizador aquele que tem como característica a capacidade

de abranger um grande número das tecnologias de interesse da defesa aqui identificadas, visando dotar o país de Sistemas de Armas para combate assimétrico nos cenários geopolíticos em que as Forças Armadas Brasileiras eventualmente forem atuar.

Os mesmos especialistas que identificaram as Tecnologias de Interesse da defesa identificaram também os seguintes Programas Mobilizadores como os mais importantes para a Defesa Nacional:

1. Programa Nuclear Brasileiro,
2. Programa Espacial Brasileiro,
3. Aeronaves Não-Tripuladas,
4. Veículos Blindados de Superfície,
5. Comunicações Seguras,
6. Interoperabilidade das Forças Armadas, e
7. Educação e Mobilização para a Defesa.

Apesar de qualquer assessoramento ter caráter essencialmente opinativo, pode-se facilmente perceber que o principal programa estratégico é o de Educação e Mobilização para a Defesa, pois é o único capaz de envolver todas as Tecnologias de Interesse da Defesa. Na opinião deste autor, Programas como os da relação acima têm tal ordem de dimensão orçamentária, de grau de envolvimento e de repercussão que devem assumir o caráter de "Programas de Estado", para ser-lhes assegurada continuidade em sucessivos governos. Nesta condição, eles teriam recursos em quantidade e prazos adequados às suas respectivas necessidades, podendo ter seus planejamentos e execuções físico-financeiras devidamente continuados no tempo, aumentando as suas chances de sucesso.

O caso Embraer é emblemático de um programa estratégico ou mobilizador de sucesso do atual Comando da Aeronáutica, com resultados positivos para as aviações civil e militar. Espera-se que este caso possa servir de exemplo a outros programas em andamento ou sendo propostos para o país no que concerne à Defesa Nacional.

O futuro do Sistema está no seu uso. Dar conhecimento de sua existência e permitir que os brasileiros o utilizem são as melhores formas de testar a robustez e a qualidade dos conceitos que levaram o Ministério da Defesa a criá-lo.

7. RESUMO E CONCLUSÕES

Todas as nações têm aspirações, interesses e necessidades agregados naquilo que a doutrina chama de Vontade Nacional. Para buscar a satisfação desta Vontade, as nações estabelecem Objetivos e lançam mão de meios de todos os tipos para conquistá-los e mantê-los. Ao conjunto destes meios, a doutrina chama de Poder Nacional. Acontece, porém, que Óbices de toda ordem, internos e externos, se colocam contra a conquista e a preservação dos Objetivos Nacionais. Quando isto acontece, as nações devem dispor de poder suficiente para se contrapor a estes obstáculos. A capacidade dissuasória deste poder, porém, às vezes, não é suficiente. Podem surgir conflitos e crises que, eventualmente, podem redundar em guerras. Nestas ocasiões, a Expressão Militar do Poder Nacional torna-se a ferramenta primária de existência do Estado, devendo todas as demais Expressões contribuir para as Ações de Defesa.

A Defesa Nacional é caracterizada pelo conjunto de atitudes, medidas e ações do Estado para salvaguardar o território, a soberania e os interesses nacionais contra quaisquer tipos de ameaças. As Forças Armadas são as instituições primeiras do Estado a se encarregarem deste conjunto de ações. Neste trabalho, homens e mulheres fazem uso de sistemas de armas que devem, tanto quanto possível, no interesse da soberania, ser produzidos no próprio país.

Os sistemas de armas são tradicionalmente produtos de alto valor agregado, de baixa escala de produção e que demandam longos prazos de pesquisa e desenvolvimento. Um conjunto formidável de conhecimentos e de tecnologias concorre para que eles possam existir e serem operados. E para que eles apresentem efetivamente bons resultados em ações de defesa, faz-se necessário que tenham características inovadoras, sempre atualizadas, a superar os concorrentes que lhes fazem oposição. Tais sistemas só terão sucesso em papéis dissuasórios ou em efetivo combate com o apoio sinérgico de vários componentes do Poder Nacional.

Estudos prospectivos recentes prevêem que, no ano 2050, o Brasil será a quinta economia mundial, atrás de China, Estados Unidos, Índia e Japão, nesta ordem. Para que tal prognóstico se verifique sem envolvimentos de natureza bélica, para nosso regozijo, é absolutamente necessário que a Defesa Nacional tenha condições de cumprir o seu papel constitucional. Ela deve criar as condições necessárias para que o nosso povo possa sentir-se e viver em paz e para que os nossos dirigentes possam bem exercer o Poder Político no contexto dinâmico da globalização internacional.

O povo brasileiro tem uma índole sabidamente pacífica, de modo a perseguir a resolução de todos os conflitos pela negociação e pela diplomacia. O fato de estarmos há mais de 140 anos sem vivenciarmos um conflito armado em nosso território pode levar o povo a experimentar um falso sentimento de segurança e a ter uma posição de desprezo por temas ligados à Defesa Nacional. Entretanto, não pode o povo negligenciar o preparo de sua Defesa, mesmo na esperança de que ela jamais tenha de ser empregada.

Todas as tecnologias têm características duais, ou seja, de emprego civil e militar. No caso brasileiro, sistemas de armas têm baixa escala produtiva e baixo impacto social imediato na criação de empregos na indústria, devido ao baixo emprego desses sistemas em operações militares. Porém, as capacidades científicas, tecnológicas e inovadoras nacionais podem ser estimuladas e manter-se aquecidas pelo exercício do papel civil que está associado a estas tecnologias. Além disso, não podemos ignorar o impacto social que podem ter exportações de sistemas de armas projetados e produzidos no Brasil.

Em síntese, ciência, tecnologia e inovação são as ferramentas interagentes capazes de fazer acontecer a Defesa Nacional da maneira como a almejamos: forte, eficaz e autóctone. Dentro deste contexto, a institucionalização do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID) é a garantia de que as Ações de Defesa Nacional terão a intensidade, a eficácia e a independência requeridas para a consecução das estratégias estabelecidas pelas políticas nacionais.

Com o tempo, tecnologias surgem, são desenvolvidas, utilizadas e caem em obsolescência. Neste mesmo tempo, o Sistema permanecerá, permitindo a continuidade do trabalho. Este trabalho requer coordenação, foco e persistência, características que são atributos intrínsecos do Sistema. Somente

com esse trabalho poderemos, de maneira gradual, trocar o papel de coadjuvantes para o de senhores de nossos próprios destinos. Afinal, a melhor maneira de prever o nosso futuro é construí-lo nós mesmos.

Referências

1. BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE. Disponível em: <http://www.battelle.org/>. Acesso em: mar. 2005.

2. BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil,* promulgada em 5 de outubro de 1988. 31. ed., atual. e amp. São Paulo: Saraiva, 2003.

3. _____. Decreto nº 3466, publicado em 17 de maio de 2000 e alterado pelo decreto nº 4200, de 17 de abril de 2002. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF, 17 abr. 2002. Seção 1.

4. _____. Lei complementar nº 97, publicada em 9 de junho de 1999. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jun. 1999. Seção 1.

5. _____. Lei nº 10.973: lei da inovação, publicada em 2 de dezembro de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF, 2 dez. 2004. Seção 1.

6. _____. Ministério da Defesa. *Ciência, tecnologia e inovação:* proposta de diretrizes estratégicas para a defesa nacional. Brasília: Ministério da Defesa, 2002.

7. _____. *Concepção estratégica:* ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional. Brasília: Ministério da Defesa, 2003.

8. _____. *Política de ciência e tecnologia das Forças Armadas:* portaria normativa nº 740, publicada em 26 de novembro de 2001. Brasília: Ministério da Defesa, 2001.

9. _____. *Gerenciando projetos no sistema de ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional.* Brasília: Ministério da Defesa, 2003.

10. _____. *Manual básico.* Rio de Janeiro: Escola Superior de Guerra, 2005. 2 v.

11. _____. Presidência da República. *Política de Defesa Nacional.* Brasília: Presidência da República Federativa do Brasil, 1996.

12. CRUZ, C. H. B. *Ciência e tecnologia e a soberania nacional.* Campinas: UNICAMP, 2004. Comunicação feita em encontro do Ministério da Defesa.

13. DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY (DARPA). Disponível em: <http://www.darpa.mil/>. Acesso em: set. 2003.

14. DEPARTMENT OF DEFENSE (Estados Unidos). Militarily Critical Technology List (MCTL). Parts I and III. Disponível em: <http://www.dtic.mil/mctl/>. Acesso em: mar. 2005.

15. _____. _____. Part II. Disponível em: <http://www.fas.org/irp/threat/mctl98-2/>. Acesso em: mar. 2005.

16. EUROPEAN COOPERATION FOR THE LONG TERM IN DEFENSE (EUCLID). Disponível em: <http://www.weao.weu.int/>. Acesso em mar. 2005.

17. PRZEMIENIECKI, J. S. (Ed.). *Critical Technologies for national defense*. Washington, D.C.: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1991. (AIAA Education Series).

18. RIBEIRO, T. S. et al. *Sistema de ciência, tecnologia e inovação da defesa – SisCTID – áreas e programas estratégicos*: relatório executivo: relatório do grupo regional de São José dos Campos, São Paulo e Campinas. São José dos Campos: Centro Técnico Aeroespacial, 2003.

19. WESTERN EUROPEAN ARMAMENTS GROUP (WEAG). Disponível em: <http://www.weu.int/weag/>. Acesso em mar. 2005.

O Sistema Cartográfico Nacional: o desafio do ordenamento e gestão do território brasileiro

Paulo César Teixeira Trino[*]

1. Condicionantes e antecedentes históricos

Os antecedentes históricos que determinam a conformação geográfica ao território brasileiro são anteriores inclusive ao descobrimento do país, reportando-se ao Tratado de Tordesilhas que estabelece o primeiro limite oriental do território brasileiro.

Segue esse primeiro tratado sobre essa matéria, outros conjuntos de acordos estabelecidos entre a coroa portuguesa e a coroa espanhola, a saber os Tratados de Madri, Santo Ildefonso e Pardo.

Redunda deste processo as missões demarcatórias em reconhecimento chefiadas por Gomes Freire de Andrade – Conde de Bobadela no Sul, e pelo Coronel Ricardo Franco de Almeida Serra, no Norte, coroando-se esses trabalhos demarcatórios pela brilhante atuação do Barão do Rio Branco nas questões de limites no final do século XIX e o começo do século XX, que deram conformidade aproximada do atual contorno do país.

Na atualidade, os contornos geográficos estão sendo alterados pelos resultados advindos das aplicações das regras emanadas da Convenção da Jamaica (Mondego Bay), que incorporam as plataformas continentais aos territórios emersos. No que concerne ao espaço vertical (espaço aéreo), os limites soberanos das nações foram primeiramente convencionados na convenção de Varsóvia (1924), incorporando-se nas convenções posteriores Chicago, Paris, Berna, etc., os acordos nelas ratificados, evidenciando-se

[*] Paulo César Teixeira Trino é presidente da Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC).

posteriormente a ambigüidade pela não definição dos limites entre o aéreo soberano e espacial de uso comum da humanidade.

Esse conjunto de ordenamentos legais razoavelmente aceito no âmbito do direito internacional pelo conjunto das nações conferem ao Brasil direitos de exercício de soberania regulado por esses instrumentos legais num espaço de 1 bilhão e 300 milhões de quilômetros cúbicos sobre os quais, além de direitos formais a nação, a Nação obriga-se a realizar pesquisas científicas e de contribuir na preservação da manutenção do meio ambiente.

Os desdobramentos advindos da seqüência histórica supra mencionada determinaram os condicionantes e as demandas operacionais exigidos por força da dimensão dos novos espaços territoriais agregados.

2. Situação atual dos sistemas integrados

Embora imperiosa, a integração racional do sistema cartográfico sob os aspectos políticos e administrativos — ainda que tênue — reflete os esforços das instituições responsáveis pela execução da cartografia nacional na exata medida em que os ditames legais, oriundos das últimas constituições brasileiras, impõem um processo de organização de caráter sistêmico, e de responsabilidade da União Federal.

2.1 Sistema produtivo

O Segmento Produtivo do Sistema Cartográfico Brasileiro caracteriza-se por um conjunto de organismos do Estado Nacional e um grupamento empresarial cuidadosamente regulamentado. Algumas dessas instituições governamentais têm uma existência centenária de serviços prestados ao país, como o Instituo Militar de Engenharia (IME), com 213 anos de funcionamento, que contribuiu de forma expressiva na formação dos quadros de pessoal civil e militar para as áreas de produção, ensino, pesquisa e desenvolvimento desde 1792.

A diretoria de Hidrovia e Navegação da Marinha e a diretoria de Serviço Geográfico do Exército completam esse quadro de organizações com mais de cem anos de destacada atuação.

Seguem-se outras instituições tais como: as empresas de aerolevantamento (Aerofoto Cruzeiro, 1927), o IBGE fundado em 1936, o

Instituto de Cartografia Aeronáutica, que tem seu início com a criação do Ministério da Aeronáutica, no âmbito da antiga diretoria de Rotas Aéreas, e por fim, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), organizado a partir da CNAE, em 1968. Complementam esses organismos o parque empresarial, estruturado na Associação Nacional de Empresas de Aerolevantamento (Anea) a partir de 1961, que opera de forma eficiente no apoio à cartografia sistemática, bem como gera os elementos cartográficos de suporte a engenharia de projetos, a pesquisa de recursos minerais e controle ambiental.

Nas últimas duas décadas, a contribuição significativa do sistema produtivo, pro meio da DHN, do Inpe e do Decea/ICA, resultou na execução de três projetos relevantes: demarcação da margem continental brasileira (Zona Econômica Exclusiva), no estabelecimento dos sistemas satelitários por meio do lançamento das séries de satélites de monitoramento SCD e CBERS, e na conclusão da organização dos sistemas de controle do espaço aéreo brasileiro continental, com a integração dos Cindactas e do Sivam.

Esse esforço encontra-se debilitado por força de políticas orçamentárias restritivas e contingenciamentos que prejudicam o desenvolvimento contínuo dos projetos do sistema produtivo, principalmente no que tange a execução da cartografia terrestre.

O sistema empresarial no suporte à cartografia terrestre sistemática, bem como no fornecimento de bases para o apoio das obras de engenharia e outras, padece de uma conjunção de fatores adversos oriundos da conjugação das políticas fiscal, orçamentária e monetária. Por força desses fenômenos de caráter econômico, os programas de identificações de características físicas do território brasileiro impediram a construção dos sistemas integrados de informações geográficas realmente confiáveis, sobre o qual deveriam se assentar os processos de tomada de decisões em níveis nacional, regional, estadual e municipal.

Por via de conseqüência, a correlação da falta das informações geográficas que deveriam ser disponibilizadas para as autoridades e usuários impediram a execução do planejamento de políticas públicas, e do provimento de cartografia de base para serviços essenciais, bem como a organização de programas estratégicos que requeiram informações de qualidade e confiabilidade, atualmente indisponíveis.

2.2. Sistemas usuários

Os usuários de informações cartográficas, incluindo organizações governamentais não produtoras e organizações privadas em geral, passaram a improvisar perigosamente, abusando do uso de informações orbitais e práticas de digitalização e escanerização de elementos cartográficos inapropriados, construídos sobre quatro 'datum' horizontais e dois 'datum' verticais diferentes.

Estimulados por propaganda direcionada em que o satélite tudo pode ver e prover, e o que o computador tudo pode resolver, incorreram no risco de alimentar sistemas automatizados de suporte ao processo de tomada de decisão, em diversos níveis governamentais e privados, com um conjunto de informações agrupadas sem critérios de organização dos metadados sem validação e certificação, ficando evidenciado que a continuidade desta prática irá vulnerabilizar todos os sistemas usuários de segurança, de produção e de investimentos.

2.3. Sistema de ensino, pesquisa e inovação

Os sistemas de ensino, pesquisa e inovação, embora tivessem a sua cota de sacrifícios impostas pelas mesmas restrições orçamentárias, passou razoavelmente incólume, tendo inclusive apresentado um certo grau de expansão por força do seu ancoramento em universidades federais. Essas instituições envidaram ingentes esforços no sentido de dar continuidade à expansão do ensino superior de cartografia, atrelando seus programas de pesquisa e inovação à existência dos Fundos Setoriais criados dentro das novas agências reguladoras governamentais. Por fim, os Fundos Setoriais também foram contingenciados pelas autoridades monetárias e, por conseqüência, verificou-se a completa paralisação destes programas.

3. Demandas estratégicas

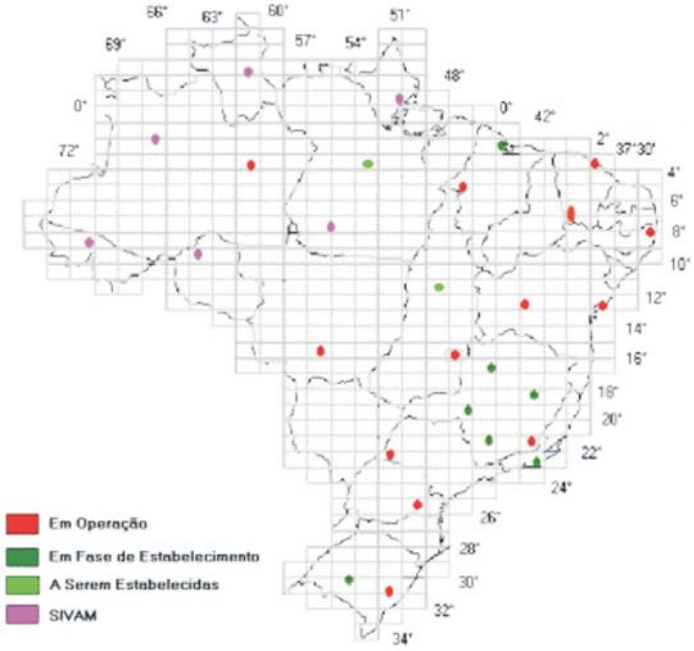
A abordagem das demandas estratégicas neste momento referem-se única e exclusivamente aos tópicos emergenciais que demandam ação imediata, e sem os quais todas as políticas governamentais de futuro próximo padecerão de graves inconsistências, com severos prejuízos para todo o processo de ordenamento e gestão do território.

Sobre o processo de ordenamento e gestão, deverão se projetar todos os programas de desenvolvimento econômico, social e de segurança.

3.1 REFERENCIAL GEOCÊNTRICO

O estabelecimento e a implementação do Sistema de Referencial Geocêntrico da América do Sul (Sirgas 2000) propiciará a criação de um sistema de referência geodésico para toda América do Sul, facilitando os projetos de integração nesse continente. Entretanto, a necessária construção da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC, anexo 1), sobre a qual se apóia o Sirgas 2000 com o seu caráter inovador e redutor de custos, não deve preconizar o abandono Rede Geodésica Fundamental (RGF), devendo-se promover a integração das duas redes sob pena de invalidar os projetos realizados no Brasil nos últimos 80 anos, invalidando o sistema cartográfico atual construído sobre a ossatura da RGF, bem como os sistemas de caracterização das propriedades que se utilizaram da rede geodésica clássica. Isso fatalmente levaria ao colapso o sistema de registro público atual.

Anexo 1. Rede Ativa RBMC – 2001/2003



3.2 Controle de aerolevantamento

Ainda que se tenha verificado nas últimas quatro décadas um notável desenvolvimento tecnológico na utilização de informações satelitários de imageamento (Landsat, Spot, Radarsat, Ikonos, Quick Bird e CBERS) e de posicionamento (GPS, Glosnar e Galileo), a existência destes elementos não prescinde da utilização dos métodos de levantamento clássico (fotogrametria), que por seu lado também se aprimoraram tecnologicamente, chegando a ponto de geração de informações de massa com precisão micrométrica, de relevância fundamental para o conhecimento da geometria das características físicas dos territórios para implementação de projetos.

Os sensores remotos aerotransportados nas áreas de pesquisa de recursos naturais e controle ambiental também tiveram, nas últimas décadas, exponencial desenvolvimento alcançando precisão de fatores de discriminação de 1 milionésimo de gama, nas áreas de aerogomaespectrometria, aeromagnetometria e aeroeletromagnetometria, assim como os demais sensores desenvolvidos em outras bandas espectrais. Assim sendo, torna-se imprescindível o restabelecimento do controle unificado dos aerolevantamentos, no seu conceito original, caracterizado pelo uso desses sensores como forma única de manutenção soberana do estado brasileiro sobre seus recursos naturais e os fenômenos de degradação ambiental. O controle dos aerolevantamentos, por força da precisão das informações, insere-se indubitavelmente no contexto da segurança nacional e da cidadania.

3.3 Sistemas orbitais de sensoriamento remoto – monitoramento

Os sistemas de satélites orbitais brasileiros, apesar de todas restrições de caráter orçamentário e de instrumentos regulatórios restritivos emanados de tratados firmados pela comunidade internacional (Aiea, MTCR) e outros, vêm obter êxitos continuados pelos lançamentos das séries SCDI e CBERS, que estimulam a formação de projetos nacionais e internacionais de monitoramento e mapeamento em pequenas escalas no horizonte dos próximos cinco anos. Esse quadro enseja a possibilidade de elaboração de projetos de comercialização internacional de imagens orbitais de produtos derivados, que encontram largas possibilidades de aceitação pela comunidade internacional por força dos insucessos ocorridos com os lançamentos dos programas concorrentes.

3.4 Situação atual e a proposta de retomada do mapeamento sistemático

3.4.1 Retomada do mapeamento sistemático

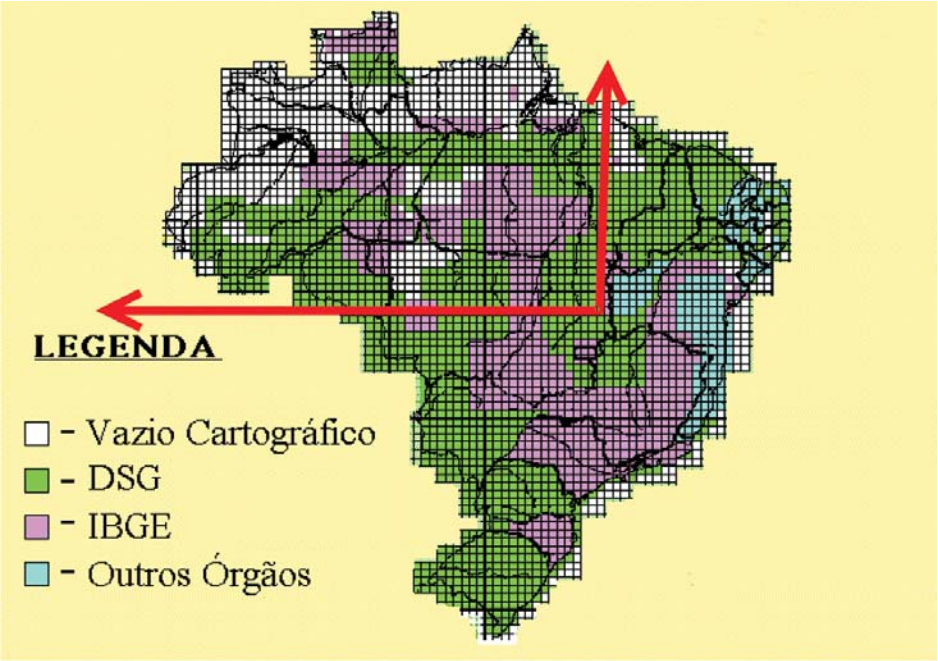
Uma avaliação da situação do mapeamento sistemático do país nos conduzirá imediatamente a conclusão de que a única escala de caráter sistemático que contempla homogeneamente o território brasileiro é a escala do milionésimo, cuja primeira edição foi realizada por iniciativa do Clube de Engenharia do Rio de Janeiro, em 1922, e a única inteiramente disponibilizada em meio digital pelo IBGE. O quadro discriminado da situação por escala (anexos 2 e 3) demonstra inequivocamente as descontinuidades do mapeamento sistemático seja por área ou por escala. Considerando que a cartografia contemplada com a sua execução foi única e exclusivamente realizada em escalas pequenas, de reconhecimento (1/50.000 e 1/100.000).

Anexo 2. Situação do mapeamento topográfico do território brasileiro (terrestre)

Escalas	Total de folhas	% Mapeado
1:25.000	492	1,01
1:50.000	1642	13,90
1:100.000	2289	75,39
1:250.000	444	80,72
1:500.000	68	36,90
1:1.000.000	46	100,00

Ao analisar os mapeamentos por execução por meio das décadas (anexos 3 e 4), iremos verificar que o nível de desatualização dessas cartas encontra-se numa faixa de 40 a 50 anos, deixando ainda um enorme vazio cartográfico de 1.200.000 Km2 (anexos 3 e 6) a ser executado. Observa-se, ainda, pela análise do quadro anterior, que a cartografia em escala de desenvolvimento praticamente não foi tratada de forma compatível com a demanda gerada pelo desenvolvimento, visto haver aproximadamente apenas 1% do território mapeado. Todas as séries de cartas, independentemente das escalas, apresentam descontinuidade pelo critério de cartas contíguas ou temporalidade (anexos 4, 5 e 6).

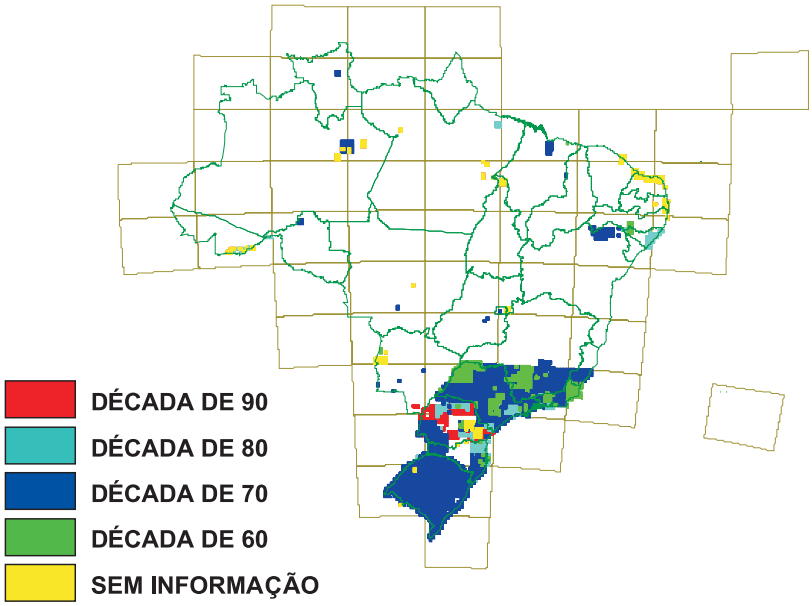
Anexo 3. Mapeamento sistemático do Brasil – Escala 1:100.000



Verifica-se fenômeno assemelhado com a cartografia náutica e aeronáutica, embora esta última já esteja se submetendo a processos de atualização constante, tendo em vista atender acordos internacionais para a segurança da navegação aérea. (anexos 7, 8 e 9).

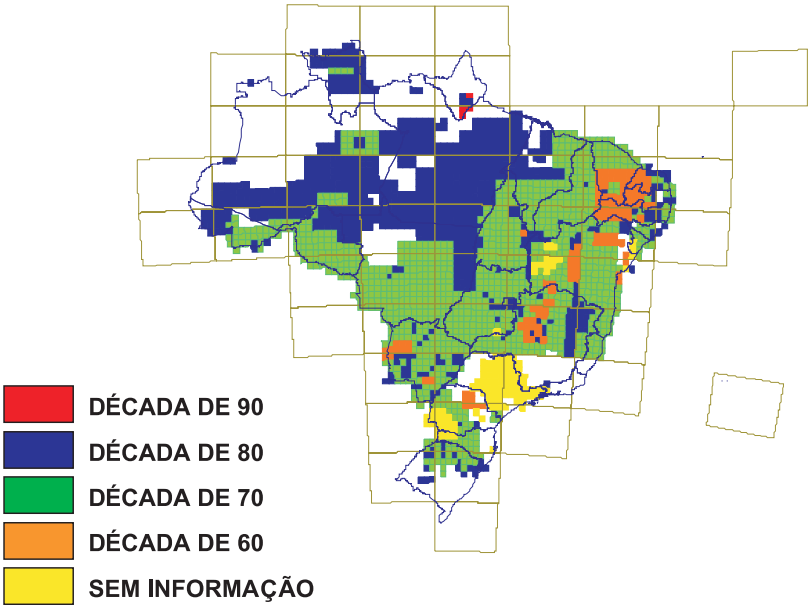
Foram extremamente prejudicados os projetos de mapeamento para o levantamento de recursos minerais e da biodiversidade, principalmente na Região Amazônica (anexos 10 e 11).

Anexo 4. Mapeamento por década – 1/50.000



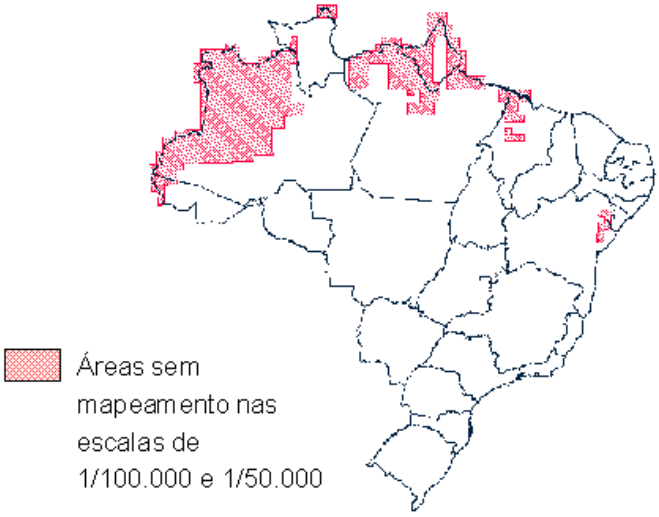
Fonte: IBGE

Anexo 5. Mapeamento por década – 1/100.000



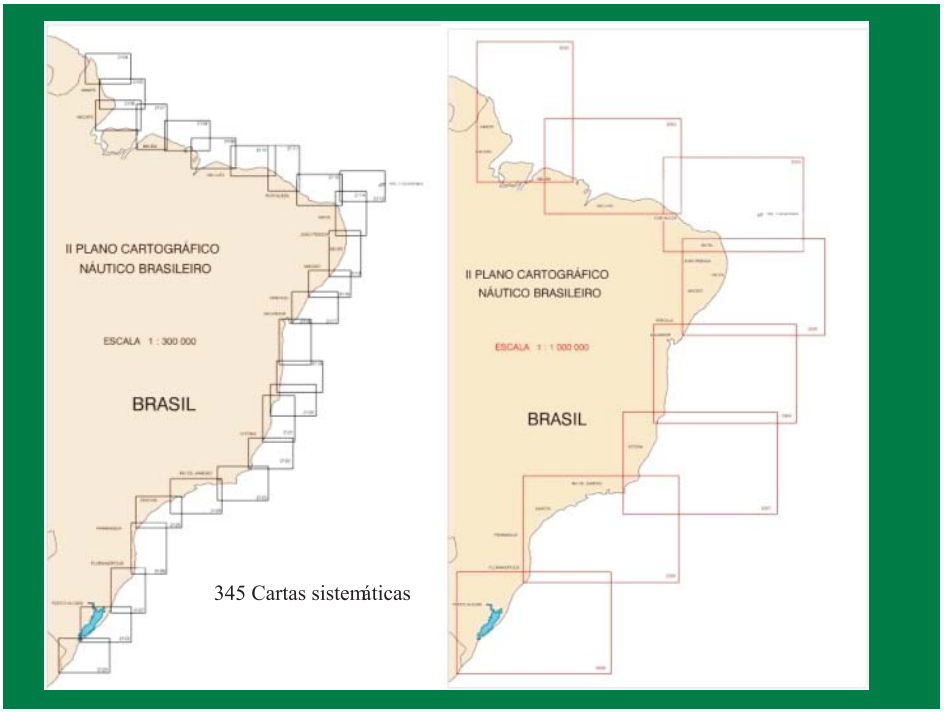
Fonte: IBGE

Anexo 6. Vazios cartográficos

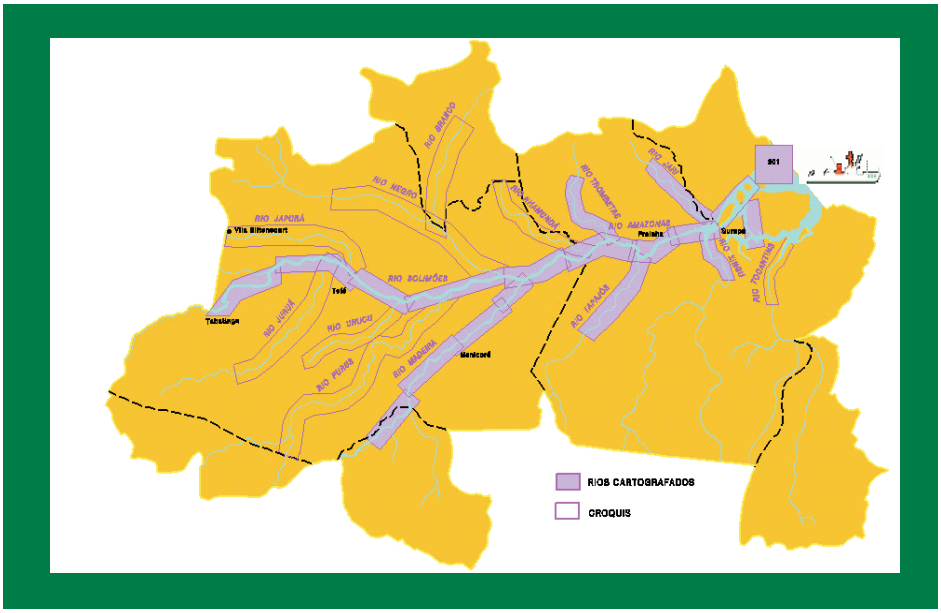


Fonte: IBGE

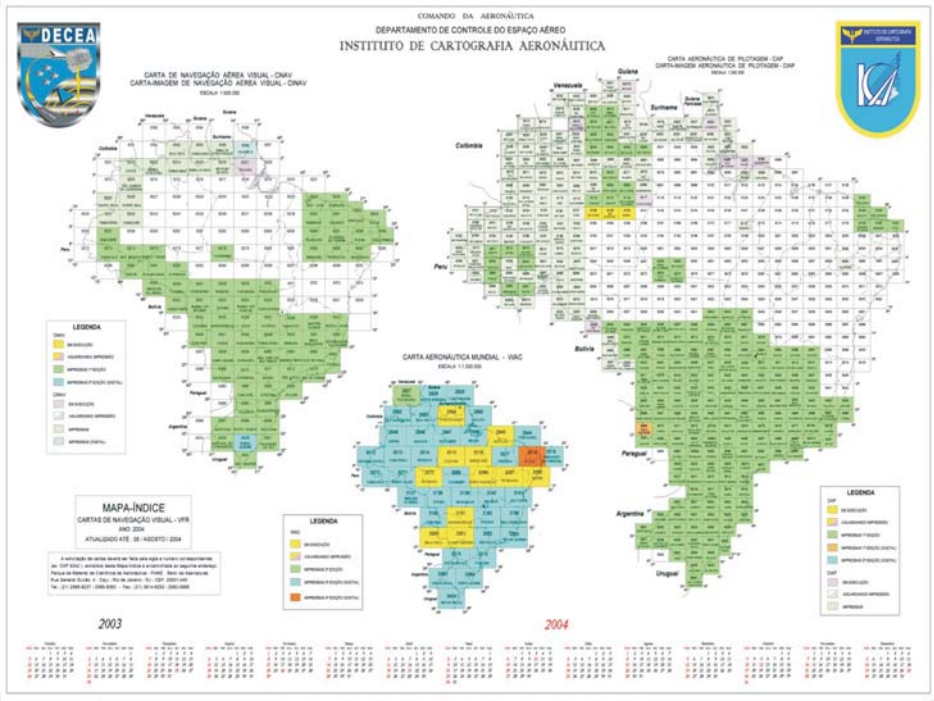
Anexo 7. Cartografia náutica – Plano cartográfico



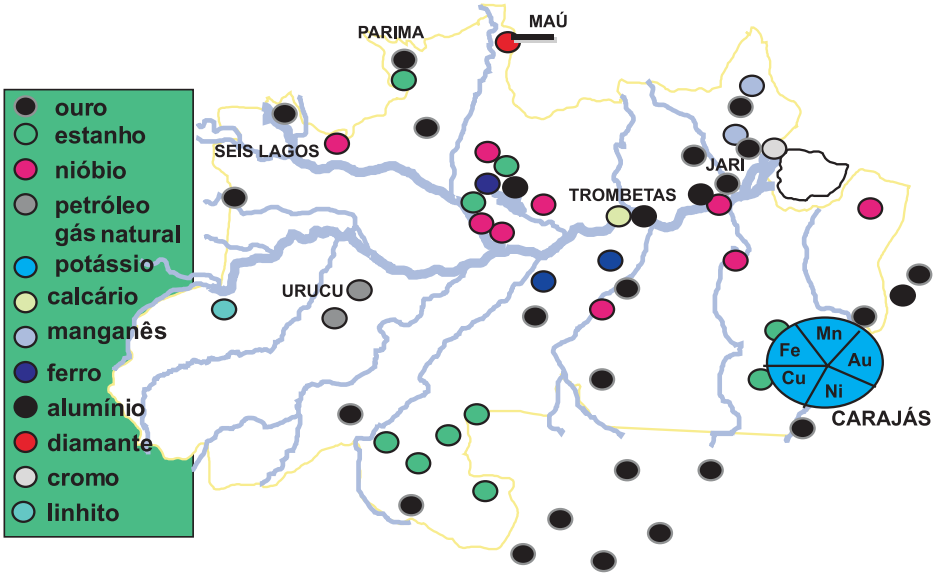
Anexo 8. Cartografia náutica – Amazônia



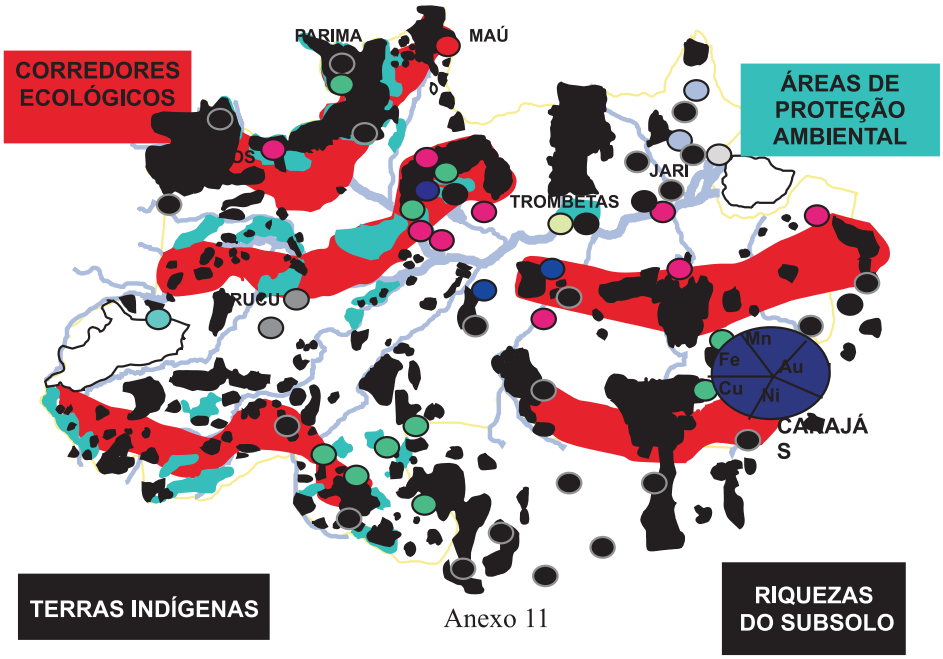
Anexo 9



Anexo 10. Subsolo



Anexo 11. Áreas sobrepostas



Anexo 11

3.4.2 O processo de retomada

O processo de retomada do mapeamento sistemático projeta-se sob a égide de duas políticas contraditórias. A primeira, sob o enfoque do regime de restrições orçamentárias e financeiras, onde se recomenda a preservação dos elementos cartográficos existentes por serem os únicos disponíveis. Na segunda alternativa, propõe-se a implementação de um programa de mapeamento sistemático sob o enfoque de uma cartografia para o desenvolvimento na escala de 1/25.000, de todo o território, excluído o polígono amazônico no que serão geradas cartas nas escalas de 1:100.000, 1:250.000, 1:500.000 e atualizada a escala de 1:1.000.000, a partir de mapeamentos da área nas escalas de 1:50.000, 1/100.000, utilizando-se de métodos combinados entre a tecnologia de radar e os métodos clássicos integrados com o sistema laser, dando-se início ao programa pelo vazio cartográfico existente no arco norte e noroeste brasileiro.

3.5 Integração dos sistemas de ensino, pesquisa e inovação

Fica evidenciado que o afastamento dos departamentos especializados das universidades federais, dos sistemas produtores e usuários, deixa antever uma grave falha nas atividades de planejamento civil e militar, visto que a sua integração seria realizada com enorme facilidade, usando como instrumento as redes tecnológicas integradas por instituição de ensino, pesquisa, produção e de usuários, facilitando o financiamento do funcionamento dessas redes e o aporte de capitais oriundos dos Fundos Setoriais, tais como: modelos criados pela Retac e Latec, respectivamente, entidades dos Estados de Santa Catarina e Paraná, financiados pela Finep.

4. Tópicos relevantes

4.1 Planejamento e orçamentação

Requer a atividade de planejamento para a organização do Sistema Cartográfico Nacional a utilização de processos de controle de projeto e orçamentação extremamente rígidos de forma a facilitar a sua execução.

4.2 Implementação e controle

De posse do processo de controle da produção, promover sua implementação verificando cuidadosamente o fluxo financeiro, tendo em vista os graus de incerteza das execuções orçamentárias e do grau de imprevisibilidade de algumas de suas operações.

5. Conclusões

• Sob regime de recursos escassos, mudanças estruturais requerem gestão eficiente na aplicação prática do máximo de conhecimento, dos sistemas disponíveis.

• Sobre o domínio dos processos tecnológicos, ergue-se o poder das Nações.

• A sociedade brasileira tem inequívoca percepção de que o processo de mapeamento está se construindo com informações passíveis de manipulação de fora para dentro;

• A acuracidade dessas informações, além de serem imprecisas em nível micro, projetam situações de extrema vulnerabilidade e periculosidade para a Defesa Nacional (no sentido amplo).

Recursos minerais e sua contribuição ao desenvolvimento do país: desafios em ciência, tecnologia e informação

Roberto Dall'Agnol[*]

1. Introdução

O objetivo do presente artigo é, a partir de breve revisão de especificidades do setor mineral e da disponibilidade de recursos humanos nessa área no país, avaliar exemplos de contribuições expressivas de C,T&I ao crescimento do setor e as deficiências ainda existentes e que devem ser enfrentadas a curto e médio prazos. Possíveis estratégias e ações na área de C,T&I que possam contribuir para superar tais entraves serão apresentadas e discutidas. Não serão abordados no presente artigo os aspectos referentes ao setor de petróleo e gás, de enorme importância para o país, mas com especificidades que demandam abordagem exclusiva.

2. O setor mineral e suas especificidades

Apesar da importância do ciclo do ouro na economia do Brasil Colônia e do seu papel proeminente ao longo das últimas décadas como produtor de minério de ferro e outros bens minerais, como nióbio e estanho, o Brasil não é um país de grande tradição mineira e a mineração não é vista geralmente como uma de suas atividades econômicas fundamentais, contrariamente ao que ocorre em Chile, Peru, Austrália, Canadá e África do Sul, para citar alguns exemplos. Só recentemente o Brasil está despertando para a sua vocação mineral, inerente às suas dimensões continentais e aos seus diversificados ambientes geológicos. Isso se deve à ampliação do número de

[*] Roberto Dall'Agnol é professor pesquisador do Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará (UFPA), coordenador de núcleo Pronex e membro da Academia Brasileira de Ciências.

minas e empreendimentos industriais ligados ao setor mineral no país, à diversificação de substâncias minerais em que o mesmo ocupa um papel destacado como produtor, ao peso do setor mineral na economia como gerador de emprego e renda, e à sua crescente contribuição no saldo da balança de pagamentos. A mineração tem se expandido no país e desempenha hoje papel de extrema relevância na economia da Amazônia e, sobretudo, do Estado do Pará, que vem a ser hoje o segundo Estado em produção mineral. Além de ferro e nióbio, o Brasil é hoje um grande produtor de bauxita e produtos industriais derivados, caulim, manganês, tantalita, estanho, grafita, fosfatos, crisotila, magnesita, vermiculita, rochas ornamentais e talco, havendo perspectivas de crescimento expressivo a curto e médio prazos da produção de cobre, metais nobres e níquel. Por outro lado, o setor ainda exporta a maioria dos seus produtos minerais sem aportes tecnológicos que acrescentem valor agregado e as deficiências em infra-estrutura e limitações do conhecimento geológico em muitas regiões inibem o seu crescimento.

A expressiva contribuição do setor mineral para a economia do país, funcionando como grande gerador de divisas, com saldo para a balança de pagamentos, excetuando petróleo e gás, de US$ 7,8 bilhões em 2003 e US$ 10,4 bilhões em 2004, e o reconhecimento de sua importância para sustentar o crescimento econômico, voltou a colocá-lo em destaque depois de anos de relativo esquecimento pelo governo. O setor mineral foi considerado prioritário pelo PPA para o período de 2004-2007 e dirigentes do Ministério de Minas e Energia têm sinalizado no sentido de uma mudança de rumos, enfatizando a importância de criar condições para o fortalecimento do setor mineral e para a viabilização de novo ciclo de geração de jazidas e projetos de mineração.

Cabe destacar algumas características inerentes ao setor mineral que nem sempre são claramente percebidas. Contrariamente a diversos outros setores da economia, a mineração trabalha essencialmente com bens naturais não-renováveis. Uma vez exaurido um depósito, não há como recompô-lo como reserva de minério e se necessita de novo depósito para dispor do mesmo bem mineral. Isso se traduz muito bem na expressão 'minério não dá duas safras'. A implicação é que o aproveitamento econômico dos minérios deve ser precedido de avaliação criteriosa de sua viabilidade e importância para a sociedade como um todo. Um segundo ponto refere-se às reservas de bens minerais que, para serem mantidas ou ampliadas, exigem esforços

contínuos de exploração, seja em torno das jazidas já existentes, seja visando a identificação de novos depósitos.

Outra característica do setor mineral é o fato de constituir, quando considerado desde a fase inicial de exploração mineral até a instalação de projeto industrial de aproveitamento de minério, um investimento de alto risco. A grande maioria das pesquisas feitas em exploração mineral não resulta em jazidas economicamente rentáveis, independentemente da competência da equipe envolvida em sua execução. Não se dispõe de garantia prévia do retorno do investimento em exploração mineral. Embora um projeto bem-sucedido possa geralmente compensar os custos dos demais, é preciso que empresas estejam dispostas a correr os riscos existentes e disponham do capital necessário. Além disso, o tempo de maturação de projetos de mineração é muito longo, sendo estimado período mínimo de dez anos entre o planejamento da exploração mineral visando determinado bem mineral e a entrada em atividade de projeto industrial para seu aproveitamento efetivo.

Projetos de aproveitamento de recursos minerais são potencialmente capazes de gerar forte impacto no meio ambiente e, embora se disponha hoje de meios tecnológicos capazes de reduzir substancialmente os efeitos nocivos, isso precisa sempre ser considerado quando da elaboração e desenvolvimento de projetos tanto de mineração, quanto industriais. Por outro lado, projetos de mineração podem trazer contribuições expressivas em termos de crescimento econômico e social, particularmente em regiões remotas, pelo aporte de infra-estrutura, oferta de empregos diretos e indiretos e geração de renda para as administrações municipais e estaduais (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM). Os municípios do interior do Pará que possuem em seu território grandes projetos de mineração apresentam valores do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) situados entre os mais elevados do estado e, de modo geral, muito superiores aos daqueles desprovidos de tais projetos.

Em função das características discutidas, o setor mineral necessita para a sua expansão e crescimento de apoio do estado, de modo a reduzir os riscos financeiros dos empreendimentos e a estimular o setor privado a ampliar seus investimentos para localização de novas jazidas e instalação de novos projetos.

3. Quadro atual dos recursos humanos e capacitação laboratorial em C,T&I vinculados ao setor mineral

A competitividade e expansão do setor mineral são estritamente dependentes da existência de recursos humanos qualificados nas áreas de geociências e tecnologia mineral. O nível de conhecimento geocientífico de um país ou região é enfatizado como uma das variáveis decisivas na opção de empresas pelo investimento no setor. A área de geociências apresentou crescimento muito expressivo no país nas duas últimas décadas, acelerado nos últimos anos (Dall'Agnol et al., 2002), acompanhando a evolução de diversas outras áreas do conhecimento. Cursos de graduação em geologia em número adequado se distribuem por todas as regiões do país e são associados em sua quase totalidade a cursos de pós-graduação, a maioria deles com programas de mestrado e doutorado. Esses aspectos constituem uma particularidade das geociências e representam um fator altamente positivo, pois facilitam a inserção e disseminação de profissionais nas diferentes regiões e, ao mesmo tempo, favorecem a formação de profissionais melhor qualificados, por serem oriundos de instituições com programas efetivamente integrados de ensino, pesquisa e extensão. Os profissionais egressos das universidades, tanto graduados, como pós-graduados, têm sido demandados e absorvidos pelas empresas, em reconhecimento tácito da sua qualificação.

Apesar desse quadro positivo, registram-se algumas dificuldades em termos de recursos humanos: a subárea de geofísica, essencial para o conhecimento geocientífico e para o setor mineral, como será discutido em maior detalhe adiante, não tem conseguido expandir-se no ritmo necessário e, em algumas instituições, há tendência para redução das lideranças de pesquisa e perspectivas de dificuldades crescentes na formação de pós-graduados. A grande visibilidade atual de certas subáreas, como geologia/geoquímica ambiental e hidrogeologia/hidroquímica, e incentivos diferenciados disponíveis em outras, como é o caso das especialidades vinculadas à área de petróleo e gás natural, tem diminuído o interesse de estudantes por subáreas tradicionais do conhecimento geológico, entre as quais as de metalogênese, petrologia, mineralogia e geocronologia, vitais para gerar conhecimento geocientífico. Outra carência muito sentida nos laboratórios de pesquisa vinculados às universidades é a de técnicos de nível superior e médio qualificados, capazes de assegurar o funcionamento em rotina e geração de dados. As severas limitações em termos de novas

contratações e o reduzido valor dos salários representam importante entrave à utilização plena dos equipamentos existentes nessas instituições. A necessidade de garantir mecanismos permanentes de absorção de jovens doutores é outro ponto crítico para a área. Com a perspectiva de número crescente de aposentadorias nos próximos anos, as universidades e instituições de pesquisa poderão ter seus quadros reduzidos quantitativa e qualitativamente se não houver renovação e contratação de jovens pesquisadores com potencial para serem futuros líderes de pesquisa.

Em termos do setor público, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil) e o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) desempenham papel fundamental na geração e disseminação de informações geocientíficas para o setor mineral. Ambos passam por processo de modernização e dinamização de suas atividades. A CPRM dispõe de quadros qualificados para o planejamento e execução de levantamentos geológicos básicos, porém o número de profissionais atuantes nas diferentes especialidades é insuficiente para atender as enormes demandas e desafios impostos pela exigência de crescimento do setor mineral (Adimb, 2000). Para atingir os objetivos traçados no Programa Nacional de Geologia, envolvendo mapeamento geológico e levantamentos aerogeofísicos no período de 2004-2007, a Secretaria de Minas e Metalurgia e a CPRM estão estabelecendo convênios com universidades, como forma de resgatar informações e mapeamentos geológicos já disponíveis em tais instituições. Tais interações e colaborações são positivas, mas elas não eliminam a premência de ampliar o quadro de profissionais atuantes nessa área na instituição para garantir o atendimento de suas atividades fim.

Além das geociências, as áreas de lavra, tecnologia mineral e economia e política mineral são de grande relevância para o setor mineral. Embora existam diversos grupos vinculados a universidades e mesmo instituições de pesquisa voltados para tecnologia mineral, com destaque para o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), há ainda muito a ser feito nessa área, inclusive em função do crescimento do setor e da ampliação das minas e conseqüente diversificação dos tipos de minérios, exigindo processos específicos de tratamento e aproveitamento. Vale registrar que empresas de mineração também têm se preocupado em desenvolver ou adquirir por meio de transferência as tecnologias necessárias para o aproveitamento das jazidas sob seu controle. Exemplo atual é

fornecido pela Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), que irá construir usina para processamento de cobre sulfetado por meio de rota hidrometalúrgica na região de Carajás, empregando tecnologia desenvolvida por empresa canadense. A área de economia e política mineral, ressalvando-se a existência de cursos de pós-graduação específicos na Unicamp e UFRJ, tem recebido comparativamente menos atenção. Os recursos humanos atuantes nessa área estão muito dispersos entre DNPM, CPRM, universidades, institutos de pesquisa e empresas, havendo necessidade de medidas para aglutinar a massa crítica existente e gerar condições para a sua ampliação e atuação nas diferentes regiões mineiras do país. Com a recente instalação em Marabá por parte da UFPA, de cursos de engenharia de minas, engenharia de materiais e geologia em convênio com a CVRD, existem atualmente oito cursos de engenharia de minas no país. Cinco universidades possuem pós-graduação em engenharia de minas e áreas associadas. Apesar disso é admitido que a área de lavra ainda apresenta muitas carências (CT-Mineral, 2001).

Tem havido grande esforço no país para a ampliação da capacidade laboratorial, por meio da aquisição e colocação em rotina de muitos equipamentos analíticos de médio e grande portes em diferentes instituições de ensino e pesquisa. Porém, a contínua expansão tecnológica mundial e as inúmeras carências ainda existentes tornam imperativo prosseguir a política de ampliação da capacitação laboratorial das instituições atuantes em geociências e tecnologia mineral (CGEE, 2003). Uma base de informações geocientíficas moderna é amplamente dependente de capacidade de geração de dados mineralógicos, geoquímicos e isotópicos confiáveis, em prazo curto, e do livre acesso dos pesquisadores interessados aos diferentes laboratórios. Sem uma base laboratorial adequada, o país ficará dependente e o setor mineral terá a médio e longo prazos severas limitações para o seu crescimento.

4. Experiências positivas em C,T&I que contribuíram para o setor mineral

O grande salto qualitativo e quantitativo apresentado pelas geociências no Brasil deve-se substancialmente ao esforço dirigido de formação de pesquisadores, inicialmente no exterior e depois no país, implementado por CNPq, Capes e instituições federais de ensino superior. As primeiras iniciativas tomadas na década de 70 tiveram continuidade e seus frutos surgiram a partir da década de 80, quando já havia se formado massa crítica considerável na área. Essa política conduziu à ampla disseminação das pesquisas em

geociências no país e se traduz atualmente pelo reconhecimento nacional e internacional das suas contribuições científicas e pela capacidade de gerar parte expressiva dos recursos humanos demandados pelo setor mineral.

Grande parte desse esforço teria sido provavelmente pouco eficaz se, paralelamente, não tivesse sido criado a partir da década de 80 o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), administrado pela Finep. O mesmo disponibilizou recursos para aquisição e instalação de equipamentos de grande porte e financiou muitos grupos de pesquisa, permitindo sua ampliação e consolidação. Exemplo marcante da contribuição do PADCT para as geociências foi o aporte de recursos para aquisição de espectrômetros de massa e microssondas eletrônicas que permitiu a ampliação ou instalação de diversos laboratórios de geocronologia e geologia isotópica e de micro-análise de minerais, os quais geraram informações fundamentais para o crescimento da área, rompendo com a total dependência do exterior existente até então. Embora com impacto bem mais localizado e mais recentemente, o Programa de Núcleos de Excelência (Pronex, MCT-CNPq) também contribuiu para a expansão de laboratórios e fortalecimento de grupos de excelência em geociências.

Apesar de ter reflexos mais diretos na produção de petróleo e gás natural, também contribuiu para o setor mineral a política de incentivos à geração de conhecimento científico e de tecnologia assumida permanentemente pela Petrobras. A atuação do Cenpes e a integração da Petrobras com diversas instituições de ensino e pesquisa, assim como a demanda de colaborações diversas, inclusive do setor industrial, na busca por soluções tecnológicas, permitindo, entre outras coisas, o desenvolvimento de tecnologia adaptada à exploração de petróleo em águas profundas, constitui exemplo muito positivo de interação entre empresas e instituições de pesquisa, na busca de superação de desafios tecnológicos e criação de alternativas econômicas para o país. Ressalta-se aí a vontade política da empresa de buscar soluções tecnológicas próprias, usando a competência existente no país e a decisão de fazer os investimentos necessários para atingir seus objetivos.

Outro exemplo positivo é encontrado na subárea de sensoriamento remoto, em que merece registro a experiência pioneira do Projeto Radambrasil, especialmente em sua fase inicial de atuação na Amazônia. Esse projeto foi extremamente inovador ao introduzir o levantamento por imagens de radar como instrumento de referência no mapeamento geológico

e o emprego de helicópteros em trabalhos de campo em regiões de outro modo inacessíveis, mas também ao efetuar, em paralelo, estudos de geologia, geomorfologia, vegetação e solos e integrá-los por meio de avaliação do uso potencial da terra, embrião do zoneamento econômico-ecológico do território. Depois dessa etapa, a liderança do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) passou a ser fundamental, adquirindo, gerando e disseminando tecnologias e formando recursos humanos qualificados, muitos deles atuando hoje em instituições de ensino e pesquisa ou empresas. A crescente demanda em diferentes áreas do conhecimento pelas informações geradas por sensoriamento remoto e sua integração com sistemas geo-referenciados levaram à ampliação e disseminação em nossas universidades, na CPRM e em grandes empresas de laboratórios especializados que estão geralmente aptos a atender as necessidades do setor mineral. Na Região Amazônica, a criação do Sipam, com modernos centros de monitoramento e pesquisa com focos diversificados em Manaus e Belém, também fortaleceu as competências existentes em sensoriamento remoto e gerou novos centros difusores de informações e tecnologia nessa área.

Considerando a associação feita comumente entre mineração e degradação ambiental, devida em grande parte, no caso da Amazônia, ao enorme impacto negativo causado por garimpos e também por ações de algumas empresas em muitas províncias da região, os domínios da Província Mineral de Carajás sob a jurisdição da CVRD representam exemplo inquestionável da possibilidade de coexistência de grandes projetos de mineração com preservação ambiental. Isso é claramente possível desde que haja compromisso da empresa e atuação firme do governo e da sociedade convergindo para esse mesmo fim. A região mineira de Carajás representa hoje uma das poucas áreas com floresta nativa preservada da porção sul-oriental do Pará, contrastando vivamente com os vastos domínios de pastagens e matas degradadas em torno da mesma.

A Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral Brasileira (Adimb), criada em 1996, tem feito grande esforço no sentido de promover a exploração mineral por meio de geração e ampliação do conhecimento geocientífico e da atualização e aperfeiçoamento de recursos humanos atuantes em empresas de mineração. Enfrentando a tendência ao isolamento dominante entre as empresas, estimulada pela forte competição reinante, e a atuação geralmente dissociada entre os diferentes atores do

setor, a Adimb tem procurado, mediante ações cooperativas entre órgãos do governo, empresas e instituições de pesquisa, estimular o crescimento da mineração no país. Uma de suas contribuições mais expressivas foi o Projeto-Plataforma Exmin/Amazônia (Adimb, 2000) que, a partir de ampla discussão envolvendo profissionais de setores e especializações muito variados, elaborou diagnóstico e propostas para a expansão do setor mineral brasileiro, voltadas especificamente para a Amazônia, que representaria a 'última fronteira mineral do planeta'. Foi sugerida nesse projeto a priorização de programas de levantamentos básicos aerogeofisicos, geológicos e geoquímicos, apoiados em técnicas de sensoriamento remoto e na estruturação de bancos de dados de livre acesso. Os esforços seriam complementados por meio de estudos dirigidos para a caracterização dos ambientes mais promissores da Região Amazônica e de seus depósitos minerais, bem como mediante a formação continuada de recursos humanos, sobretudo vinculados às empresas. Foram estimados investimentos da ordem de US$ 176 milhões, ao longo de uma década, para viabilizar o conjunto de propostas. Parte das propostas que constam do projeto estão sendo gradualmente implementadas pela CPRM (exemplo do Projeto de Levantamentos Aerogeofísicos da Amazônia – PLAA) e por associação entre DNPM e Adimb (Projeto Caracterização dos Depósitos Minerais em Distritos da Amazônia, em desenvolvimento).

Duas iniciativas extremamente importantes, ainda em curso, partindo da Secretaria de Mineração e Metalurgia, refletem o comprometimento mais efetivo do Ministério de Minas e Energia (MME) com o setor mineral. A primeira delas diz respeito à aceleração do ritmo dos levantamentos geológicos e geofísicos no país, sob responsabilidade direta da CPRM. A decisão de implementar o Programa de Levantamentos Aerogeofísicos da Amazônia (PLAA), envolvendo magnetometria e gamaespectrometria, assim como a proposição em 2004 do Programa Nacional de Geologia (Pronageo), voltado para a ampliação da cobertura do território nacional por mapeamento geológico e levantamentos aerogeofísicos, representa importante avanço do ponto de vista político e já se traduz em alguns resultados concretos. A inserção na Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, de dispositivo prevendo a redistribuição dos recursos do Ministério de Minas Energia oriundos da exploração de petróleo, de modo a destinar 15% do total 'para o financiamento de estudos, pesquisas, projetos, atividades e serviços de levantamentos geológicos básicos no território nacional', representa passo objetivo visando

garantir os recursos indispensáveis para transformar essa intenção em realidade. Embora a liberação efetiva de recursos ainda esteja sujeita a possíveis contingenciamentos por parte do Ministério da Fazenda, essa medida foi de suma importância e certamente trará reflexos positivos para o setor.

A segunda iniciativa refere-se à criação e instalação, em outubro de 2004, da Rede Nacional de Estudos Geocronológicos, Geodinâmicos e Ambientais (Geochronos). Associaram-se no financiamento e articulação da rede, além do MME, o Ministério de Ciência e Tecnologia, Petrobras (responsável pelo aporte da maior parte dos recursos), CPRM e Fapesp. A rede apresenta diversos aspectos inovadores e tem por objetivo contribuir para o desenvolvimento geocientífico do país, por meio da geração de conhecimento a partir de dados analíticos de alta precisão em geocronologia e geoquímica isotópica, aplicável às áreas de petróleo, mineração e meio ambiente. A rede é integrada por quatro centros universitários de excelência em geociências com atuação destacada em geocronologia e geologia isotópica (USP, UnB, UFPA, UFRGS), associados com o Cenpes/Petrobras. Distribui-se, portanto, por diversas regiões do Brasil, facilitando o acesso de diferentes pesquisadores e a disseminação dos resultados obtidos. Estão previstos para o pleno funcionamento da rede a aquisição e instalação em rotina de uma microssonda iônica de alta resolução (*Sensitive High Resolution Íon Microprobe – SHRIMP*, equipamento de ponta desenvolvido por pesquisadores australianos e de ampla utilização em estudos geocronológicos e isotópicos) e de três espectrômetros de massa com fonte de plasma e sistema de multicoletores e de ablação à laser (ICP/MS). Entre as contribuições socioeconômicas potenciais da rede, destacam-se: diminuição do risco exploratório nas áreas de petróleo e mineração; criação de pólo de referência mundial em estudos geocronológicos, geodinâmicos e ambientais; fortalecimento de instituições e de lideranças de pesquisa no país e agregação de pesquisadores nacionais e do exterior; perspectivas amplas de futuras parcerias da rede com os setores público e privado.

Os financiamentos por parte do BNDES de projetos de exploração mineral, embora direcionados em grande parte à CVRD, para exploração e desenvolvimento de alvos na região de Carajás, representam também aspecto positivo pois traduzem a conscientização crescente da relevância econômica e social do setor e da necessidade de investimentos para a sua expansão.

5. Iniciativas em C,T&I para o fortalecimento do setor mineral

5.1. Apoio aos levantamentos básicos e aos projetos de exploração mineral

Para que o Brasil alcance competitividade com os demais países produtores de bens minerais, possibilitando, assim, atrair maior volume de investimentos externos para a exploração mineral e viabilizar novo ciclo de geração de jazidas é indispensável investir maciçamente em levantamentos básicos, incluindo mapeamento geológico e levantamentos aerogeofísicos (Cordani, 2002). Como destacado anteriormente, ações nesse sentido já estão sendo efetuadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a partir de iniciativa da Secretaria de Minas e Metalurgia do Ministério de Minas e Energia. Para o setor mineral é fundamental, porém, que os recursos previstos para programas de mapeamento geológico e aerogeofísica tais como o Programa Nacional de Geologia e o Programa de Levantamentos Aerogeofísicos da Amazônia, sejam assegurados e efetivamente alocados em sua totalidade, respeitando os prazos estabelecidos para a execução dos diferentes projetos. Num primeiro momento, a iniciativa fundamental é canalizar, por meio de outros ministérios sensíveis à importância do fortalecimento do setor mineral, ou interessados em levantamentos sistemáticos sobre o meio físico, apoio político para o MME de modo a viabilizar os programas propostos. Os ministérios da Ciência e Tecnologia, da Agricultura e do Meio Ambiente, por exemplo, deveriam se associar politicamente ao MME nessas iniciativas, de modo a sensibilizar os gestores das pastas econômicas da importância e caráter prioritário dos investimentos nessa área.

Também é indispensável ação complementar no domínio de recursos humanos visando o fortalecimento das equipes de geologia básica atuantes no Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Isso pode ser atingido mediante política consistente de novas contratações por meio de concursos públicos, melhoria salarial, estímulo ao aperfeiçoamento profissional por meio da pós-graduação e estágios de atualização e treinamento. Deve ser buscado, ainda, aprimorar seus mecanismos de interação com universidades, institutos de pesquisa e empresas. Por outro lado, os levantamentos aerogeofísicos e, em menor grau, a exploração mineral, dependem da disponibilidade adequada de pesquisadores e profissionais da subárea de geofísica, a qual necessita um tratamento diferenciado discutido adiante.

Paralelamente, deve prosseguir o esforço para caracterização dos depósitos e províncias minerais brasileiros, acompanhado de ampla divulgação dos resultados obtidos. Isso pode ser feito por meio de projetos interinstitucionais e interdisciplinares, seguindo exemplo do projeto Caracterização dos Depósitos Minerais de Distritos da Amazônia (DNPM/Adimb), ora em fase final. Reunir de modo sistematizado a informação geocientífica existente e complementá-la sempre que necessário, de forma a obter um padrão relativamente homogêneo de dados sobre os diferentes depósitos e disponibilizá-los aos usuários, quando possível em meio digital, são igualmente tarefas de grande relevância para o fortalecimento do setor mineral. O avanço no conhecimento sobre os depósitos e províncias minerais permitirá às empresas interessadas melhor direcionar seus investimentos em projetos de exploração, tendo, assim, maiores chances de êxito e redução de seus custos. Para que esse objetivo seja atingido, os depósitos de interesse para cada edital seriam selecionados previamente por um comitê gestor, possivelmente sob coordenação de DNPM/Adimb, ao qual caberia a articulação do projeto global. Uma vez concluída essa etapa, seriam demandadas à comunidade acadêmica, em editais abertos, propostas para execução de subprojetos para estudo dos diferentes depósitos, envolvendo colaboração entre pesquisadores e empresas. Parte dos recursos seria repassada diretamente às equipes executoras dos subprojetos e um percentual a ser fixado seria destinado ao comitê gestor para as atividades de apoio administrativo, integração, avaliação e acompanhamento dos diversos subprojetos e divulgação dos resultados. Os recursos seriam em grande parte provenientes do sistema de C,T&I nacional, com participação destacada do Fundo Setorial Mineral, mas as empresas deveriam contribuir no desenvolvimento dos projetos em depósitos dos quais detenham os direitos minerários. Deveriam ser investidos em torno de R$ 1.500.000,00 a cada dois anos (cerca de US$ 500.000,00) durante seis anos para essa finalidade, devendo ao final do período ser feita avaliação dos resultados e do interesse em manter o investimento por período mais longo.

Para viabilizar esse projeto, no tocante a recursos humanos, deveriam ser feitas ações no sentido de agregar e fortalecer os grupos de pesquisa acadêmicos atuantes em metalogênese, petrologia, mineralogia, sedimentologia, geoquímica, geocronologia e geologia isotópica, sensoriamento remoto, geologia regional, geologia estrutural e geotectônica. Isso poderia ser feito estimulando sua atuação integrada nos diferentes

subprojetos de caracterização dos depósitos minerais ou em outros projetos que contribuam expressivamente para o avanço do conhecimento geocientífico (CT-Mineral e CNPq poderiam propor editais específicos para atender essa demanda) e fornecendo bolsas adicionais e com valores diferenciados, semelhantes aos fornecidos aos bolsistas da Agência Nacional de Petróleo (ANP), para jovens doutores, pós-graduandos e graduandos. A renovação de tais grupos de pesquisa por meio de contratações de jovens doutores pelas universidades, com prioridade para sua fixação na Amazônia, Centro-Oeste e Nordeste, também representa aspecto de extrema relevância.

Uma vez concluídos os levantamentos aerogeofísicos magnetométricos e gamaespectrométricos em áreas prioritárias, deveriam ser estruturados novos projetos envolvendo levantamentos gravimétricos e estudos de sísmica profunda visando a aprimorar o conhecimento da estrutura da litosfera da plataforma sul-americana (cf. Adimb, 2000).

Bancos de desenvolvimento, como o BNDES, devem ampliar sua participação no financiamento à exploração e desenvolvimento de projetos do setor mineral. Isso representaria estímulo decisivo para o setor empresarial e pode ser fundamental para o fortalecimento do setor. As agências regionais de desenvolvimento, como a Agência para o Desenvolvimento da Amazônia (ADA) e a Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), também devem dedicar mais atenção e investir no apoio ao setor mineral, tal como foi feito no passado pela extinta Sudam. As secretarias de ciência e tecnologia e as fundações de pesquisa dos estados, em particular daqueles onde a produção mineral é mais relevante, como é o caso de Minas Gerais e Pará, também devem comprometer-se com o crescimento do setor, destinando recursos para projetos de P,D&I e alocando recursos para a fixação de pessoal nas instituições de pesquisa e universidades. Isso é fundamental na Região Amazônica onde, apesar da pujança do setor mineral, há limitações em termos da formação e fixação de recursos humanos altamente qualificados. Tais medidas contribuiriam também para reduzir as desigualdades regionais em termos de distribuição de pesquisadores (Ver Capes, 2004).

5.2. Revitalização e expansão da subárea de geofísica no país

A subárea de geofísica, apesar de suas notáveis contribuições científicas e na formação de recursos humanos, vem enfrentando dificuldades para sua expansão e há claros indicadores de que não terá capacidade para suprir a

crescente demanda em especialistas dessa subárea, em particular, daqueles voltados para os levantamentos aerogeofísicos e prospecção mineral. O número reduzido de cursos de pós-graduação e a existência de uns poucos cursos de graduação, implicando formação de número limitado de profissionais, agravados pelas perspectivas nas universidades e instituições de pesquisa de muitas aposentadorias em curto prazo, com enfraquecimento dos grupos de pesquisa mais dinâmicos em função da ausência de mecanismos eficazes de reposição e renovação de sua massa crítica, são problemas que afetam a subárea. Esse quadro geral é ainda dramatizado no caso dos profissionais atuantes em levantamentos aerogeofísicos de interesse direto do setor mineral, porque o setor de petróleo também apresenta demanda intensa e possui alto poder de atração sobre os profissionais da subárea.

As medidas sugeridas para mudar esse quadro são:

1) Efetuar levantamento e avaliação crítica da pós-graduação e graduação em geofísica no país, utilizando pesquisadores da área de geociências e financiamento de Capes ou CNPq.

2) Criar mecanismos de fortalecimento e expansão dos centros de pesquisa em geofísica, por meio de: contratação com salários compatíveis com os de pesquisadores seniores de nível internacional e vinculação aos principais cursos de pós-graduação de professores visitantes do exterior por períodos mínimos de quatro anos com compromisso de lecionar e orientar teses de doutoramento; priorização à fixação de jovens doutores por meio de programas já existentes (Prodoc e similares) ou a serem criados especificamente para esse fim; destinação de bolsas de doutorado no país e no exterior para pesquisadores voltados para temas de interesse de levantamentos aerogeofísicos; consolidação dos cursos de graduação em geofísica e estímulo aos profissionais de áreas afins a dedicar-se à carreira de geofísico, por meio de ampla divulgação da especialidade e seus campos de atuação.

3) A retomada da formação de doutores no exterior, por meio de doutorados plenos ou de doutorados no país com estágios no exterior, se possível destinando-os a instituições, cujas linhas de pesquisa tenham vínculos com a exploração mineral, situadas em países de forte tradição na produção mineral, tais como Canadá e Austrália, pode ser determinante para a oxigenação da subárea que apresenta forte tendência endogênica.

Não deveria, entretanto, ser excluída a possibilidade de formação de doutores em outras linhas de pesquisa de aplicação geral em geofísica.

A Petrobras e a Secretaria de Minas e Metalurgia do MME poderiam, possivelmente, fornecer recursos para esse programa, cabendo a CNPq e Capes administrar a formação de pessoal e alocar as bolsas necessárias para atingir suas finalidades. Deveriam ser alocados recursos da ordem de R$ 900.000,00/ano (em torno de US$ 300.000,00/ano) durante cinco anos para atingir os objetivos traçados.

5.3. Instalação de rede nacional de laboratórios de micro-análise de minerais e minérios

As microssondas eletrônicas adquiridas e instaladas com recursos do PADCT na UFRGS e na UnB, juntamente com àquela em funcionamento na USP, têm sido as grandes responsáveis pelo atendimento da demanda da comunidade científica de geociências de análises quantitativas de minerais e minérios. Outras duas microssondas estão operando no Instituto de Física da UFMG e em laboratório da CRVD em Minas Gerais, a última destinada essencialmente a atender a demanda da própria empresa. As microssondas à disposição dos pesquisadores têm se mostrado insuficientes para atender as crescentes necessidades da pesquisa básica e aplicada. Além disso, aquelas financiadas pelo PADCT funcionam há mais de dez anos e apresentam crescentes problemas operacionais com elevados custos de manutenção e redução do seu tempo de utilização, aproximando-se certamente do limite de sua vida útil (CGEE, 2003). Fica evidente, portanto, a necessidade de ampliação do número de laboratórios de microssonda eletrônica no país, sugerindo-se a aquisição de pelo menos mais duas microssondas eletrônicas e criação de laboratórios correspondentes, de modo a dispor-se pelo menos de uma microssonda instalada e funcionando em cada região. Seguindo essa proposta, os novos laboratórios seriam instalados nas Regiões Norte e Nordeste, devendo ser destinados a instituições de excelência na área com comprovada experiência na administração de laboratórios e no uso compartilhado dos equipamentos nelas disponíveis. Essa medida deveria ser acompanhada da avaliação do estado de funcionamento das microssondas já instaladas no país em universidades e das suas necessidades em termos de possíveis *up-grade* e manutenção, da avaliação da extensão de sua vida útil e da previsão do momento adequado para a sua substituição por

equipamentos de nova geração. Devem ser igualmente previstos mecanismos de fixação de pesquisadores e técnicos de nível superior aos diferentes laboratórios de modo a viabilizar seu funcionamento em rotina sem descontinuidades, assim como a criação de grupo de apoio permanente para sua manutenção.

A criação e o correto funcionamento das microssondas eletrônicas deveriam ser assegurados por meio da instalação de rede de laboratórios de micro-análise nos moldes da rede Geochronos, discutida anteriormente. As iniciativas para criação da rede deveriam partir do Ministério de Minas e Energia, por meio de sua Secretaria de Minas e Metalurgia, e do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), devendo buscar-se apoio financeiro de Petrobras, CVRD e Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Os custos previstos seriam de US$ 4 milhões para aquisição e *up-grade* de equipamentos, assim como para a contratação de assistência técnica internacional permanente. A construção e melhoria das instalações dos laboratórios necessitaria de recursos em torno de R$ 2 milhões, devendo ser previstos ainda fundos para material de consumo e contratação de pessoal técnico (R$ 2 milhões/ano) e viabilizados com apoio das universidades mecanismos para a fixação de pesquisadores. O funcionamento administrativo da rede e o intercâmbio permanente entre os diferentes laboratórios, fortalecendo a cooperação técnica-científica entre eles e a divulgação dos resultados obtidos, demandariam recursos de R$ 500.000,00/ano. A rede seria administrada por conselho gestor com participação dos pesquisadores responsáveis pelos diferentes laboratórios, de representantes de órgãos do governo e empresas articuladoras e financiadoras da rede, bem como de representantes dos usuários potenciais.

Estudos variados de interesse geocientífico ou aplicados diretamente à exploração e produção mineral dependem igualmente da disponibilidade nas principais instituições de pesquisa de microscópios eletrônicos de varredura (MEV). Identificação precisa, quantificação modal e análises semiquantitativas de minerais e minérios, assim como estudos das suas relações texturais, variações composicionais e inter-relações genéticas são desenvolvidos por meio do emprego do MEV. Laboratórios de microscopia eletrônica de varredura estão disponíveis em muitas instituições, tanto universidades, quanto centros de pesquisa e empresas, sendo uma referência aquele instalado no Laboratório de Caracterização Tecnológica da Escola

Politécnica da USP. Porém, os laboratórios têm atuado de modo pouco articulado e o seu potencial para o setor mineral tem sido geralmente subutilizado. O MEV constitui equipamento complementar na ampliação da capacitação em micro-análises no país e por ser de mais baixo custo e mais fácil manutenção do que microssondas eletrônicas deveria ter seu uso disseminado entre pesquisadores, seja pela garantia de livre acesso aos laboratórios existentes, seja pela instalação de novos laboratórios quando justificado pelo potencial da instituição e demanda existente.

Caberia efetuar levantamento da capacidade laboratorial em instituições e empresas ligadas ao setor mineral em termos de microscopia eletrônica de varredura e diagnóstico de seu potencial e carências, enfatizando sua capacidade de prestação de serviços a pesquisadores e empresas e os meios para ampliá-la. Deveria ser avaliado o interesse de articular os diferentes laboratórios de microscopia eletrônica de varredura entre si e sua possível integração na rede de micro-análises discutida acima. A articulação entre os laboratórios de microssonda e de microscopia eletrônica de varredura deve ser objetivo a ser buscado no sentido de fortalecer a rede nacional de micro-análises. Ela permitirá a otimização do uso desses equipamentos, com melhor preparação dos materiais para análises quantitativas na microssonda e maior objetividade científica, substituindo um grande número de análises de reconhecimento por número menor de análises dirigidas.

5.4. CRIAÇÃO DE CENTRO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA, POLÍTICA E ECONOMIA MINERAL NA AMAZÔNIA

A importância da produção mineral do Estado do Pará e o fato de se localizar no mesmo a Província Mineral de Carajás, a principal província mineral do país, juntamente com a grande diversidade de bens minerais produzidos na região, incluindo tanto bens minerais primários (ferro, manganês, bauxita, caulim, cobre, ouro, gemas e, brevemente, níquel), como produtos industriais resultantes de seu beneficiamento (alumina, alumínio metálico, ferro gusa, ferro ligas, silício metálico), coloca grande desafio para a região em termos de capacitação científica e tecnológica: desenvolver competência e excelência na área de tecnologia, política e economia mineral. Essa é a vocação natural do Estado do Pará, onde o setor mineral é responsável por aproximadamente 70% do total de suas exportações, gerando saldo líquido exportação-importação dos mais elevados no Brasil e

contribuindo expressivamente para o saldo comercial e balanço de pagamentos. Apesar das carências existentes, o setor mineral já contribui de modo muito significativo para a geração de renda e empregos na região, com reflexos perceptíveis na melhoria da qualidade de vida de sua população. Por outro lado, há uma discussão permanente sobre a necessidade de estimular a verticalização do setor mineral na região, agregando tecnologia e valor aos bens minerais exportados, em sua grande maioria primários, de forma a diversificar a cadeia produtiva, gerar mais empregos e fortalecer a frágil economia regional. Outro aspecto importante a ser destacado é que a atuação responsável das empresas em relação ao meio ambiente está desmistificando o preconceito existente e demonstrando a possibilidade de desenvolvimento de projetos mineiros com impactos ambientais menores e controlados mesmo na Amazônia.

Embora as grandes empresas atuantes na região busquem suprir suas necessidades nessas áreas, seja a partir de seus próprios quadros, seja por meio de consultorias internacionais, é indispensável criar grupos de excelência em lavra e tecnologia mineral no meio acadêmico, assim como em política e economia mineral, que complementem os esforços das empresas, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologia e inovações, aumentando o valor dos bens exportados e estejam capacitados a emitir avaliações independentes, subsidiando os governos federal e estadual nos processos de tomada de decisões. Além disso, apesar da existência de alguns expressivos centros e grupos de pesquisa, essas subáreas precisam expandir-se no país em resposta ao crescimento e aos desafios presentemente colocados pelo setor mineral.

A iniciativa a ser tomada seria a criação de um centro de tecnologia, política e economia mineral. A cidade de Marabá seria provavelmente o local mais indicado para a sua instalação, por ser o principal núcleo urbano da região de Carajás, principal pólo mineiro do Estado do Pará e por dispor de campus avançado da UFPA, onde já funcionam os cursos de graduação em engenharia de minas, engenharia de materiais e geologia, por meio de convênio UFPA/CVRD. As justificativas para uma ação induzida, criando o referido centro em Marabá, incluem ainda: a sua contribuição para a descentralização e interiorização da pesquisa e formação de recursos humanos, fortalecendo pólos de desenvolvimento regionais; a sua proximidade com muitas minas em atividade e outras previstas para instalação

em breve; a existência de uma massa crítica expressiva em geociências e exploração mineral na região e perspectivas de ampliação em curto prazo daquela atuante em tecnologia mineral; a possibilidade de se conseguir o apoio da CVRD nessa iniciativa; a inquestionável importância econômica e social que o setor mineral já possui para a região.

A criação do centro exigiria a contratação de pesquisadores seniores com reconhecida capacitação para liderar o processo de instalação e funcionamento do mesmo, e definir seus objetivos gerais e específicos. Tais pesquisadores deveriam receber salários compatíveis com suas funções e com atratividade suficiente para que se disponham a assumir os desafios inerentes à proposta. A UFPA, com o apoio do MEC, deveria comprometer-se a alocar vagas para professores do centro, a fornecer espaço físico para sua instalação e a empenhar-se para viabilizar seu pleno funcionamento. Projeto detalhado de criação do centro deveria ser elaborado por especialistas das áreas envolvidas, com a participação de pesquisadores da UFPA e profissionais da CVRD e, eventualmente, outras empresas do setor mineral atuantes na região. Esse projeto necessita de reflexão mais aprofundada e de detalhamentos que vão além dos objetivos do presente trabalho. Tal projeto deveria ser adotado como uma das prioridades dos ministérios das Minas e Energia (o que canalizaria o apoio para o mesmo da Secretaria de Minas e Metalurgia, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)) e da Ciência e Tecnologia. Este deveria buscar a viabilização do projeto, destinando-lhe recursos do Fundo Verde Amarelo e do Fundo Setorial Mineral. A política de contratação e fixação de recursos humanos deveria ser avalizada pelo MEC, por meio da Capes, e também pelo CNPq. Deveria ser buscado o comprometimento das grandes empresas de mineração e das indústrias do setor instaladas na região com o projeto. A CVRD, por sua pujança econômica, por ser a principal empresa de mineração atuante na região e uma das maiores do planeta, poderia desempenhar papel importante no financiamento do projeto, devendo ser feitas negociações nesse sentido.

5.5. LABORATÓRIOS DE ANÁLISES QUÍMICAS DE ROCHAS, MINERAIS E MINÉRIOS

Apesar do número expressivo de laboratórios analíticos em funcionamento em nosso país, da crescente demanda por dados geoquímicos e da notável expansão apresentada pela área de química, ainda há limitações

na obtenção de análises de rochas, minerais e minérios, com rapidez, qualidade e quantidade de modo a atender as necessidades da comunidade geocientífica e das empresas atuantes no setor mineral. Há certamente grande subutilização da capacidade laboratorial instalada, em função das dificuldades para manter em rotina laboratórios analíticos por falta de técnicos de nível superior e médio e de recursos para sua manutenção, além de outras limitações enfrentadas por nossas universidades e instituições de pesquisa. Grandes empresas, como a CVRD, tendem a atender sua demanda por meio de laboratórios próprios. Algumas empresas prestadoras de serviços atendem parte da demanda existente mas muitas vezes executam suas análises no exterior.

Sugere-se a realização de um levantamento da capacidade laboratorial para essa finalidade instalada em universidades, instituições de pesquisa e empresas prestadoras de serviços, para se chegar a um quadro claro do potencial existente e das limitações em termos de equipamentos, instalações e pessoal. Tal levantamento deveria ser feito por pesquisadores atuantes na subárea de geoquímica, consorciados com químicos, aos quais caberia, ainda, fazer diagnóstico e propor alternativas para superar as limitações existentes, a fim de otimizar o uso adequado dos meios existentes e a suprir as demandas de pesquisadores e, em certa medida, empresas do setor mineral.

Em médio prazo, poderia ser pensada a estruturação de redes de laboratórios analíticos, os quais interagiriam de modo efetivo, buscando superar as deficiências existentes, introduzir e disseminar novos métodos de análises, melhorar a qualidade dos dados obtidos e produzir amostras padrões de interesse geral. A manutenção de tais laboratórios poderia a partir de um determinado estágio ser provida em grande parte por recursos obtidos com a prestação de serviços, mas deveriam manter o compromisso de apoiar ao mesmo tempo as atividades de pesquisa.

5.6. Apoio tecnológico à extração de bens minerais de interesse da construção civil

Apesar de menos espetacular, por ser desenvolvida, com exceção da indústria do cimento, em grande parte por pequenas e médias empresas, a mineração de bens minerais destinado a atender a demanda da indústria de

construção civil possui grande importância, gerando empregos e impactos socioeconômicos muito expressivos. Além disso, se for criado programa mais abrangente de atendimento à demanda reprimida de habitações no país, pode aumentar exponencialmente a necessidade de tais bens minerais. Finalmente, como a maior parte dessa atividade mineral se desenvolve próxima de grandes centros urbanos, consumidores potenciais dos bens produzidos, ela gera impacto ambiental elevado que deve ser sempre considerado na definição de custo social dos projetos.

Um dos setores relacionados com essa área é o voltado para a de extração de argilas e seu subseqüente aproveitamento na produção de telhas, tijolos e materiais cerâmicos variados. Tal atividade é amplamente disseminada no país, envolve muitas vezes esquemas artesanais de produção familiar e pequenas empresas que possuem grande carência de apoio tecnológico para sua consolidação, redução de custos e otimização de aproveitamento do minério.

Já estão sendo desenvolvidos estudos para subsidiar a atividade mineira desse setor, inclusive por meio da transferência e disseminação de tecnologia (Cetem, 2005). Cabe, entretanto, manter e ampliar os esforços no sentido do aproveitamento racional dos recursos existentes, aperfeiçoamento tecnológico, avaliação permanente do impacto ambiental e recuperação das áreas mineradas (a cidade de Curitiba oferece belos exemplos de reaproveitamento de áreas mineradas no espaço urbano). São necessários profissionais especializados nessa área que efetuem permanente acompanhamento das demandas e ofertas existentes, contribuindo para a formulação de diretrizes para o setor e reduzam sua informalidade (o DNPM já está desenvolvendo ações nesse sentido).

A produção de rochas ornamentais já alcançou grande importância, inclusive contribuindo de modo muito significativo para as exportações do setor mineral. O Cetem possui linhas de pesquisa e projetos voltados para o aperfeiçoamento das técnicas de lavra e caracterização tecnológica de rochas ornamentais. Seria aconselhável, entretanto, para o fortalecimento desse setor da produção mineral, maior entrosamento entre o setor empresarial e os grupos acadêmicos de petrologia dispostos a atuar no setor. Os últimos devem receber estímulo para suas pesquisas por meio de financiamentos adequados e abertura de espaço para contratação e fixação de pessoal. Esses

investimentos deveriam ser feitos prioritariamente em regiões que se destacam na exploração de rochas ornamentais, como o Sudeste e Nordeste do país. Os institutos de pesquisa devem prosseguir no esforço de avaliação, aprimoramento e disseminação das tecnologias existentes, em particular para atender os pequenos e médios produtores sem capacidade de desenvolver tecnologia com recursos próprios.

5.7. Formação de grupos acadêmicos multidisciplinares atuantes em meio ambiente

É de grande relevância para o setor mineral a formação e consolidação de grupos de pesquisa em meio acadêmico, especializados em questões ambientais, complementando o esforço já desenvolvido pelo Cetem. Tais grupos deveriam ter caráter multidisciplinar e estar capacitados para a avaliação de impactos ambientais de futuros projetos de mineração ou de indústria mineira, ao monitoramento de projetos, a vigilância e acompanhamento em áreas de risco e a atuar na recuperação de áreas mineradas ou afetadas por resíduos gerados por processos de extração ou industrialização de bens minerais. Deveriam atuar de modo articulado com as empresas, porém com plena independência, podendo funcionar como avaliadores de projetos para o setor governamental e não-governamental. Já existem muitos grupos atuando em questões relacionadas a meio ambiente, mas poucos deles são especializados em questões de interesse do setor mineral, sendo mais comum sua dispersão em inúmeros temas dos muitos que dizem respeito à complexa gestão ambiental. Tais grupos poderiam ser criados por meio de indução, preferencialmente em universidades e centros de pesquisa de regiões de maior densidade em termos de produção mineral. Projetos específicos para consolidação de grupos com tal perfil e para o desenvolvimento de estudos aplicados poderiam ser financiados pelo CT-Mineral e CNPq, por meio de editais dirigidos.

5.8. Memória do setor mineral e disseminação do conhecimento geocientífico

Muito pouco se tem preservado do vasto e diversificado acervo de materiais gerados pelo setor mineral. Embora existam diversas bibliotecas e museus em empresas e órgãos governamentais, universidades e institutos de pesquisa, é indispensável fortalecê-los para manter a memória do setor. Devem ser feitos igualmente investimentos na criação de bibliotecas virtuais aptas a disseminar informações de interesse da comunidade mineral.

As rochas coletadas em projetos de pesquisa e exploração mineral geralmente não têm sido preservadas de modo ordenado e sistematizado, perdendo-se um registro de excepcional importância que poderia eliminar ou reduzir a necessidade de realização de novos trabalhos de campo e amostragem em áreas previamente estudadas. Isso se torna ainda mais rotineiro no caso de testemunhos de sondagens efetuadas geralmente por empresas em seus projetos de prospecção e avaliação de depósitos minerais. Apesar do alto custo das sondagens, muitos dos testemunhos de sondagem obtidos são abandonados e perdidos com o tempo. É premente, portanto, a organização de litotecas, laminotecas e depósitos de testemunhos de sondagem, abertos a pesquisadores e profissionais do setor mineral, que preservem materiais previamente estudados e guardem aqueles potencialmente interessantes para futuras pesquisas. CPRM e DNPM devem ter papel determinante na organização e preservação desse acervo, contando com a contribuição das universidades e instituições de pesquisa, bem como das empresas. Estas poderiam auxiliar no financiamento de ações visando à preservação da memória do setor e também se responsabilizando por organizar e disponibilizar aos pesquisadores interessados os testemunhos de sondagem obtidos em suas áreas de concessão. As universidades deveriam receber recursos para construir locais adequados e contratar pessoal para organizar litotecas e laminotecas, guardando o registro de suas pesquisas.

Devem ser fortalecidos, ainda, os museus geológicos, mineralógicos, mineiros e paleontológicos existentes, e estimulada a criação de novos onde a contribuição histórica do setor mineral o justificar. Tais museus, além de sua função clássica de preservação e exposição, deveriam ter atuação importante na disseminação do conhecimento geocientífico e de informações sobre o setor mineral, tanto junto à mídia, quanto para a população em geral, com destaque para os estudantes de primeiro e segundo graus. Poderiam também funcionar como estimuladores do turismo geológico, com visitas a sítios geológicos e paleontológicos e províncias ou projetos mineiros.

6. SÍNTESE DAS PROPOSTAS

Entre as possíveis iniciativas em C,T&I para o fortalecimento do setor mineral foram destacadas oito, vistas como prioritárias. A de maior relevância para o setor como um todo e aquela que irá demandar maior volume de investimentos visa fundamentalmente o apoio aos levantamentos básicos e

aos projetos de exploração mineral como meio para viabilizar novo ciclo de geração de jazidas no país. Deve ser encabeçada pelo MME, mas deve contar com o apoio de MCT, MMA e Ministério da Agricultura. A ação voltada para a revitalização e expansão da subárea de geofísica no país é complementar à anterior, prevendo o atendimento da crescente demanda de geofísicos para atuação em levantamentos aerogeofísicos, exploração mineral, prospecção de recursos hídricos e meio ambiente.

A proposta de instalação de rede nacional de laboratórios de micro-análise de minerais e minérios visa suprir as carências existentes nesse domínio e desenvolver capacitação plena nessa área para atendimento a empresas e instituições de pesquisa. A proposta exige a expansão da capacidade laboratorial com a criação de novos laboratórios e a atualização e fortalecimento dos laboratórios já em atividade.

A proposta de instalação de um centro de pesquisa em tecnologia, política e economia mineral na Amazônia oriental se deve à crescente importância econômica e social do setor mineral na região, com destaque para a Província Mineral de Carajás, e a necessidade de formar e fixar na região recursos humanos qualificados nessas subáreas.

As demais iniciativas propostas visam: avaliação e consolidação dos laboratórios de análises químicas de rochas, minerais e minérios; apoio tecnológico à mineração de bens minerais de interesse da construção civil; formação ou consolidação de grupos acadêmicos multidisciplinares atuantes em meio ambiente; memória do setor mineral e disseminação do conhecimento geocientífico.

Todas essas iniciativas dependem estritamente do fortalecimento das linhas de financiamento aos levantamentos básicos e à pesquisa geocientífica e em tecnologia e economia mineral. Ações dirigidas do MME, com apoio da SMM, CPRM e DNPM, assim como de MCT, MEC e MMA, são fundamentais para viabilizá-las. Os bancos de desenvolvimento e as agências regionais também devem se comprometer com esse esforço destinando recursos para o setor.

AGRADECIMENTOS

Carlos Oiti Berbert, Evaldo R. P. da Silva, Giles Carriconde Azevedo, João Carlos Cruz, Jorge S. Bettencourt, Marcio M. Pimentel, Milton L. L. Formoso, Onildo João Marini, Reinhardt A. Fuck, Roberto Santos Ventura e Umberto G. Cordani contribuíram por meio de discussões, comentários ou fornecendo materiais diversos que enriqueceram o trabalho. Reinhardt A. Fuck contribuiu ainda para melhoria do texto.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA MINERAL BRASILEIRA - ADIMB. *Desenvolvimento metodológico para exploração mineral na Amazônia:* proposta síntese. Brasília: ADIMB, 2000. 39 p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. CT-Mineral (Fundo Setorial Mineral). *Sugestões de diretrizes para o Fundo Setorial Mineral.* Brasília: MCT: CGEE, 2001. 22 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. *Centro Nacional de Análise de Rocha, Solo e Agua – CENARSA:* documento inédito. Brasília: CGEE, 2003. 21 p.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - CETEM. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br>. Acesso em: fev. 2005.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. *Plano nacional de pós-graduação (PNPG), 2005-2010*. Brasília: CAPES, 2004. 91 p.

CORDANI, U.G. *Análise das diretrizes do Fundo Setorial Mineral e da proposta do plano emergencial de investimentos para 2001:* documento inédito. Brasília: CGEE, 2002. 17 p.

DALL'AGNOL, R. et al. As ciências da terra no Brasil: o estado da arte. *Parcerias Estratégicas,* Brasília: CGEE, ed. especial, v. 4, p. 207-237, jun. 2002.

Os impasses para a produção de energia no globo e no Brasil

Rogério Cerqueira Leite Leite[*]

1. Introdução

São dois os pressupostos em que se apóiam a exposição e a análise da conjuntura futura no setor de energia aqui incluídas. O primeiro decorre da crescente convicção da maioria dos analistas e consultores independentes de que o pico da produção global de petróleo deverá ocorrer antes ou pouco depois de 2010. E, embora dependendo da intensidade de investimentos, já antes desta data haverá um progressivo afastamento da curva de demanda de combustíveis líquidos daquela de produção de derivados de petróleo. O mesmo deverá ocorrer no Brasil, embora haja menor certeza quanto ao pico de produção, sendo neste caso o apogeu mais sensível ao ritmo de investimentos do que ocorre com a produção internacional de petróleo.

O segundo fator que constitui a base desta apresentação é a certeza de que a continuação do aumento de densidade na atmosfera de gases produzidos pela combustão de materiais fósseis e por processos biológicos e industriais, levará a mudanças dramáticas das condições da biosfera que poderão tornar insustentável a vida na forma que a conhecemos hoje.

Atualmente, 78% da energia consumida na Terra são de origem fóssil, 6% são de origem nuclear; outros 6% são renováveis de natureza industrial (hidroeletricidade, biomassa, eólica, etc.) e cerca de 10% são renováveis, não industrializadas (lenha principalmente).

[*] Rogério Cerqueira Leite é professor emérito da Unicamp.

Embora remanesçam quantidades apreciáveis de reservas de petróleo e gás natural, estes não são imediatamente mobilizáveis. Assim a soma de reservas comprovadas e a serem encontradas de petróleo, apesar de serem em sua totalidade cerca de 40 vezes maiores que o presente consumo anual, não poderão sustentar uma produção capaz de acompanhar a demanda além de, aproximadamente, 2010, quando sua produção atingirá o apogeu, decaindo depois suavemente por muitas décadas mas incapaz de atender a demanda dos setores a que assiste atualmente. O mesmo acontecerá com o gás natural em torno de 2020. Mas contrariamente ao que acontece com estes dois combustíveis fósseis, o carvão poderá atender a demanda inclusive hoje satisfeita por petróleo e gás natural até além de meados deste século.

As expectativas são de que a população atual da Terra de 6 bilhões de indivíduos se estabilize em 9 bilhões a partir de 2050, quando a demanda global de energia será entre 100 e 200% superior à atual. E existem tecnologias economicamente viáveis de gaseificação e liquefação do carvão tornando-o capaz de substituir o gás natural e os derivados de petróleo.

Todavia já existem indícios convincentes de que o aquecimento global manifestado por um aumento de temperatura média de 0,7ºC desde a revolução industrial, já produziu um início de degelo das calotas polares e aumentos de freqüência e de intensidade de instabilidades climáticas. Para que se tenha uma idéia da ameaça que constitui o aquecimento global, basta lembrar que há 30 quatrilhões de metros cúbicos de gelo na Antártica, o que corresponde a uma camada de 70 metros de espessura distribuída sobre toda a superfície do globo (como parte significativa desse gelo já está submersa não há perigo de um aumento de 70 metros do nível do mar). Mas a mais aguda conseqüência não será o aumento do nível dos oceanos mas as graves alterações nas correntes marítimas, superficiais e profundas. E a expectativa é de um aumento de 3 a 5ºC da temperatura média da Terra até meados deste século se o uso de combustíveis fósseis continuar crescendo na proporção que vem fazendo nestas últimas décadas.

Somos pois obrigados a reconhecer que enfrentamos um dilema insolúvel, para dizer o menos. Posto que, de um lado, a esperança de que energéticos renováveis possam socorrer-nos a curto e médio prazos não é realista e, de outro, a opção pela continuidade da dependência em relação a fósseis será dispendiosa e, qualquer que seja a rota, as tecnologias de seqüestro de carbono ainda não estão maduras e serão, por certo, muito dispendiosas.

2. AS POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES DE ENERGÉTICOS RENOVÁVEIS

2.1. A HIDROELETRICIDADE

Esta é uma forma ideal de produção de energia renovável, com custos baixos, agressão tolerável ao meio ambiente e níveis de investimentos comparáveis, quando não menores, que seus competidores. Infelizmente há limitações significativas quanto à expansão de seu aproveitamento.

Atualmente, a produção de hidroeletricidade é cerca de 3.000 TWh/ano e ainda restariam reservas totalizando 8.000 TWh/ano consideradas economicamente realizáveis. Todavia, em países em que há demanda de eletricidade, os potenciais hídricos ou estão esgotados ou a densidade da população local é tão elevada que é social e economicamente inviável o aproveitamento. Em países em que ainda há potenciais aproveitáveis não há demanda, ou não há recursos financeiros para investimento. E é possível que, como já acontece no Brasil, quando no futuro houver demanda e recursos, a ocupação por povoações e extravagantes imposições ambientais impeça o aproveitamento. Não obstante, o potencial remanescente em todo o globo não é suficiente senão para, na melhor das hipóteses, sustentar sua modesta participação percentual na produção de eletricidade global, que é hoje de apenas 9%.

2.2. A FOTOSSÍNTESE E A CONVERSÃO FOTOVOLTAICA

Até certo ponto, o potencial da biomassa energética segue o mesmo roteiro que aquele da hidroeletricidade, apesar de dispor de inúmeras rotas tecnológicas que resultam em vários possíveis combustíveis. Não obstante, qualquer que seja o roteiro tecnológico, qualquer que seja o combustível, o obstáculo será o mesmo, uma inerente baixa eficiência global na conversão da energia solar naquela do combustível final, associada a limitações na disponibilidade de terras agriculturáveis. A menos de imprevisíveis saltos tecnológicos uma das maiores eficiências radiação solar – energia química no combustível é obtida para o caso do álcool etílico (etanol) de cana-de-açúcar, a qual, com certo otimismo, poderemos avaliar em 0,4% quando palha e bagaço forem ao máximo aproveitados.

É bom lembrar que em laboratório eficiências da ordem de 1% já foram obtidos para conversão energia solar – energia química na biomassa e que a eficiência teórica da fotossíntese é de 4,5%.

A eficiência teórica de pico para conversão direta (fotovoltaica), energia solar-eletricidade por meio de junções em semicondutores é de 35% para uma banda proibida de energia (*gap*) situada otimamente no espectro solar. Para junções múltiplas em uma combinação de semicondutores reais este valor pode ser de 60%. Atualmente, consegue-se com silício policristalino, material relativamente barato, uma eficiência de pico de pouco mais de 12%, o que corresponde a uma eficiência de conversão de energia de 3%, ou seja, 6,5 vezes maior que aquela da biomassa. Estes números mostram que, se um dia vierem a competir por espaço, a biomassa e a célula fotovoltaica, o que certamente deverá ocorrer a longo prazo, esta última terá uma vantagem inquestionável. E é também conveniente deixar claro que as metas estabelecidas pelo "Comitê para Energia Solar e Renováveis" dos E.U.A, liderado por G. Crabtree, para produção de energia por intermédio da biomassa são inatingíveis. Este objetivo, o de alcançar por meio de intervenções genômicas e bioquímicas uma eficiência fotoquímica cem vezes maior que a atual, é inconsistente. A fotossíntese, obra-prima da engenharia da natureza, se realiza pela absorção sucessiva de dois fótons cuja soma das energias é suficiente para captar um átomo de carbono.

Cada fóton absorvido, entretanto, não tem energia suficiente para romper uma ligação carbono-carbono que consolida o tecido da planta. O processo envolve várias reações químicas em diferentes centros de transição. Com isso, a natureza engendrou um mecanismo extremamente complexo por meio de várias trocas energéticas que já é, por si, admirável pela eficiência alcançada.

Portanto, qualquer que seja o roteiro tecnológico que considere diferentes mecanismos para captação da energia solar, teríamos que partir do pressuposto de que eficiência de conversão de energia solar em qualquer outra forma de energia será pelo menos seis vezes maior para o efeito fotovoltaico do que para a fotossíntese.

Todavia, essa diferença se torna secundária frente a enorme disparidade de custos de produção, favoráveis à biomassa, que apresenta um valor dos custos de produção da ordem de cinco a dez vezes menores, tomando como referência aquele do álcool combustível no Brasil. Além do mais, os custos de investimentos para a energia fotovoltaica são ainda entre 10 e 20 vezes maiores que aqueles no setor da biomassa, para as tecnologias já

desenvolvidas. É portanto aconselhável a países que ainda dispõem de terras agriculturáveis que privilegiem a biomassa.

O consumo anual de petróleo é de 3,5 bilhões de toneladas. Para substituir essa produção por biomassa seriam necessários cerca de sete milhões de km^2 com um plantio de cultivar que apresente uma eficiência na produção de combustíveis comparável àquela apresentada pela cana-de-açúcar no Brasil. Como não há tanta terra arável disponível a biomassa jamais conseguiria ser uma alternativa para o petróleo, quanto mais para todo o combustível fóssil. Porém, com uma disponibilidade de terras adequadas para cultivo de cerca de 90 milhões de hectares, o Brasil seria capaz de substituir mais que 10% do petróleo consumido mundialmente. Como não há dados confiáveis sobre disponibilidade de terras aráveis não aproveitadas nos demais países em desenvolvimento, não é possível avaliar o potencial global da biomassa como sucedâneo parcial do petróleo, mas é possível concluir que não é tão pequeno que não mereça consideração.

2.3. ENERGIA EÓLICA

Com freqüência, ao compararmos investimentos e outras características econômicas de diferentes opções para produção de energia escolhemos como parâmetro a potência instalada. E o erro é freqüentemente pequeno porque, em geral, o fator de utilização, ou seja, o período em que extraímos energia e a intensidade relativa à potencia máxima não variam muito entre diferentes usinas.

Todavia, quando se trata de energia eólica temos que considerar esse fator de uso. Devido à pouca regularidade de ventos em geral, instala-se um potencial muito maior que a média a ser produzida. Ventos são temperamentais, vêm quando querem, na direção que querem, com a velocidade que querem. Com isso, o fator de utilização é bastante reduzido. Em terra raramente ultrapassa os 20%. No Mar do Norte e outras regiões oceânicas de pouca profundidade alcança apenas ocasionalmente valores acima de 15%. Térmicas e nucleares apresentam fatores de uso superiores a 80%. Hidroelétricas têm seus fatores de utilização dependentes dos graus de maquinação, ou seja, do potencial instalado em uma mesma represa. Quanto mais máquina, menor o fator de utilização. No Brasil o sistema opera com fator de utilização igual a 50%. Células fotovoltaicas têm fator de utilização menor que 25% mesmo em regiões tropicais. Além do mais, há

poucas regiões em que se encontram ventos minimamente regulares e fortes que possam ser aproveitados a custos economicamente competitivos.

Com isso em mente podemos perceber que referências aos custos do kW instalado devem ser divididos pelo fator de utilização. Com isso os custos reais médios para uma usina eólica são pelo menos cinco vezes maiores do que para hidro ou termoelétrica e pelo menos o dobro do que para as nucleares.

Além do mais, é pouco provável que com a topologia típica do Brasil se encontrem muitos locais adequados à produção de energia eólica.

2.4. Outras formas renováveis de energia

No mundo e no Brasil há pouca disponibilidade de outras formas de energia renovável além daquelas mencionadas nos itens 2.1, 2.2 e 2.3. Embora pouco abundantes, certas formas de energia primária podem contribuir. Outras são descartáveis para aproveitamento imediato devido, ou a custos, ou à sua exigüidade inerente.

Entre estes, mencionamos as esdrúxulas tecnologias que procuram explorar os gradientes de temperatura dos oceanos (*Otec, Ocean Thermal Energy Conversion*). Após o desenvolvimento de mais que 20 projetos, muitos dos quais chegando ao estágio de planta piloto, cerca de 20 países que se envolveram com esta tecnologia desistiram.

O termo "Geração Geotérmica" se refere a uma série de tecnologias que permitem coletar o calor gerado por reações nucleares no centro da Terra difundido para a superfície. Anomalias geológicas concentram fluxos de matéria a altas temperaturas. A maior parte dos aproveitamentos existentes em cerca de 80 países se faz por conversão de energia térmica em eletricidade. Com isso, são gerados 52.000 kWh por ano a custos competitivos, ou seja, cerca de 2% do que é gerado por meio de potenciais hídricos e 0,4% da produção total de eletricidade. O Brasil não deve se lastimar por não ter praticamente potencial geotérmico, pois as anomalias geológicas que engendram potenciais geotérmicos são as mesmas que produzem vulcões, terremotos e tsunamis.

Os oceanos, sempre generosos, nos oferecem duas formas bem estudadas de energia primária além da Otec. E ambas são geradas pelas

forças gravitacionais entre Terra, Lua e Sol e seus movimentos relativos. As marés oceânicas resultantes das forças acima mencionadas oferecem duas formas básicas de produção de energia. Uma devido aos movimentos de fluxo e refluxo das ondas, e outra que decorre da transferência de massa entre marés baixa e alta.

No primeiro caso a coleta de energia se faz exatamente com o que ocorre com a energia eólica. Rotores podem ser submersos, podendo ser como acontece com o vento, verticais ou horizontais. Há também esperanças de aplicar a mesma idéia em correntes marítimas. A idéia é promissora. Na corrente do Golfo (*Gulf Stream*), por exemplo, são movimentados 80 milhões de toneladas de água por segundo. Todavia as dificuldades tecnológicas são imensas.

Mais modesta, porém tecnologicamente mais realistas, são os aproveitamentos das águas deslocadas pelas marés. Neste caso, algumas experiências já foram realizadas. Há uma infinidade de esquemas e vários países se envolveram. Entretanto, nenhum dos experimentos até hoje realizados indica que esta opção possa se tornar competitiva economicamente.

3. A ECONOMIA DO HIDROGÊNIO

O hidrogênio é uma forma secundária de energia, tanto quanto a eletricidade. E serve, portanto, apenas para transporte e para armazenagem de energia. Há um grande número de processos para produção de hidrogênio seja a partir de formas de energia primária, seja de secundárias. A quase totalidade de produção atual de hidrogênio se faz a partir de gás natural, uma fonte primária, e é usado em processos industriais. Estendê-lo para o setor energético não teria muito sentido posto que o metano é de armazenamento e transporte mais fácil. A vantagem maior seria em ocasiões em que seu aproveitamento ocorresse em centros populosos onde a combustão do combustível primário fosse indesejável devido a poluição local. Entretanto, a contribuição para o aquecimento global seria a mesma. Sua produção por eletrólise da água é indesejável por vários motivos. Na cadeia eletrólise-liquefação-armazenamento-distribuição seria dispendido pelo menos a metade da energia que seria entregue diretamente na forma de eletricidade. Este procedimento também não é desejável globalmente, posto que 80% da eletricidade são produzidos a partir de combustíveis fósseis.

Além do mais os custos de investimentos são bastante elevados para esta opção.

Embora haja esperanças concretas em aplicações em células de combustível, uma eficiente e saudável economia de hidrogênio deverá antes resolver problemas tecnológicos graves, tais como o de produção, o de armazenamento e o de transporte que ainda têm custos extremamente elevados, sendo necessário reduções por fatores de uma a duas ordens de magnitude.

Todavia, ainda não se atacaram devidamente várias rotas tecnológicas para conversão direta de energia solar em energia química do hidrogênio, embora muitos dos efeitos pertinentes já estejam comprovados há décadas. E por estranho que pareça muitas das propostas imaginadas para contornar esses problemas praticamente reduzem a sofisticada Economia do Hidrogênio em uma banal e real economia do metanol ou do etanol.

4. Energia nuclear

Com uma relação reservas comprovadas de Urânio/consumo anual aproximadamente igual a 60 e com previsões bastante generosas de novas descobertas, a energia nuclear parece ser a melhor solução para países que não dispõem de potenciais hídricos ainda não desenvolvidos.

Todavia, é bom lembrar que as tecnologias atualmente disponíveis ditas "Reatores de Água Leve" (LWR) ainda é fundamentalmente a mesma dos daqueles de *Three Milles Island* e *Tchernobil*. Muito provavelmente a catástrofe relacionada com a fusão do núcleo deste último produziu maiores danos materiais e em vidas e saúde humanas, do que a bomba de Hiroshima ou o recente Tsunami no Oceano Índico. E embora progressos tecnológicos significativos tenham sido feitos em equipamentos e métodos de segurança, o risco de fusão do núcleo ainda não está absolutamente removido em reatores LWR.

Não obstante, entre termoelétricas movidas a carvão e reatores LWR, com razão, muitos países vêm preferindo esses últimos. Entre a incerteza de uma catástrofe nuclear de muito baixa probabilidade e a certeza do cataclismo que representa o aquecimento global, a preferência é pela primeira. O Brasil,

entretanto, ainda dispõe de um potencial hídrico inventariado que é o dobro do que o instalado. Seria portanto injustificado adotar o nuclear em vez do hidroelétrico.

E não somente pela questão da segurança, mas antes de tudo devido aos custos da energia elétrica nuclear que são pelo menos duas vezes maiores que aqueles relativos à hidroeletricidade.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NO BRASIL

Do que foi discutido acima podemos concluir que não há possibilidade de uma solução global baseada em energias renováveis. Ou a humanidade reduz significamente seu consumo de energia, o que é humanamente impossível devido a conjuntura geopolítica vigente, ou encontra meios de seqüestrar carbono das emissões naturais e produzidas em processos industriais e no consumo de combustíveis fósseis. E quanto a estas tecnologias há esperanças. Por exemplo, calcula-se que seria possível depositar todo o CO_2 gerado em usinas termoelétricas a fósseis da Europa, durante cem anos, a 800 m de profundidade em aqüíferos salinos do Mar do Norte a custos de US$ 0,03/kWh produzido, o que hoje parece ser um preço absurdamente elevado mas que se tornará aceitável em futuro não muito distante.

Para o Brasil especificamente não haverá melhor solução que a biomassa em geral para a produção de combustíveis líquidos e gasosos, não apenas porque não contribuem para o aquecimento global, mas antes de tudo porque já são atualmente e o serão crescentemente mais baratos que os demais.

Também é necessário aproveitar os potenciais hídricos para produção de eletricidade porque, por mais que evoluam outras tecnologias tais como a fotovoltaica e a eólica, ou estas serão ainda por muito tempo mais caras como é o caso da primeira ou esgotados rapidamente como acontecerá com a segunda.

Quanto à pesquisa e desenvolvimento no Brasil estas deveriam se concentrar nas áreas economicamente promissoras. A cana-de-açúcar tem sido desenvolvida principalmente como insumo para o açúcar e não para o

álcool. Esse enfoque precisa agora ser mudado. Tecnologias promissoras tais como hidrólises enzimática e ácida que permitem o aproveitamento da fibra (bagaço e palha) podem dobrar o aproveitamento da cana para produção de álcool. Há, portanto, necessidade de desenvolvimento genético de cana rica em fibra e não só em açúcar. Outros cultivares também devem ser considerados se confirmarem às expectativas sobre hidrólise.

Por outro lado, a produção de biodiesel, principalmente de mamona e de dendê que apresentam produtividade elevada, deveria ser estimulada à semelhança do que foi feito com a cana-de-açúcar.

Outras áreas, cujas pesquisas básicas e aplicadas o Brasil deveria apoiar decididamente, são as de aproveitamento de energia solar, que incluem a fotovoltaica, fotoquímica, etc.

Também seria desejável uma política de apoio financeiro à cogeração em usinas de açúcar e álcool não apenas porque é esta opção economicamente interessante como também é uma rota tecnológica que gerará conhecimento (*spin-offs*) aproveitáveis em outras opções tecnológicas relativas ao aproveitamento da biomassa.

Também considerando o futuro, o Brasil não deveria negligenciar a importância da energia nuclear. Desenvolvendo a produção de pequenos reatores de tecnologias diferentes inclusive os absolutamente seguros, os ditos reatores a altas e muito altas temperaturas, o que é essencial para assegurar a posse de uma tecnologia que será inevitável para a autonomia nacional.

Mar-oceanografia/biologia pesqueira

Silvio Jablonski[*]

"It is not possible to manage the marine environment, nor is it possible to predict the effects of any and every human activity on marine ecosystems. But it is possible to take pragmatic steps to protect the marine environment from excessive exploitation and damage."
ROYAL COMMISSION ON ENVIRONMENTAL POLLUTION, 2004.

O CENÁRIO INTERNACIONAL

Os oceanos cobrem 70% da superfície do planeta, mas quando se pensa em "espaço vital", ou seja, o volume disponível para ocupação pelos seres vivos, esse percentual pode chegar a algo próximo de 99% do volume habitável provido pelo planeta. Enquanto os ecossistemas terrestres se restringem a uma estreita camada emersa, a vida nos mares pode ser encontrada em todo o volume oceânico, em profundidades que podem atingir até 13 mil metros. Estudos mais recentes indicam a existência de microorganismos na coluna de sedimentos, abaixo do subsolo marinho, sugerindo a possibilidade de duplicar a estimativa de biomassa global[1].

A importância dos oceanos não se limita à biodiversidade e sua ação sobre os ciclos de nutrientes, ou seu potencial bioquímico e farmacológico. Todo o processo de regulação climática e os ciclos hidrológicos dependem da enorme massa d'água disponível e de sua capacidade de armazenar calor (apenas a camada superficial de dois a três metros é capaz de armazenar

[*] Silvio Jablonski é professor adjunto do Departamento de Oceanografia da UERJ.

mais calor do que toda a atmosfera) e absorver CO_2 (cerca de 2 bilhões de toneladas por ano).

Os oceanos e seus recursos podem ser entendidos como um "capital", capaz de prover "serviços" necessários à sustentação da vida na terra. Apesar desses serviços serem "gratuitos", como, por exemplo, a chuva, os recursos pesqueiros e a capacidade de absorção de detritos e a reciclagem de nutrientes, é possível quantificá-los dentro de certas margens de erro, em função, principalmente, da ausência de preços de referência ou de "mercado". Estimativas de valores para os serviços prestados por diferentes ecossistemas (regulação da composição química da atmosfera, reciclagem de nutrientes, regulação de populações, produção de alimentos, recursos genéticos, recreação, etc.), chegam a um total de US$ 33 trilhões por ano. Desse total, os oceanos responderiam por 63%, ou quase US$ 21 trilhões por ano, sendo que pouco mais da metade desse valor corresponderia aos ecossistemas costeiros, particularmente importantes na regulação dos ciclos de nutrientes[2]. Os autores enfatizam que essas estimativas, apesar das incertezas e problemas conceituais para a sua definição, devem corresponder a um limite inferior que, certamente, seria ampliado com a integração de outros "serviços" ainda não considerados nos cálculos; a incorporação de representações mais realísticas quanto à dinâmica e interdependência dos ecossistemas; e, mais ainda, à medida que os "serviços" se tornem mais caros, devido ao esgotamento dos recursos, resultante das pressões antrópicas, exercidas sobre os ecossistemas.

A coleta de moluscos e outros organismos costeiros constitui, provavelmente, a atividade "econômica" mais antiga que relaciona os seres humanos ao ambiente marinho. Sítios arqueológicos, no Mar Báltico, datando de dez mil anos, evidenciam a dependência de populações primitivas aos recursos marinhos. Já antecipando o futuro curso histórico, descobertas na costa do Peru indicam o primeiro caso de sobrepesca (pesca excessiva) há cerca de três mil anos, o qual teria levado à desorganização dos padrões econômicos e sociais vigentes[3].

A possibilidade de a atividade pesqueira estar afetando as populações de peixes é reconhecida desde os primórdios do século passado. No entanto, em função da dimensão dos ecossistemas marinhos e a profundidade dos oceanos, apenas recentemente a degradação causada por efeitos antrópicos vem se configurando como hipótese aceitável. Ainda, na década de 60, eram comuns publicações com referência aos recursos "ilimitados" do mar[4].

As estatísticas da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) mostram uma tendência de crescimento constante da produção extrativa marinha até a metade da década de 80 e, a partir daí, um nivelamento das capturas mundiais em torno de 80 milhões de toneladas anuais. O anuário da FAO[5], de 2001, prevê que "o nivelamento das capturas totais segue a tendência da maior parte das áreas de pesca mundiais, as quais, aparentemente, alcançaram seu potencial máximo de produção, com a maioria dos estoques totalmente explotados. É, portanto, improvável, que venha a ocorrer qualquer aumento substancial das capturas totais."

O problema, no entanto, parece ser ainda mais grave, devido às distorções introduzidas na série histórica pelas estatísticas da China (responsável por cerca de 14% das capturas mundiais, marinha e continental), artificialmente infladas, ao longo de toda a década de 80. Na realidade, portanto, quando se corrige esse efeito, as capturas totais apresentam um declínio, a partir dos anos 80, de cerca de 0,7 milhão de toneladas anuais.[6]

Considerando-se, ainda, os descartes das espécies sem interesse comercial, estimados em 18 a 40 milhões de toneladas anuais[7] e os desembarques não controlados – ilegais, não reportados ou não regulados (I.U.U., conforme a sigla em inglês) –, chega-se a uma estimativa de cerca de 120 milhões de toneladas anuais. Observa-se que, em termos estritamente quantitativos, trata-se de um volume próximo àquele alcançado pelas melhores safras de grãos no Brasil (de acordo com a Conab, a safra de grãos prevista para 2004/2005 é de 132 milhões de toneladas[8]). No entanto, deve-se ter em conta que, ao contrário da atividade agrícola, a pesca, praticamente, não requer insumos, ocupação de áreas, imobilização de capital, etc., além de atender à crescente demanda por proteína animal "natural", valorizada como alimento saudável, nos mercados mais afluentes. O pescado vem se tornando o alimento mais "internacionalizado" em termos de fluxos comerciais, sendo que cerca de 37% do total destinado diretamente à alimentação humana atravessam alguma fronteira[9].

Exatamente por sua característica de "recurso natural renovável", não é possível uma ampliação sustentável dos níveis de produção pesqueira, em função das demandas do mercado. Não apenas os diversos estoques (grupos auto-reprodutivos de uma população, com características biológicas e

parâmetros similares – taxas de crescimento, mortalidade, fecundidade, e período e local de desova definidos) apresentam limites para o esforço de pesca aplicável, como também estão incluídos em uma complexa rede de relações tróficas e ambientais, características de cada ecossistema. A resiliência (capacidade de recuperação) dos estoques é limitada, quando submetidos à pesca excessiva. Estoques que tiveram suas biomassas reduzidas em percentuais variando de 45 a 99% mostraram uma recuperação insignificante em um período de 15 anos[10]. Estima-se que a atividade pesqueira industrial nos últimos 15 anos tenha levado a uma redução de 80% na biomassa dos grandes peixes predadores (nível mais alto da cadeia trófica), com severas implicações sobre a estrutura e função dos ecossistemas marinhos[11].

A expansão das pescarias comerciais tem levado não apenas à redução pontual de alguns estoques importantes e aos conseqüentes impactos econômicos associados, como também à destruição de hábitats e a profundas alterações nos ecossistemas. O atual nível de esforço de pesca implica na redução da biodiversidade e na perda de resiliência dos ecossistemas atingidos, em escala global. Certamente, os oceanos estão sujeitos às mais variadas formas de ação humana, mas nenhuma delas teve um impacto tão direto quanto a pesca[12]. De acordo com a FAO, 47% dos estoques marinhos de importância comercial estão em seu nível máximo de explotação; enquanto 18% estão sobreexplotados e 10% foram severamente exauridos ou encontram-se em estado de recuperação. Apenas 25% das populações marinhas estariam sub ou moderadamente explotadas[13].

Estudos recentes sugerem que a biomassa atual de peixes com peso superior a 4kg, no Mar do Norte, corresponde a apenas 2,5% daquela existente antes da implantação da pesca de arrasto[14].

Os impactos da pesca implicam na remoção das espécies-alvo e modificação de suas estruturas populacionais; alterações nas populações de espécies não-alvo e nos organismos bentônicos; perturbações físicas e químicas no ambiente (degradação dos fundos marinhos, redução da disponibilidade de nutrientes); e nas relações tróficas. Os principais efeitos sobre os ecossistemas são devidos, entre outros aspectos, à enorme proporção dos descartes, incluindo quelônios, cetáceos e aves marinhas, derivados da utilização de petrechos de pesca pouco seletivos; e à prática do arrasto de

fundo indiscriminado que altera a diversidade, a estrutura e a produtividade das comunidades dos invertebrados bentônicos. Estima-se que a área já arrastada corresponda a algo entre 50 e 75% da superfície total disponível nas plataformas continentais[15]. A extrema depleção de alguns estoques levou à extinção econômica de diversas pescarias; ao desaparecimento de populações em escala regional e à extinção "ecológica" de algumas espécies (a sua redução numérica impede o cumprimento de sua função ecológica original no ecossistema)[16].

Dois fenômenos parecem contribuir para tornar esse quadro menos aparente do ponto de vista do mercado nos países desenvolvidos – a já mencionada "internacionalização" da atividade pesqueira, que tem levado as frotas a atuar tanto em regiões distantes, quanto em áreas mais profundas, buscando a substituição de recursos já escassos nas áreas de pesca tradicionais; e a ampliação da pesca para espécies alvo em níveis tróficos cada vez mais baixos[17]. Mesmo para a comunidade científica, a percepção da magnitude de redução dos estoques ao longo do tempo não é imediata, passando-se a aceitar como "naturais" ecossistemas empobrecidos e populações quantitativamente reduzidas. Esse fenômeno foi cunhado pela expressão "síndrome do deslocamento da linha de base"[18].

A pesca em águas profundas, além de deletéria aos fundos marinhos, atua sobre estoques muito sensíveis. Para a maior parte dessas espécies, um nível de explotação sustentável estaria em torno de 2% do estoque original, enquanto para as populações em águas rasas o percentual poderia chegar a 20-30%. Para alguns cientistas, o equilíbrio desses estoques seria tão precário que não permitiria qualquer nível de explotação sustentável[19, 20].

À medida que os estoques entram em depleção, o poder de pesca tende a aumentar para fazer frente à redução das capturas e manter os rendimentos. São feitos novos investimentos, a partir de empréstimos e subsídios, gerando a "sobrecapitalização" do setor pesqueiro, um maior esforço de pesca e, em conseqüência, um maior impacto sobre os estoques. A "espiral" gerada induz à busca de novas tecnologias, visando à competição pelos recursos agora mais escassos, levando, em última instância, à "depleção serial" dos estoques pesqueiros, ao longo das diversas regiões de ocorrência[21].

A pesca no Brasil

As incertezas relacionadas à coleta de dados estatísticos impedem que se tenha um quadro claro da produção pesqueira no país. De acordo com o documento preparado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), para a Conferência Rio+10, a pesca marinha extrativa teria alcançado cerca de 800 mil toneladas, em 1985, tendo declinado para cerca de 500 a 450 mil toneladas anuais, no ano 2000[22]. Ainda, de acordo com o Ibama, os desembarques totais de origem marinho foram de cerca de 510 e 516 mil toneladas, respectivamente, em 2001 e 2002[23]. Esses números, certamente, são subestimativas, devido à qualidade extremamente precária de grande parte da estatística pesqueira nacional, podendo-se supor que a produção real esteja, de fato, acima desses limites, talvez próxima daquelas 800 mil toneladas/ano.

As pescarias artesanais respondem por boa parte dessa produção, o que torna o controle estatístico ainda mais difícil. A concentração do esforço de pesca sobre os recursos costeiros vem determinando que a grande maioria dos estoques, em águas brasileiras, esteja em regime de "sobrepesca" ou no limite máximo de produção. Nas Regiões Norte e Nordeste, os principais recursos pesqueiros encontram-se no limite ou acima de seus potenciais máximos de captura (camarões, pargo, piramutaba, lagosta). O último relatório do Ibama (2000) sobre o estado dos recursos demersais nas regiões Sudeste e Sul considera que os estoques da corvina, pescada-olhuda, castanha, pescadinha, goete, abrótea, linguados, cação-anjo, cherne-verdadeiro, batata, camarões e polvo encontram-se plenamente explotados ou com indícios de sobreexplotação[24].

O Brasil assinou, em 1982, e ratificou, em 1988, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, assumindo uma série de direitos e deveres frente à comunidade nacional e internacional. Entre tais compromissos destacam-se aqueles relacionados à exploração, aproveitamento, conservação e gestão dos recursos vivos da ZEE, dentro da ótica de uso sustentável do mar – definição das capturas permissíveis dos recursos vivos na ZEE; e compromisso de assegurar, "tendo em conta os melhores dados científicos disponíveis, por meio de medidas apropriadas de gestão e conservação, que a preservação dos recursos vivos na ZEE não seja ameaçada por um excesso de captura"[25].

O programa "Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva" – Programa Revizee, desenvolvido no âmbito da Comissão Interministerial Para os Recursos do Mar (CIRM), teve por objetivo proceder ao levantamento dos potenciais sustentáveis de captura dos recursos vivos na ZEE, refletindo os compromissos assumidos pelo Brasil. O programa, atualmente em fase de publicação de resultados, determinou um esforço sem precedentes, em termos da provisão de recursos materiais e da contribuição de pessoal especializado, visando o levantamento dos potenciais sustentáveis de captura dos recursos vivos na ZEE[26].

O Brasil, apesar da extensão de seu litoral – cerca de oito mil quilômetros; e uma ZEE de 3,5 milhões de km² –, não é uma nação pesqueira por excelência. As águas brasileiras, ainda que ricas em biodiversidade, não exibem condições que permitam a ocorrência de grandes biomassas. Outra característica dos ecossistemas tropicais, que reduz os limites da pesca sustentável, é a complexidade da cadeia alimentar, que inclui um número de elos comparativamente maior que o observado nos sistemas de altas latitudes. Para que a energia resultante da produção primária chegue ao topo da cadeia – a grandes predadores – é preciso passar por vários níveis e apenas uma pequena parcela da energia que o fitoplâncton produz chega aos peixes explotados em águas brasileiras. No caso das águas jurisdicionais brasileiras, a pesca é sustentada por ecossistemas marinhos de regiões tropicais e subtropicais, considerados de baixa produtividade primária, apesar da elevada biodiversidade.

O programa Revizee não identificou estoques potencialmente importantes e mesmo aqueles vistos como promissores (peixe-sapo, caranguejos de profundidade) mostraram-se extremamente sensíveis ao aumento do esforço de pesca.

O aspecto aparentemente paradoxal é a coexistência de estoques com baixos potenciais de explotação (característica de ambientes tropicais) associados a um quadro de sobrepesca e depleção de estoques para a maioria das espécies tradicionais, como a sardinha, o pargo, a lagosta, a piramutaba e várias espécies de camarões; e a "sobrecapitalização", configurada pelo excesso de barcos e petrechos alocados para alguns estoques (característica de ecossistemas temperados e sociedades afluentes).

Em alguns casos, a combinação do esforço de pesca excessivo e de condições ambientais desfavoráveis pode acelerar a tendência de declínio de um dado estoque. No Brasil, a pesca da sardinha-verdadeira tornou-se um exemplo clássico da potencialização desses efeitos. As primeiras estatísticas disponíveis datam de 1964 e mostram um crescimento constante das capturas, até 1973, passando de 38.772 t a 228.037 t. A partir daí, e até 1987, a produção declinou, oscilando entre 100.000 e 150.000 t anuais. Em 1988, os desembarques foram de cerca de 65.000 t e, em 1990, de apenas 32.000 t. Nos anos subseqüentes, observou-se uma nova recuperação das capturas, alcançando pouco mais de 117.000 t, em 1997. Em 2002, a produção total foi de cerca de 22.000 t, de acordo com o Ibama, ou de 28.000 t, segundo a SEAP[27]. Em 2003, a safra de sardinha atingiu 25 mil t, tendo havido uma recuperação em 2004, quando os desembarques alcançaram 45 mil t[28].

O colapso da pescaria da sardinha-verdadeira deveu-se, aparentemente, a uma combinação de esforço de pesca excessivo e falhas no recrutamento causadas pela baixa intrusão da "Água Central do Atlântico Sul" (Acas), mais fria e rica em nutrientes, na plataforma da Região Sudeste-Sul, durante o verão. A penetração da Acas aumenta a produção primária na camada subsuperficial e contribui para a estabilidade vertical da coluna d'água, garantindo a concentração de presas adequadas para as larvas de sardinha, e evitando a dispersão de ovos e larvas para fora da área de desova.

As falhas de recrutamento, derivadas do baixo índice de sobrevivência das larvas, foram potencializadas pelo efeito do esforço de pesca excessivo, atuando sobre o estoque que passou a se concentrar mais ao sul de sua área de distribuição. Em função da constatação dessa tendência de declínio, em 1993 o Grupo Permanente de Estudos sobre a Sardinha (GPE) recomendou, sem sucesso, a suspensão total das pescarias por um período não inferior a 28 meses[29].

Diagnóstico elaborado por pesquisadores de diversas universidades e institutos de pesquisa, das Regiões Sudeste e Sul, e encaminhado à Seap e ao Ibama, em novembro de 2004, apontou a situação de fragilidade de grande parte dos estoques objeto das pescarias comerciais brasileiras, sugerindo novas possibilidades de enfoque para a questão[30], entre as quais a eliminação da distinção artificial entre espécies "controladas" e "não-controladas". Tal mecanismo, presente na legislação, favorece a concessão de permissão para

explotação de forma praticamente automática, se uma espécie não está sob controle[31]. Essa prática, comum em outros países, vem sendo criticada como mecanismo indutor de sobrepesca e exacerbadora do problema dos descartes[32]. O diagnóstico inclui os últimos resultados disponíveis a partir do Programa Revizee e apresenta um quadro sucinto da situação dos principais estoques pesqueiros das Regiões Sudeste e Sul[33]. As conclusões indicam que "os recursos tradicionais apresentam biomassas muito reduzidas. A viabilidade de substituição dos mesmos por outros, disponíveis em águas profundas, é limitada, em função das próprias características biológicas daqueles recursos. Alguns exemplos, tais como o rápido regime de sobrepesca do peixe-sapo e dos caranguejos de profundidade, atestam esta realidade. O cenário atual de colapso do setor foi provocado pelo excesso de capacidade da frota e pela 'abrangência' das licenças de pesca, que permitem que boa parte da frota atue sobre uma grande variedade de recursos, sem controle do esforço de pesca".

A MUDANÇA DE PARADIGMA

"Ecosystem management is an exercise in long-term, precautionary thinking. It is acceptable not to know things."
BEAMISH AND MAHNKEN, 1999.
TAKING THE NEXT STEP IN FISHERIES MANAGEMENT.

A avaliação de estoques pesqueiros vem sendo desenvolvida, a partir da década de 50, com base em modelos relativamente simplificados[34,35]. Os modelos permitiam estimativas de "produção máxima sustentável" – MSY (*Maximum Sustainable Yield*), para diferentes estoques pesqueiros, submetidos à pesca comercial, utilizando dados provenientes da própria atividade pesqueira (capturas, esforço de pesca, e distribuições de freqüências por comprimento e idade). Apesar de elegantes e expeditos, hoje se coloca em dúvida, não apenas sua aplicabilidade, como também se seus fundamentos teóricos não teriam contribuído indiretamente para a sobrepesca[36]. A teoria subjacente à definição de máximos sustentáveis sugere que as populações devem ser reduzidas a níveis iguais ou inferiores à metade de seu tamanho em condições de ausência de explotação; e que, também, não haveria uma relação direta entre o recrutamento (entrada de juvenis na população adulta) e a biomassa desovante, para um amplo intervalo de valores de biomassa.

Os modelos voltados para estoques isolados (*single-species assessment models*) não resultaram, em geral, em efeitos benéficos para as pescarias. Os modelos falharam em identificar o rápido declínio de estoques importantes, subestimando o impacto do esforço de pesca; não identificaram a possibilidade de falhas no recrutamento após o declínio das populações adultas, possivelmente associadas a mudanças nas interações tróficas (em alguns casos os indivíduos adultos parecem "controlar" a abundância de possíveis predadores de seus ovos e larvas; a severa redução da população adulta interromperia esse mecanismo, provocando a alta mortalidade dos produtos da desova e a falha do recrutamento). Além desses fatores, a limitação no esforço de pesca preconizada pelos modelos foi freqüentemente ignorada, sob o pretexto de que não seria "suficientemente precisa" como evidência para adoção de estratégias que levariam a impactos econômicos negativos de curto prazo à atividade pesqueira[37]. Já em 1969, observava-se que "muitas avaliações científicas foram realizadas tarde demais, não passando de meras necropsias"[38].

A ocorrência dos estoques, com potencial de explotação, não se apresenta uniforme, nem mesmo nas áreas mais rasas de plataformas continentais. Fatores oceanográficos, relacionados à ascensão de águas profundas mais ricas em nutrientes ("ressurgências"), são fundamentais para o sucesso reprodutivo das populações[39]. A existência de um ambiente estável e rico em alimento é imprescindível para a sobrevivência das larvas recém eclodidas. Nas situações nas quais os ventos são os fatores determinantes para as ressurgências é preciso que os mesmos transmitam energia suficiente para garantir a subida da água profunda; por outro lado, é necessário, também, uma relativa estabilidade da coluna d'água que favoreça a concentração de partículas de alimento e a preservação das larvas. A prevalência de condições ideais é conhecida como "janela ambiental ótima" (*optimal environmental window*) e parece sugerir que o sucesso do recrutamento não decorre de condições "médias", mas da composição de inúmeras "janelas de sobrevivência", determinadas pela variabilidade de fatores ambientais de natureza física[40].

A extrema interdependência entre as espécies, o caráter pouco previsível dos fatores ambientais, que interferem diretamente sobre o processo de recrutamento de juvenis à população adulta, além dos aspectos econômicos e sociais, envolvidos nos processos pesqueiros, determinaram a busca de novos modelos que permitissem compreender as pescarias a partir

de critérios mais abrangentes de sustentabilidade. A necessidade de incluir a variabilidade decorrente das interações tróficas e os impactos causados aos hábitats marinhos pelos petrechos de pesca, determinaram um crescente interesse pelo que se denominou como "abordagem ecossistêmica" (*ecosystem-based management*[41] ou *ecosystem approach to fisheries*[42]).

A conferência da FAO em Reykjavik, 2001, chegou a um consenso quanto à necessidade de incorporar "considerações relativas aos ecossistemas" à gestão das pescarias[43]. As definições do que seria exatamente a abordagem ecossistêmica são variáveis, destacando-se porém um ponto comum – a necessidade de alterar o foco da gestão das pescarias, atualmente voltado para os estoques pesqueiros, para a conservação dos ecossistemas de forma mais integrada ("o centro da questão está em integrar o conjunto das demandas colocadas sobre o ambiente, de tal forma que o ecossistema possa suportá-las sem deterioração de suas funções"[44]). No entanto, não existe um conhecimento preciso quanto aos fatores-chave que determinariam a estabilidade dos ecossistemas marinhos. Não há, tampouco, uma definição análoga à sobrepesca, aplicada aos estoques isolados, diretamente utilizável para os ecossistemas[45], o que pode tornar problemática a aplicação prática de um novo princípio, quando não há meios claros para a sua implementação. A definição de indicadores compatíveis com a gestão de ecossistemas implica, também, em uma nova ordem de magnitude de complexidade, exigindo um esforço de modelagem que represente de forma adequada cada ecossistema envolvido[46]. A partir dessas constatações, sugere-se que o objetivo principal da abordagem ecossistêmica seja a obtenção da "sustentabilidade ambiental"[47]. Para tanto, têm sido propostas estratégias, envolvendo diferentes conceitos de gestão.

A "gestão adaptativa" (*adaptive management*) sugere que a abordagem ecossistêmica seja implementada de forma gradual, de modo a se evitar choques em relação aos padrões atuais de gerenciamento dos estoques e permitir que o processo se inicie com as informações atualmente disponíveis, podendo porém evoluir de acordo com novos conhecimentos disponíveis[48]. A proposta de "gestão compartilhada" (*co-management*) parte do princípio que a pesca tem uma participação desproporcional, em termos de impactos gerados sobre o meio ambiente marinho, quando comparada às demais atividades usuárias dos recursos do mar. Dessa forma, a redução do esforço de pesca aparece como elemento crucial em qualquer estratégia de

gerenciamento, o que poderia ser facilitado pela gestão compartilhada com grupos de pescadores e outras categorias envolvidas na pesca.

O "PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO" ("*PRECAUTIONARY APPROACH*")

In order to protect the environment, the precautionary approach shall be widely applied by States according to their capabilities. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty shall not be used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation.
ICES, 1997.

O "princípio da precaução" ou "abordagem precautória" foi incluído no Princípio 15 da Declaração do Rio, da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD)[49], tendo se tornado um elemento fundamental para a gestão pesqueira. Em síntese, a idéia é que a falta de conhecimento científico não deve constituir em motivo para que se adiem ações que possam prevenir danos potencialmente sérios ou irreversíveis ao ambiente. Dessa forma, passou-se a adotar o conceito de "pontos de referência", estabelecidos em termos de taxas mortalidade por pesca e índices de biomassa, que possibilitassem a percepção antecipada do estado dos estoques e favorecessem a manutenção da sua explotação dentro de limites seguros[50]. O princípio da precaução, na gestão da pesca, exige definições quantitativas, para que se evite a sua interpretação como exigência de "impacto zero", decorrente da falta de conhecimento detalhado[51]. Levado a extremos, o princípio poderia induzir ao "não uso" de qualquer recurso natural, em detrimento das conseqüências que isso poderia trazer ao bem-estar humano[52].

O princípio da precaução traz elementos que, implicitamente, alteram o peso legal e político daquilo que se considera como "preocupação ambiental" e, ainda, em que medida se pode e se deve esperar que evidências científicas tragam respostas para os problemas ambientais. Talvez, a principal questão decorrente seja a "reversão do ônus da justificação". Até então, o ambiente marinho vinha sendo regulado com base em pressuposições que favoreciam as pescarias, isto é, a não ser que o dano pudesse ser inequivocadamente comprovado pelos gestores, as atividades produtivas poderiam manter seu curso normal, o que não impediu que diversos ecossistemas fossem severamente modificados pelas pescarias. A "reversão"

desloca a responsabilidade da justificativa para aqueles que pretendem o uso dos recursos marinhos. Atualmente, esse procedimento é comum para qualquer outro usuário dos recursos do ambiente marinho, como por exemplo, a exploração de óleo e gás[53]. O que se pretende é a generalização de técnicas de "avaliação de impactos ambientais" e "avaliação ambiental estratégica", como requisitos prévios para novas pescarias, em ambientes considerados sensíveis, tais como áreas profundas e montes submarinos.

A abordagem ecossistêmica propõe, ainda, a "gestão espacial", tendo por base o conceito de "grandes ecossistemas marinhos" (*large marine ecosystems – LME*). O conceito de LME surgiu a partir do Simpósio da American Association for the Advancement of Science (AAAS), na década de 80[54,55], podendo ser definidos como grandes unidades, no ambiente marinho, com similaridades em termos de funções ecológicas[56]. Com isso, pode-se ter limites espaciais para a gestão, com base em propriedades dos ecossistemas e não apenas em aplicações comerciais isoladas. Para o Brasil, são reconhecidos três grandes ecossistemas marinhos – as plataformas continentais do Norte, Leste e Sul[57].

Ainda, no que se refere à gestão espacial, a proposta de estabelecimento de áreas protegidas no ambiente marinho tem avançado como forma de preservar áreas, de forma seletiva, excluindo-se apenas as práticas pesqueiras mais destrutivas, ou, a pesca em sua totalidade. As áreas de "reserva", começam a ser entendidas como uma forma simples de garantia de preservação, diante das incertezas inerentes, à avaliação de estoques pesqueiros. O fechamento de áreas, além da sua eficiência como medida de preservação, é mais facilmente controlável e não induz a nenhum tipo de efeito "perverso", decorrente das medidas de contenção tradicionais (como por exemplo, os descartes).

O termo "área marinha protegida" (*marine protected area – MPA*) descreve qualquer área marinha, à qual é concedida alguma forma de proteção, usualmente tendo como meta a sua conservação e/ou de suas pescarias. Do ponto de vista da gestão pesqueira, as formas mais eficientes são dadas pelas "reservas marinhas", nas quais é proibida a extração de qualquer recurso vivo, fóssil ou mineral, e qualquer forma de destruição ou degradação de hábitats. Nesse contexto, as áreas são denominadas de *fishery no-take zones*. Já existe consenso científico de que os benefícios das MPAs são

potencializados quando diversas áreas estão ligadas em redes coerentes, em termos de grandes áreas que englobariam fases diversas do ciclo de vidas das espécies e o transporte dos seus produtos de desova[58]. Há evidências, também, de que as reservas marinhas são capazes de prover a proteção de hábitats e constituir um instrumento adequado de resposta aos efeitos da sobrepesca[59]. As reservas são, comparativamente, mais eficientes que as ferramentas tradicionais de gestão das pescarias; permitem definir o mesmo nível de controle sobre as capturas das espécies-alvo, obtido pelo controle direto do esforço de pesca, além de reduzir a mortalidade e o dano às demais espécies; além disso podem ser estabelecidas de forma mais simples e ter custos de implementação e gestão iguais ou menores que as metodologias equivalentes.

As reservas podem determinar o incremento no tamanho dos estoques desovantes, o aumento do tamanho dos indivíduos, e a sua fecundidade. O efeito "exportador" de ovos e larvas, juvenis e adultos, pode contribuir para o aumento das capturas nas regiões limítrofes das reservas. O desenvolvimento de populações com estruturas etárias mais amplas oferece maior segurança, relativamente à variabilidade ambiental e eventuais falhas em processo de gestão tradicionais. As reservas favorecem a recuperação de hábitats, degradados a partir da perturbação pelos petrechos de pesca, o que pode também trazer benefícios para as pescarias[60].

Diversos países, entre os quais o Canadá, Nova Zelândia, África do Sul e Estados Unidos, implementaram, nos últimos anos, áreas de exclusão à pesca e outras atividades antrópicas. A Austrália, em 2004, definiu uma área correspondente a 33% do Parque Marinho da Grande Barreira de Coral ("*Great Barrier Reef Marine Park*"), cerca de 110 mil km^2, como área protegida, fechada a qualquer atividade pesqueira. A partir dos benefícios pretendidos, foi proposta, também, a criação de uma rede de reservas na Zona Econômica Exclusiva, do Reino Unido, ocupando 30% da sua superfície. Essas áreas ficariam interditadas a qualquer atividade de pesca comercial[61].

Atualmente, a área coberta por reservas marinhas corresponde a apenas 0,5% dos oceanos[62], configurando uma situação muito diferente daquela dos ambientes terrestres, para os quais há cerca de 12% de áreas protegidas[63]. As áreas protegidas no ambiente marinho apresentam, em média, 1 a 2 km^2, podendo oferecer alguma proteção a locais específicos, mas dificilmente determinarão a recuperação funcional de ecossistemas ou serão úteis para espécies migratórias[64].

No Brasil, as unidades de conservação de proteção integral no ambiente marinho são raras. Entre elas, destacam-se, em área ocupada, os parques nacionais marinhos de Abrolhos e Fernando de Noronha; o parque estadual marinho do parcel Manuel Luis; e as reservas biológicas marinhas do Atol das Rocas e Arvoredo, totalizando cerca de 2 mil km^2 de área protegida, algo em torno de 0,05% das áreas do mar territorial e ZEE brasileiros[65].

Conforme delineado acima, a definição prática de indicadores ecossistêmicos é complexa; assim, para que se possa evitar a armadilha de uma "aproximação" à nova abordagem, condicionada ao avanço do conhecimento científico, tem-se optado por trabalhar com um agregado de indicadores elementares, capazes, porém, de garantir uma visão do estado dos ecossistemas. Por exemplo, indicadores para as espécies-alvo, espécies descartadas e outras mais vulneráveis (índices de abundância e proporção de indivíduos maduros), indicadores multiespecíficos, passíveis de serem monitoradas pela composição de tamanhos ou nível trófico médio das capturas, combinados a estratégias de áreas protegidas, e emprego de petrechos de pesca mais seletivos, compõem uma abordagem mais pragmática do que o desenvolvimento de indicadores complexos[66].

Em paralelo, vêm sendo sugeridos e adotados em vários países alternativas de "propriedade" ao regime de livre acesso aos recursos marinhos, na forma de "cotas individuais" ou "cotas transferíveis" (*Individual transferable quotas – ITQ*), aplicados às pescarias industriais e o "direito de uso territorial" (*Territorial use rights in fisheries – TURF*), utilizado nas pescarias artesanais[67,68]. Iniciativas em pescarias de moluscos, associando a substituição dos arrastos pela coleta seletiva com mergulho e o controle das áreas de pesca pelas comunidades, vêm se mostrando bem-sucedidas na Argentina (Castello, com. pess.)[69].

O CONTRAPONTO BRASILEIRO (INTEGRAÇÃO *VS* DESINTEGRAÇÃO)

A avaliação do estado dos estoques pesqueiros e o seu gerenciamento constituiu, por um longo tempo, atribuição da extinta Superintendência para o Desenvolvimento da Pesca (Sudepe), por sua vez subordinada a diferentes Ministérios, no decorrer da sua existência. A Sudepe, juntamente com a Sema, Sudhevea e IBDF, passou a integrar, em 1989, a estrutura do Ibama[70].

A passagem da gestão pesqueira para um órgão "ambiental" não foi bem recebida por parte da comunidade pesqueira, que passou a temer pela diluição da importância do setor em um órgão com múltiplas atribuições. Não obstante, o Ibama manteve, por intermédio de seus departamentos específicos, parte das estruturas originárias da Sudepe, voltadas para a pesquisa, inclusive com a participação da comunidade científica. Utilizando o "estado da arte" da época, foram criados ou mantidos Grupos Permanentes de Estudos (GPE), para os principais estoques objeto das pescarias comerciais. Em reuniões anuais, com a participação de especialistas de universidades e instituições de pesquisa, avaliava-se a situação dos estoques, com os dados disponíveis (nem sempre minimamente adequados) e emitia-se um parecer com orientações quanto à gestão do recurso em questão. As recomendações passavam pela instância política das relações do Ibama com o setor produtivo e, em geral, quando implementadas, perdiam grande parte de seu poder de contenção do esforço de pesca ou qualquer outra restrição às pescarias. Ironicamente, os GPEs se caracterizavam, exatamente, por não serem "permanentes", sendo convocados apenas para respaldar atos normativos, como por exemplo "portarias" de defeso (épocas de interdição da pesca).

O advento da política de arrendamento de embarcações estrangeiras[71] para atuar na ZEE brasileira parece ter sido o elemento catalisador para que buscasse, mais uma vez, um organismo gestor exclusivamente dedicado à pesca. Em 1998, o Decreto nº 2.840, tendo como meta "regular atividades das embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca", estabelece uma divisão de competências, inédita no país, e talvez no mundo, entre o novo Departamento de Pesca e Aqüicultura (DPA), do Ministério da Agricultura, e o Ministério do Meio Ambiente[72]. A Medida Provisória nº 1.999-17, de 2000, ao tratar da "organização da presidência da República e dos ministérios", reitera a divisão de atribuições[73]. As novas normas transferem ao Ministério da Agricultura a gestão das espécies inexplotadas ou subexplotadas e as "altamente migratórias" (atuns e espécies afins, independente do estado dos estoques), ficando as "sobreexplotadas" aos cuidados do MMA/Ibama.

A inserção da atividade pesqueira como objeto de estudo da área ambiental, apesar de suas implicações socioeconômicas e culturais, configura-se numa tendência mundial. Cabendo um possível incremento (ou redução) do esforço de pesca, para um dado estoque, seriam mobilizados os órgãos

responsáveis pelo "fomento", para estimular (ou desestimular) a entrada de novos atores na atividade produtiva. No entanto, a legislação vigente ao redefinir as responsabilidades em relação ao ordenamento pesqueiro, corresponde a um retrocesso histórico, no que se refere à vertente da gestão integrada. Dessa forma, criou-se no país, implicitamente, uma nova modalidade de "migração" para os estoques pesqueiros, além daquelas inerentes a seus ciclos biológicos. Agora, os estoques "migram" entre instituições, quando seu estado passa de subexplotado a sobreexplotado. O peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) é um exemplo de recurso que, em não mais de cinco anos de pescaria, no Sudeste-Sul do Brasil, mudou de "estado", tendo sido definidas restrições de petrechos de pesca, áreas de capturas, além de um desembarque máximo de 1.500 t de peso eviscerado, para o estoque, em 2003[74,75].

A extinção do DPA e a criação da Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca (Seap) ratificaram esse quadro, com a simples passagem das atribuições do primeiro para a segunda.

A Seap, na busca da ampliação das pescarias no Brasil, tem dado ênfase ao aspecto de "fomento". Enquanto, no cenário mundial, reconhece-se a crescente sobrecapitalização do setor pesqueiro e a necessidade de estimular o "descomissionamento" de embarcações, a Seap lançou, em 2004, um programa ambicioso de renovação da frota pesqueira[77,78], pela construção ou renovação de cerca de 500 embarcações de médio e grande portes, "sem uma revisão completa de todos os fundamentos técnicos necessários que embasariam tal ação de uma forma sustentável"[79].

Outro aspecto, já comentado, diz respeito à divisão artificial entre espécies controladas e não-controladas. Se para aquelas ditas "controladas" a situação de sobrepesca já é evidente, para as "não-controladas" a situação é mais sutil, e potencialmente mais grave, dado que não existe um acompanhamento técnico-científico da dinâmica dos estoques. Do ponto de vista do pescador, a possibilidade de direcionar o esforço de pesca de forma mais "livre" reduz a percepção da redução crítica da abundância dos recursos pesqueiros, levando à "depleção serial". Nesse aspecto, não há distinção entre os segmentos "artesanal" e "industrial" da atividade pesqueira. A ausência de controle e medidas de gestão pode levar a regimes de sobrepesca, tanto estoques costeiros, como vem ocorrendo com o camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), no Sudeste-Sul, quanto recursos "novos",

identificados em áreas profundas e alvo das frotas arrendadas, tais como o peixe-sapo e os caranguejos de profundidade (*Chaceon notialis* e *C. ramosae*).

O papel da tecnologia na pesca

> "*An up-to-date fishing boat carries everything but a Death Ray. The boat is a combination of an advanced military machine and a cold-storage container.*"
> E. Wickham, 2003. Dead Fish and Fat Cats.

As inovações nas técnicas de pesca vêm tendo um impacto contínuo nos ecossistemas marinhos. Existem evidências arqueológicas de que avanços tecnológicos (melhorias nas redes) estariam associados à redução da biodiversidade e à progressiva depleção de estoques de peixes, desde a Idade Média[80]. Ainda, durante o século XIV, há registros de queixas de pescadores contra a introdução do arrasto em águas costeiras da Inglaterra[81].

No entanto, apenas a partir do início do século XX a introdução de novas tecnologias passou a ter um impacto global – barcos maiores e com grande autonomia; redes de arrasto de fundo de meia água de grandes dimensões; fios mais resistentes e de baixa visibilidade; e, em especial, os avanços nos instrumentos de navegação e localização do pescado. Os barcos modernos podem compensar a redução das biomassas, a partir de melhorias na capacidade de captura, atuando 24 horas por dia em quase qualquer condição de mar.

Essa capacidade excessiva determina pressões insustentáveis sobre os estoques, tornando a sua gestão mais complexa. Por outro lado, o efeito sobre a própria indústria é deletério, à medida que reduz a lucratividade e a estabilidade da atividade, em função de flutuações de curto prazo nos preços do pescado. Muitos barcos, para garantir um nível mínimo de rentabilidade, são instados à pesca ilegal. Como o "poder de pesca" é tradicionalmente medido pela tonelagem ou potência do motor, o fenômeno de melhoria contínua na eficiência da captura (fenômeno conhecido como *technological creep*)[82] e, por conseqüência, na mortalidade por pesca, dificultam as políticas de "descomissionamento" das embarcações (incentivos econômicos para o abandono da pescaria)[83].

No Brasil, a "tecnologia" aplicada à pesca vem avançando em ritmo mais lento, em parte, pela concentração da atividade em pescarias costeiras tradicionais, mas também pelo caráter mais conservador dos empresários de pesca. Nos últimos 25 anos foram introduzidos a pesca do bonito-listrado e atuns com o método de isca-viva (com mais de 500 anos de uso no Japão); o espinhel de fundo de cabo de aço e, mais recentemente, de "náilon-seda"; o espinhel pelágico com monofilamento e atratores luminescentes, para a pesca do espadarte; a instalação de sonares e *power-block* (recolhedor mecânico para as redes de cerco), nas traineiras de Santa Catarina e São Paulo; e mais recentemente, a implementação da pesca com "potes" para polvos, na Região Sul.

As embarcações mais bem equipadas, em atividade na ZEE brasileira, são aquelas operando sob regime de arrendamento. Seu número é variável, dado que os contratos têm prazos restritos, sendo renovados, ou tendo as embarcações substituídas periodicamente. O arrendamento é regido, atualmente, pelo Decreto nº 4.810, de 2003. Apesar de garantir ao MMA a atribuição de definir volumes de capturas, modalidades e petrechos de pesca e tamanhos mínimos para cada espécie, o Decreto reflete a mesma fragmentação da gestão pesqueira, mencionada anteriormente, ao reservar à Seap "a autorização e o estabelecimento de medidas que permitam os aproveitamentos adequados, racionais e convenientes... das espécies altamente migratórias e das que estejam subexplotadas ou inexplotadas"[84]. Os editais de arrendamento procuram privilegiar a participação de cooperativas de pesca; o maior tempo de atividade no mercado; a posse de embarcação nacional; a maior participação de brasileiros na tripulação; o arrendamento de barcos mais novos; a redução da incidentalidade de aves e tartarugas; e uma participação mais substantiva da empresa/cooperativa brasileira nos lucros do arrendamento[85]. A idéia é que os interessados recebam uma maior pontuação quando atendam aos requisitos acima. No entanto, a procura por novas "vagas", para as categorias definidas pela Seap, nem sempre as de interesse direto do "mercado", tem sido bastante limitada (duas embarcações inscritas, no Edital nº 5, de 2004; cinco no Edital nº 6, de 2004; e nenhuma, no de nº 8, de 2004, quando foram oferecidas 37 vagas).

Atualmente, de acordo com o Departamento de Portos e Costas, da Marinha do Brasil, 54 embarcações estrangeiras de pesca estão autorizadas a operar em águas jurisdicionais brasileiras[86], basicamente, em operações

com espinhel de superfície, arrasto e armadilhas de fundo. Apesar da polêmica que vem cercando a política de arrendamento – a participação nos lucros pela empresa arrendatária fica em torno de 10%, o que determina uma substancial remessa de divisas ao exterior –, as embarcações, em especial, aquelas voltadas para a pesca de profundidade, forneceram dados essenciais para a complementação das informações obtidas diretamente pelo programa Revizee[87].

Propostas

A informação científica é vital para prover evidências quanto à situação dos estoques. A título comparativo, o Reino Unido investe na pesquisa marinha em torno de £ 270 milhões anuais, complementados por £ 220 milhões, a partir de fundos da indústria pesqueira. Dezessete universidades e dez centros de pesquisa, dispondo de 33 barcos de pesquisa, atuam diretamente no setor[88].

Já a frota brasileira é composta por cinco navios de pesquisa pesqueira, do Ibama, parte deles em condições precárias; e dois navios oceanográficos, relativamente bem equipados, o "Atlântico Sul", da FURG, de 1977, e o "Prof. Besnard", da USP, de 1967. Os recursos financeiros diretos totais alocados ao programa Revizee, no período 1994-2003, foi de pouco mais de R$ 30 milhões, correspondendo a um valor médio anual de R$ 3 milhões[89].

Uma segunda vertente essencial para a avaliação dos estoques é a "estatística pesqueira". Não é possível qualquer abordagem quantitativa, em relação à pesca, quando se desconhece os totais capturados e o esforço de pesca despendido. Com exceções localizadas (Rio Grande, Itajaí, Santos, e os desembarques da frota arrendada no Nordeste), a coleta de dados de desembarque no Brasil é precária. Mesmo para espécies "controladas", como, por exemplo, a sardinha verdadeira, passou-se um ano para que obtivesse uma estimativa para a captura total em 2003 (concentrada na Região Sudeste-Sul).

A Seap mantém convênios com universidades, em especial, para o acompanhamento das frotas arrendadas e suas espécies-alvo. Dois comitês de gestão estão em atividade – o Comitê Permanente de Gestão de Atuns e Afins e o Comitê Consultivo Permanente de Gestão de Recursos Demersais. Este último definiu, em 2002 e 2003, medidas de contenção do esforço de

pesca para as pescarias do peixe-sapo, porém, até o momento, não implementadas por qualquer instrumento normativo.

É compreensível que a Seap, em consonância com suas atribuições institucionais, busque o "fomento" da atividade pesqueira no país. Ocorre, no entanto, que qualquer esforço nesse sentido não pode estar dissociado da gestão preventiva e corretiva dos estoques. O estabelecimento de política de incentivos fiscais, de "produtividade de desenvolvimento", estabelecida em 1967, e que vigorou até 1986, permitiu o desenvolvimento da pesca industrial, a construção de barcos, a consolidação da oferta de pescado, mas, gerou, em contrapartida, a sobrecapacitação e superdimensionamento do setor, com as seqüelas notórias – capacidade ociosa da frota e de indústrias, falências e retração do parque industrial e colapso de 90% dos estoques.

Ainda que medidas importantes sejam acordadas entre todos os setores envolvidos na pesca, essas ações não são implementadas, ou demoram a sê-lo. Isto leva à depleção dos estoques tradicionais e têm gerado "corridas do ouro", para espécies diagnosticadas como "potenciais", levando ao lucro imediato, à depleção rápida desses recursos, antes mesmo que qualquer medida de controle seja proposta ou implantada[90].

Pode-se concluir, portanto, que a conservação e a expansão das pescarias dos recursos brasileiros exigem mudanças imediatas no modelo atual de gestão dos recursos:

– Investimento na coleta de dados básicos e nas pesquisas com foco nos indicadores de estado dos estoques e seus ecossistemas;

– Reformulação das condições de acesso aos recursos pesqueiros, com o fim da dicotomia entre espécies controladas e não controladas;

– Adoção da gestão integrada, para orientar as ações do setor, com o fim do "Tratado de Tordesilhas" que fragmentou as atribuições de gerenciamento entre Seap e Ibama;

– Conforme atesta a experiência internacional, a possível sustentabilidade da atividade pesqueira exige uma nova filosofia de gestão, centrada na abordagem ecossistêmica; nas políticas de precaução; na definição de áreas protegidas; e na contenção dos desperdícios. Trata-se de um investimento com retorno mais seguro que a adoção de subsídios e de novas tecnologias de captura.

Notas

1 – Andahazy e Cook (1997)
2 – Costanza (1997)
4 – Ellis (2003)
5 – FAO (2001) – <http://www.fao.org>
6 – Watson e Pauly (2001)
7 – Alverson *et al.* (1994)
8 – Companhia Nacional de Abastecimento – <http://www.conab.gov.br/>
9 – Sinclair e Valdimarsson (2003)
10 – Hutchings (2000) – "A sobrepesca e o subseqüente colapso de populações de peixes marinhos têm atraído a atenção para questões relativas à sua habilidade para retornar aos níveis de abundância primitivos e ao grau em que sua própria sobrevivência estaria ameaçada. Existem poucas evidências de recuperação rápida a partir de declínios prolongados, em contraste com a percepção que os peixes marinhos seriam resilientes a grandes reduções populacionais. Com a possível exceção dos arenques e espécies correlatas que atingem a maturação em fases iniciais de seu ciclo de vida e são capturadas com petrechos altamente seletivos, a análise de 90 estoques revelou que muitos gadídeos (por exemplo, bacalhau, hadoque) e outros não clupeídeos (por exemplo, linguados) têm experimentado pouca ou nenhuma recuperação em um prazo de 15 anos após reduções entre 45 e 99% em seus estoques desovantes. Embora os efeitos da sobrepesca em espécies isoladas sejam, geralmente, reversíveis, o tempo necessário para a sua recuperação parece ser considerável. Dessa forma, não aplicar aos peixes marinhos os mesmos critérios usados para definir riscos de extinção, em outros grupos, seria inconsistente com a abordagem precautória da gestão pesqueira e da conservação da biodiversidade marinha".
11 – Myers e Worm (2003) – "Sérias preocupações têm surgido acerca dos efeitos ecológicos das pescarias industriais, tendo levado a uma resolução das Nações Unidas visando a recuperação a níveis adequados de pescarias e ecossistemas marinhos. No entanto, essa restauração tem como pré-requisito a maior compreensão quanto à abundância e composição das comunidades de peixes inexplotadas, relativamente à magnitude dos estoques atuais. O estudo reconstruiu as trajetórias das biomassas e da composição das comunidades de grandes peixes predadores em quatro sistemas de plataforma continental e nove sistemas oceânicos, usando todas as informações disponíveis, desde o início de sua explotação. As pescarias industriais reduziram em 80% a biomassa das comunidades em 15 anos de explotação. Estimou-se que hoje a biomassa dos grandes peixes predadores corresponde apenas a 10% dos níveis pré-industriais. Concluiu-se que o declínio dos grandes predadores nas regiões costeiras estendeu-se para o conjunto do oceano, com conseqüências potenciais importantes para os ecossistemas."
12 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004) – <http://www.rcep.org.uk/fishreport.htm>
13 – FAO (1998)
14 – Jennings e Blanchard (2004)
15 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
16 – Jackson *et al.* (2001)

17 – Pauly e Maclean (2003) – "O processo de redirecionar as capturas das espécies predadoras, para as suas presas e assim sucessivamente é chamado de 'Fishing down marine food webs'".
18 – Pauly (1995)
19 – Clover (2004)
20 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
21 – Cushing (1988)
22 – GEO BRASIL 2000 <http://www.ibama.gov.br>
23 – Ibama (2004)
24 – Ibama (2000)
25 – Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar <http://www.mma.gov.br/revizee/>
26 – Programa Revizee – Proposta Nacional de Trabalho <http://www.mma.gov.br/revizee/>
27 – Produção da Pesca Extrativa Marinha Brasileira, por Estado e espécie, para o ano de 2002 <http://www.presidencia.gov.br/seap>.
28 – http://www.presidencia.gov.br/seap
29 – Ibama (1994) – A primeira reunião formal do grupo de pesquisadores que viriam a constituir o GPE-Sardinha foi realizada em 1975, na sede da antiga SUDEPE, em Brasília.
30 – Carta assinada por pesquisadores do Instituto Oceanográfico/USP; Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar/ Univali; Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ; Fundação Universidade do Rio Grande/ Furg; Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP e Ibama/SP. O diagnóstico anexo à carta ("Uma contribuição para a gestão da pesca no Brasil") originou reportagem publicada no Jornal "Estado de São Paulo", de 27 de novembro de 2004.
31 – A Instrução Normativa nº 3, de 12 de maio de 2004 dispõe sobre operacionalização do Registro Geral da Pesca <http://www.gep.cttmar.univali.br>.

> Art. 10. Para fins da presente Instrução Normativa entende-se por:
>
> ....
>
> II – Permissão de Pesca: é o ato administrativo discricionário e precário condicionado ao interesse público pelo qual é facultado ao proprietário, armador ou arrendatário operar com embarcação de pesca, devidamente identificada, nas atividades de captura, extração ou coleta de recursos pesqueiros.
>
> Parágrafo único. Ficam dispensadas da Permissão Prévia de Pesca e da Permissão de Pesca, sem prejuízo do registro, ... aquelas embarcações com comprimento de até oito metros, independentemente da modalidade de operação ou método de pesca a ser utilizado.
>
> ....
>
> Art. 15. É vedada uma mesma embarcação obter mais de uma Permissão de Pesca para explotação de recursos pesqueiros com esforço de pesca limitado ou sob controle.

32 – Murawski (2000)
33 – Considerações sobre o estado dos estoques da região sudeste-sul, em "Uma contribuição para a gestão da pesca no Brasil"

Espécie	**Considerações/Recomendações**
Albacora laje – *Thunnus albacares* e Bonito listrado – *Katsuwonus pelamis*	Capturas estabilizadas.
Espadarte – *Xiphias gladius* Corvina – *Micropogonias furnieri*	Captura sujeita a cotas internacionais. Os níveis de explotação posteriores a 1990 são considerados insustentáveis.Recomenda-se não incentivar um aumento de esforço sobre o estoque sudeste.
Castanha – *Umbrina canosai*	Estoque sobreexplotado e compartilhado com o Uruguai.
Pescadinha real ou Pescada-foguete – *Macrodon ancylodon*	Estoque Sul – Plenamente explotadoEstoque SE – O estoque encontra-se sobreexplotado
Goete – *Cynoscion jamaicensis*	A espécie está plenamente explotada.
Peixe-porco – *Balistes capriscus*	A explotação tem apresentado grandes flutuações temporais, com significativo aumento das capturas. Na região sudeste, o estoque ainda mostra condições favoráveis para uma explotação rentável. È necessário o monitoramento permanente da pescaria.
Bagres	Sul - Informações disponíveis apenas sobre as espécies *Netuma* spp., as quais encontram-se em sobrepesca de recrutamento, desde a década de 80.Sudeste – Pesca em acentuada expansão, podendo-se antecipar, a partir das características biológicas das espécies envolvidas, uma evolução para rápida sobrepesca.
Linguados	As taxas de explotação indicam a sobreexplotação do recurso. As medidas de manejo devem contemplar a diminuição drástica do esforço.
Anchoita – *Engraulis anchoita*	Recurso pesqueiro potencial. Apresenta, ocasionalmente, abundância elevada. Espécie forrageira que serve de alimento a várias espécies de maior porte. É necessária a avaliação da parcela da biomassa passível de remoção pela pesca.
Sarrão – *Helicolenus dactylopterus*	Estoque potencial, tanto para a frota de linha de fundo como para o arrasto. Habita águas profundas, entre 200 e 1000m. Como estoques deste tipo são extremamente vulneráveis à intervenção humana, um aumento exagerado no esforço leva a quedas rápidas da abundância.
Merluza – *Merluccius hubbsi*	Estoque com possibilidade de explotação. O estoque sul é compartilhado com os países do Prata.
Sardinha laje – *Opisthonema oglinum*	A biomassa do estoque não foi ainda avaliada.
Cherne-poveiro – *Polyprion americanus*	Diversos trabalhos de pesquisa realizados na última década apontaram para a sobrepesca e risco de colapso dos chernes do Atlântico sul ocidental, levando à inclusão da população brasileira na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), sob a designação de "criticamente ameaçada de extinção". Apenas a proibição total da pesca do cherne-poveiro pode, neste momento, permitir algum nível de pesca sustentável no futuro.

Cherne-verdadeiro – *Epinephelus niveatus*	Sudeste – Alvo de diversas frotas, mostrando evidências de sobreexplotação.Sul – Não é objeto de pescaria dirigida.
Cabrinha – *Prionotus punctatus*	As capturas anuais chegaram a 1.000 t na década de 1990 e hoje atingem mais de 3.000 t. Foi recomendada uma redução de 15% no esforço de pesca
Sardinha verdadeira – *Sardinella brasiliensis*	A despeito da redução do tamanho da frota, seu efeito para o colapso constatado em 1999-2003 foi marcante e decisivo. No momento são detectadas variações nos parâmetros biológicos, como a diminuição do comprimento de primeira maturação, relação peso/comprimento, tamanho médio nas capturas, taxa de crescimento, mortalidade por pesca, diminuição do volume de ovos e larvas, e inanição das larvas, que comprovam a fragilidade do estoque remanescente.São indispensáveis medidas urgentes de contenção do esforço de pesca e do tamanho mínimo de recrutamento à pesca.
Peixe galo – *Selene setapinnis*	Os coeficientes de mortalidade e a taxa de explotação mostram que não há sobreexplotação. No entanto, a enorme incidência da pesca sobre os juvenis indica a necessidade de medidas de precaução, baseadas no comprimento de primeira maturação.
Galo de profundidade – *Zenopsis conchifera*	Espécie abundante entre 100-600m, e especialmente entre 200-400m.Biomassa estimada em 20.000 t no inverno e em 30.000 t, no outono.
Espada – *Trichiurus lepturus*	É capturada em todos os tipos de pesca, principalmente no arrasto e cerco. Alcança 2,5m, tendo ótima aceitação no mercado fresco. Prospecções acústicas, no âmbito do Programa REVIZEE, indicaram biomassas variando de 150 a 300 mil toneladas.
Chicharro – *Trachurus lathami*	É um dos principais recursos pesqueiros na região, capturado pelas frotas de cerco e arrasto. Há indicações de que o chicharro possa ser uma alternativa para a pesca da sardinha.
Abrótea – *Urophycis brasiliensis*	Os modelos preditivos demonstraram que o esforço de pesca empregado em 1998 esteve 2,5 vezes acima do ideal, indicando que ocorreu uma sobrepesca de crescimento bastante significativa na pesca da abrótea. Não há espaço para incremento no esforço de pesca atual.
Batata – *Lopholatilus villarii*	O esforço dirigido ao batata tem sido muito superior aos limites indicados para assegurar a sustentabilidade das pescarias. A proporção do estoque vulnerável ao espinhel de fundo está praticamente esgotada e o incentivo ao arrasto de profundidade, incidindo sobre os juvenis, poderá determinar o colapso do estoque. É urgente a aplicação de medidas de contenção do esforçoEstoque Sudeste - No mínimo plenamente explotado. Desembarques estáveis, porém com CPUE declinante.Estoque Sul – A pesca dirigida da década de 80 e 90 extinguiu-se.

Abrótea de profundidade – *Urophycis mystacea*	Espécie associada ao cherne-poveiro, congro-rosa e peixe-sapo. Seus desembarques não refletem as reais capturas, uma vez que é utilizada como isca na pesca de espinhel de fundo.Nos levantamentos realizados pelo Programa REVIZEE, foi capturada nas profundidades de 100 a 600m com maior abundância entre 200-300m. A biomassa total, para toda a área, foi de 12.000 t. A elevada taxa de mortalidade por pesca e a alta taxa de explotação indicam que o estoque se encontra plenamente explotado.
Congro-rosa – *Genypterus brasiliensis*	O esforço de pesca vem aumentando de forma acentuada dado ao seu elevado valor comercial. O impacto desta explotação deve ser rapidamente avaliado.
Peixe sapo – *Lophius gastrophysus*	Captura em níveis acima do limite de segurança. A biomassa original, em apenas três anos sofreu redução de 60%, devido ao elevado esforço da frota arrendada de emalhe e das frotas de arrasto nacionais. As recomendações para o manejo envolvem o estabelecimento de quota de 1.500 t/ano, captura esta realizada, exclusivamente por embarcações licenciadas para tal fim e operando a partir de 250m de profundidade.
Antigonia capros	As prospecções do Programa REVIZEE localizaram a espécie entre 100 e 500m. A maior biomassa se concentrou na área em frente ao Rio Grande do Sul. A biomassa total foi calculada em 80.000 t, mas, pelo fato das capturas estarem concentradas em um único ponto, o erro desta estimativa pode ser grande.
Barbudo – *Polymixia lowei*	Abundante entre 200-600m, em toda a área. No inverno a biomassa foi estimada em 16.000 t e no outono em 20.000 t. As maiores densidades foram encontradas no sudeste, entre profundidades de 300 e 550 m.
Cação bico-doce – *Galeorhinus galeus*	Estoque já colapsado. Integra a "lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção", do MMA.
Emplastros e Raias (Ragiformes e Myliobatiformes) Raia-viola – *Rhinobatos horkelii* Cação cola-fina, caçonete – *Mustelus schmitti* Cações-anjo – *Squatina* spp.	As raias, em geral, têm sofrido impacto da pesca de aarasto de fundo há 30 anos. Atualmente os estoques não oferecem perspectivas para aumento de capturas sustentáveis. Integra a "lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção", do MMA Integra a "lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção", do MMA. A abundância dessas espécies foi reduzida em 85%. Os estoques precisam ser recuperados mediante redução do esforço de pesca.
Tubarões-martelo – *Sphyrna lewini* e *Sphyrna zygaena*	Desde 1990, quando começou a pesca dirigida, com espinhel de fundo, e rede de emalhe oceânica, os rendimentos tem decaído rapidamente. Os estoques precisam ser recuperados mediante diminuição do esforço de pesca.

Tubarões oceânicos – *Prionace glauca, Isurus oxyurus* e *Carcharhinus spp*	A captura e esforço de pesca não são monitorados adequadamente. Incide sobre estes tubarões intensa pescaria com espinhel, principalmente para a produção de barbatanas.
Polvo – *Octopus vulgaris*	As estimativas mostram que as capturas superam 70% da biomassa. O recurso se encontrava subexplotado antes da introdução da pescaria com potes. Como medida de manejo precautório deve-se impor um tamanho mínimo de captura de 110mm de manto.
Lula – *Loligo plei*	Estoque insuficientemente avaliado.
Lula – *L. sanpaulensis*	É alvo da pesca de arrasto de fundo no sudeste e sul. Recomenda-se que em períodos de menor abundância, o esforço da frota seja reduzido na área costeira, para evitar sobrepesca de recrutamento.
Calamar argentino – *Illex argentinus*	Espécie com potencial pesqueiro. Parte do estoque comercialmente explotável é compartilhado com a Argentina e o Uruguai. Espécie anual migratória que sustentaria uma pesca sazonal com elevadas flutuações interanuais.
Camarões – *Artemesia longinaris* e *Pleoticus muelleri*	Espécies com elevada variabilidade interanual, estando pelo menos em estado de plena explotação.
Camarão rosa – *Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*	Dependente dos estuários e do seu regime hidrológico, durante parte da vida. A atual condição da população é de forte pressão pesqueira, em áreas de criadouro. Na plataforma continental, a espécie não apresenta níveis seguros de explotação.
Camarão sete barbas – *Xiphopenaeus kroyeri*	Explotação acima do nível de segurança.
Camarao-cristalino – *Plesionika edwardsi*	Espécie de provável potencial pesqueiro.
Camarão-carabineiro (*Aristaeopsis edwardsiana*); camarão-moruno (*Aristaeomorpha foliacea*) e camarão-listrado (*Aristeus* sp.)	Espécies objeto da pesca de arrasto de profundidade. Potencial desconhecido. Embarcações arrendadas para a pesca do camarão-carabineiro vêm atuando em uma única área em frente ao estado do Rio de Janeiro, em profundidades em torno de 500 metros. Como não houve a obrigatoriedade de dispersão do esforço, nas autorizações de arrendamento, não se tem noção da variação espacial da abundância e, pior ainda, corre-se o risco de depleção do estoque (ou subestoque) objeto de explotação.
Caranguejo-vermelho – *Chaceon notialis*	Apresenta complexo padrão de deslocamentos batimétricos e latitudinais, que afetam de forma significativa sua disponibilidade para a pesca. A estimativa de biomassa média é de 20.000 t. O estoque encontra-se no limite de explotação, não suportando a situação atual de explotação, nem a entrada de novas embarcações.

Caranguejo real – *C. ramosae*	O estoque se encontra em plena explotação, e deve ficar sob permanente monitoramento, pois a pesca incide sobre concentrações localizadas. As capturas não podem exceder 600t/ano.
Lagosta-sapateira (Scyllaridae)	Recurso de distribuição restrita, com importância crescente nos desembarques, inclusive com grande participação de juvenis, necessitando avaliação do estoque.

34 – Beverton e Holt (1957)
35 – Schaefer (1954)
36 – Clover (2004)
37 – Pauly *et al.* (2002)
38 – Alverson e Pereyra (1969)
39 – Troadec (1978)
40 – Bakun (1996)
41 – Pauly *et al.* (2002).
42 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
43 – FAO (2001)
44 – Laffoley *et al.* (2004)
45 – Degnbhol (2002)
46 – Rice (2003)
47 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
48 – Walters (1997)
49 – http://www.unep.org. "Para que o ambiente seja protegido, medidas preventivas serão aplicada pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Onde existam ameaças de riscos sérios ou irreversíveis, a falta de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas eficazes ... para evitar a degradação ambiental".
50 – ICES (1997) – "De modo a garantir que estoques e pescarias estejam incluídos em limites seguros, deve haver uma alta probabilidade de que o estoque desovante esteja acima do limiar, abaixo do qual o recrutamento possa ser prejudicado; e a mortalidade por pesca seja inferior àquela que levaria a biomassa a atingir seu limiar de segurança".
"Os pontos de referência B_{pa} (onde $_{pa}$ corresponde ao princípo de precaução – *precautionary approach*) e F_{pa} correspondem aos níveis de biomassa e mortalidade por pesca, respectivamente, abaixo e acima dos quais, uma ação de gerenciamento deve ser tomada. A distância entre os pontos limites para o início da ação e os pontos de precaução dependem do grau de risco que a administração da pesca está disposta a assumir".
51 – Degnbhol (2002)
52 – Young (2003)
53 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
54 – Sherman *et al.* (1991)
55 – Alexander (1993)
56 – NOAA (2004)
57 – http://www.edc.uri.edu/lme/clickable-map.htm

58 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
59 – Murawski *et al.* (2000)
60 – Gell e Roberts (2003)
61 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004). "Portanto, recomendamos que o Reino Unido desenvolva critérios de seleção para estabelecer uma rede de áreas marinhas protegidas, de modo que, em um prazo de cinco anos, uma rede ecologicamente coerente esteja impantada. Tais medidas deverão levar a que 30% da Zona Econômica Exclusiva do Reino Unido seja definida como áreas fechadas às pescarias comerciais".
62 – Roberts e Hawkins (2000)
63 – United Nations (2003)
64 – Palumbi (2002)
65 – Amaral e Jablonski (2005)
66 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
67 – Charles (1997)
68 – The Marine Fish Conservation Network (2004)
69 – Jorge Pablo Castello. Fundação Universidade do Rio Grande-Furg.
70 – Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989 – Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências (Alterada pelas Leis nº 7.804/18.07.1989, nº 7.957/ 20.12.1989, nº 8.028/12.04.1990, MPV n° 2.216-37/ 31.08.2001):

> Art. 1º Ficam extintas:
> I – a Secretaria Especial do Meio Ambiente -Sema, órgão subordinado ao Ministério do Interior, instituída pelo Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973;
> II – a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – Sudepe, autarquia vinculada ao Ministério da Agricultura, criada pela Lei Delegada nº 10, de 11 de outubro de 1962.
> Art. 2º É criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, entidade autárquica de regime especial, dotada de personalidade jurídica de direito público, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de executar as políticas nacionais de meio ambiente referentes às atribuições federais permanentes relativas à preservação, à conservação e ao uso sustentável dos recursos ambientais e sua fiscalização e controle, bem como apoiar o Ministério do Meio Ambiente na execução das ações supletivas da União, de conformidade com a legislação em vigor e as diretrizes daquele Ministério".
> Art. 4º – O patrimônio, os recursos orçamentários, extra-orçamentários e financeiros, a competência, as atribuições, o pessoal, inclusive inativos e pensionistas, os cargos, funções e empregos da Superintendência da Borracha – Sudhevea e do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF, extintos pela Lei número 7.732, de 14 de fevereiro de 1989, bem assim os da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – Sudepe e da Secretaria Especial do Meio Ambiente – Sema são transferidos para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, que os sucederá, ainda, nos direitos, créditos e obrigações, decorrentes de lei, ato administrativo ou contrato, inclusive nas respectivas receitas.

71 – http://www.presidencia.gov.br/seap/ "o arrendamento de embarcações estrangeiras é um instrumento utilizado pelo Estado frente ao fato do Brasil não possuir frota pesqueira adequada para explorar todo o potencial da sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE).....Nota-se que o arrendamento é um instrumento provisório da constituição da frota pesqueira nacional".
72 – Decreto nº 2.840, de 10 de novembro de 1998.
Art. 4º – O Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal fixará, periodicamente, para ser observado nas zonas brasileiras de pesca, o volume a ser capturado, as modalidades de pesca, os petrechos permitidos e os tamanhos mínimos de captura por espécies passíveis de serem capturadas por embarcações pesqueiras.
Parágrafo único – No caso das espécies migratórias e das que estejam subexplotadas ou inexploradas, caberá ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento a autorização e o estabelecimento de medidas que permitam o aproveitamento adequado, racional e conveniente desses recursos pesqueiros.
73 – Medida Provisória nº 1.999-17, de 11 de abril de 2000. Altera dispositivos da Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências.

> § 10. No exercício da competência de que trata a alínea "b" do inciso I do *caput* deste artigo, relativa ao fomento à pesca e à aqüicultura, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento deverá:
> I - organizar e manter o Registro Geral da Pesca previsto no art. 93 do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967;
> II - conceder licenças, permissões e autorizações para o exercício da pesca comercial e artesanal e da aqüicultura nas áreas de pesca do Território Nacional, compreendendo as águas continentais e interiores e o mar territorial, da Plataforma Continental, da Zona Econômica Exclusiva, áreas adjacentes e águas internacionais, para captura de:
> a) espécies altamente migratórias, conforme Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar, excetuando-se os mamíferos marinhos;
> b) espécies subexplotadas ou inexplotadas;
> c) espécies sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação, observado o disposto no parágrafo seguinte;
> § 11. No exercício da competência de que trata a alínea "b" do inciso XII do *caput* deste artigo, nos aspectos relacionados à pesca, caberá ao Ministério do Meio Ambiente:
> I - fixar as normas, critérios e padrões de uso para as espécies sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação, assim definidas com base nos melhores dados científicos existentes, excetuando-se aquelas a que se refere a alínea "a" do inciso II do parágrafo anterior.

74 – Perez (2002)
75 – <http://www.gep.cttmar.univali.br/index_rec.php?id=34>
76 – Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios.
77 – Seap (2004)
78 – Lei nº 10.849, de 23 de março de 2004. "Cria o Programa Nacional de Financiamento da Ampliação e Modernização da Frota Pesqueira Nacional – Profrota Pesqueira".

79 – Carta assinada por pesquisadores do Instituto Oceanográfico/USP; Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar/Univali; Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ; Fundação Universidade do Rio Grande/ Furg; Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP e Ibama/ SP; enviada à SEAP em Novembro de 2004.
80 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
81 – Pauly e Maclean (2003)
82 – Clover (2004)
83 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
84 – Decreto nº 4.810, de 19 de agosto de 2003. "Estabelece normas para operação de embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca, alto mar e por meio de acordos internacionais".

> Art. 3º O Ministério do Meio Ambiente fixará, periodicamente, para ser observado nas zonas brasileiras de pesca, o volume a ser capturado, a modalidade de pesca, o petrecho permitido e o tamanho mínimo de captura por espécies passíveis de serem capturadas por embarcações pesqueiras.
>
> Parágrafo único. No caso das espécies altamente migratórias e das que estejam subexplotadas ou inexplotadas, caberá à Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República a autorização e o estabelecimento de medidas que permitam os aproveitamentos adequados, racionais e convenientes desses recursos pesqueiros.
>
> Art. 4º O arrendamento de embarcação estrangeira de pesca por empresa ou cooperativa de pesca brasileira é considerado instrumento temporário da política de desenvolvimento da pesca oceânica nacional, visando propiciar os seguintes benefícios:
>
> I – aumento da oferta de pescado no mercado interno e geração de divisas;
>
> II – aperfeiçoamento de mão-de-obra e geração de empregos no setor pesqueiro nacional;
>
> III – ocupação racional e sustentável da zona econômica exclusiva;
>
> IV – estimulo à formação de frota nacional capaz de operar em águas profundas e utilização de equipamentos que incorporem modernas tecnologias;
>
> V – expansão e consolidação de empreendimentos pesqueiros;
>
> VI – fornecimento de subsídios para aprofundamento de conhecimentos dos recursos vivos existentes na plataforma continental e na zona econômica exclusiva;
>
> VII – aproveitamento sustentável de recursos pesqueiros em águas internacionais.

85 – <http://www.presidencia.gov.br/seap/>. Edital de Convocação nº 08, de 27 de outubro de 2004.
86 – <http://www.dpc.mar.mil.br/SSTA/nav-ajn.htm#pesca>
87 – <http://www.mma.gov.br/revizee>
88 – Royal Commission on Environmental Pollution (2004)
89 – <http://www.mma.gov.br/revizee>
90 – Carta, assinada por pesquisadores do Instituto Oceanográfico/USP; Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar/ Univali; Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ; Fundação Universidade do Rio Grande/ Furg; Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP e Ibama/ SP; enviada à SEAP em Novembro de 2004.

Referências

ALEXANDER, L. M. Large marine ecosystems: a new focus for marine resources management. *Marine Policy,* v. 17, n. 3, p. 186-198, 1993.

ALVERSON, D. L et al. *A global assessment of fisheries bycatch and discards*. Roma: FAO, 1994. 233 p. (FAO Fisheries Techical Paper, n. 339).

ALVERSON, P. L.; PEREYRA, W. T. Demersal fish exploration in the Northeast Pacific Ocean: an evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. *J. Fish. Res. Bd. Can.,* v. 26, n. 8, p. 1985-2001, 1969.

AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. In: BRAZILIAN conservation: challenges and opportunities: conservation biology. [S.l.: s.n.], 2005. No prelo.

ANDAHAZY, W.; COOK, P. J. *Ocean science and its technology*. [S.l.: s.n.], 1997. 53 p. Documento apresentado à Comissão Mundial Independente para os Oceanos (IWCO). Manuscrito.

BAKUN, A. *Patterns in the ocean:* ocean processes and marine population dynamics: California Sea Grant/CIB. [S.l.: s.n.], 1996. 323 p.

BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. *On the dynamics of exploited fish populations*. London: Fish. Invest., 1957. Ser. 2, v. 19, 533 p.

BRASIL. Decreto nº 2.840, art. 4, de 10 de novembro de 1998. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF. 1998. Seção 1.

_____. Lei nº 7.735, art. 1, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Alterada pelas Leis nº 7.804/18.07.1989, nº 7.957/ 20.12.1989, nº 8.028/12.04.1990, MPV n° 2.216-37/ 31.08.2001. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF. 2001. Seção 1.

_____. Lei nº 7.735, art. 2, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Alterada pelas Leis nº 7.804/18.07.1989, nº 7.957/ 20.12.1989, nº 8.028/12.04.1990, MPV n° 2.216-37/ 31.08.2001. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF. 2001. Seção 1.

_____. Lei nº 7.735, art. 4, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Alterada pelas Leis nº 7.804/18.07.1989, nº 7.957/ 20.12.1989, nº 8.028/12.04.1990, MPV

n° 2.216-37/ 31.08.2001. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF. 2001. Seção 1.

_____. Medida provisória no 1.999-17, de 11 de abril de 2000. Altera dispositivos da Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF. 2000. Seção 1.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Revizee.* Disponível em: <http://www.mma.gov.br/revizee>. Acesso em: fev. 2005.

_____. Presidência da República. Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/seap>. Acesso em: fev. 2005.

_____. Edital de convocação nº 08, de 27 de outubro de 2004. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/seap/>. Acesso em: fev. 2005.

CARTA. Assinada por pesquisadores do Instituto Oceanográfico/USP (Carmen Wongtschowski), Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar/ UNIVALI (José Angel Alvarez Perez e Paulo Ricardo Pezzuto), Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ (Silvio Jablonski), Fundação Universidade do Rio Grande/ FURG (Jorge Pablo Castello, Manuel Haimovici, Lauro Madureira e Carolus Maria Vooren), Instituto de Pesca/APTA/SAA/SP (Antonio Olinto Ávila da Silva) e IBAMA/ SP (Maria Cristina Cergole), 2004.

CHARLES, A. T. *Sustainable coastal fisheries:* policy directions for improved resource management. [S.l.: s.n.], 1997. 10 p. Documento apresentado à Comissão Mundial Independente para os Oceanos (IWCO). Manuscrito.

CLOVER, C. *The end of the line:* how overfishing is changing the world and what we eat. [S.l.]: Ebury Press, 2004. 314 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: fev. 2005.

COMUNICAÇÃO pessoal. Entrevista com Jorge Pablo Castello da Fundação Universidade do Rio Grande-FURG, 2005.

CONFERENCE ON RESPONSIBLE FISHERIES IN THE MARINE ECOSYSTEM, Reykjavik, 2001. *Proceedings…* [S.l.]: FAO, 2001.

CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR Disponível em: <http://www.mma.gov.br/revizee/>. Acesso em: fev. 2005.

COSTANZA, R. *The ecological, economic, and social importance of the oceans.* [S.l.: s.n.], 1997. 28 p. Documento apresentado à Comissão Mundial Independente para os Oceanos (IWCO). Manuscrito.

CUSHING, D. H. *The provident sea.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1988.

DEGNBHOL, P. *The ecosystem approach and fisheries management institutions:* the noble art of addressing complexity and uncertainty with all onboard and on a budget. Denmark: [s.n.], 2002. 11 p. (IIFET Paper, n. 171).

Ellis, R. *The empty ocean*. [S.l.]: Island Press, 2003. 367 p.

EMBARCAÇÕES estrangeiras autorizadas operar em AJB. Disponível em: <http://www.dpc.mar.mil.br/SSTA/nav-ajn.htm#pesca>. Acesso em: fev. 2005.

GELL, F. R.; ROBERTS, C. M. *The fishery effects of marine reserves and fishery closures*. Washington, D.C.: WWF-US, 2003.

GEO BRASIL 2000. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em: fev. 2005.

GRUPO DE ESTUDOS PESQUEIROS. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. Disponível em: <http://www.gep.cttmar.univali.br/index_rec.php?id=34>. Acesso em: fev. 2005.

_____. Instrução normativa nº 3, art. 10, de 12 de maio de 2004. Dispõe sobre operacionalização do Registro Geral da Pesca. Disponível em: <http://www.gep.cttmar.univali.br>. Acesso em: fev. 2005.

_____. Instrução normativa, nº 3, art. 15, de 12 de maio de 2004. Dispõe sobre operacionalização do Registro Geral da Pesca. Disponível em: <http://www.gep.cttmar.univali.br>. Acesso em: fev. 2005.

HUTCHINGS, J. A. Collapse and recovery of marine fishes. *Nature,* v. 406, n. 6814, p. 882-885, 2000.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLORATION OF THE SEA – ICES. *Report of the precautionary approach to fisheries management*. Copenhagen: ICES, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. *Estatísticas da pesca 2002 Brasil*: grandes regiões e unidades da Federação. Tamandaré-PE: CEPENE, 2004.

_____. *Relatório da reunião do Grupo Permanente de Estudos sobre a Sardinha, Itajaí (SC), 04 a 08 de outubro de 1993*. [S.l.: s.n.], 1994.

_____. *Relatório preliminar da reunião técnica sobre o estado da arte e ordenamento da pesca de peixes dermersais nas regiões sudeste e sul do Brasil*. [S.l.: s.n.], 2000.

JACKSON, J. B. C. et al. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science,* v. 293, 2001.

JENNINGS, S.; BLANCHARD, J. L. Fish abundance with no fishing predictions based on macroecological theory. *Journal of Animal Ecology* , v. 73, p. 632-642, 2004.

LAFFOLEY, D. d'A.. *Sustaining benefits, for all, forever:* realising the benefits of the ecosystem approach: priorities for action in maritime environments. a report to the UK Government and the European Commission. English Nature. Peterborough: [s.n.], 2004.

LARGE marine ecosystems of the world. Disponível em: <http://www.edc.uri.edu/lme/clickable-map.htm>. Acesso em: fev. 2005.

MCGOODWIN, J. R. *Crisis in the world's fisheries:* people, problems, and policies. [S.l.]: Stanford University Press, 1990. 235 p.

MURAWSKI, S. A. Definitions of overfishing from an ecosystem perspective. *ICES Journal of Marine Science*, v. 57, n.3, p. 649-658, 2000.

MURAWSKI, S. A. et al. Large-scale closed areas as a fisheries management tool in temperate marine systems: the Georges Bank experience. *Bulletin of Marine Science ,* n. 66, p. 775-798, 2000.

MYERS, R. A.; WORM, B. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, v. 423, n. 6937, p. 280-283, 2003.

NAÇÕES UNIDAS. List of Protected Areas 2003. IUCN, Gland, Switzerland and UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK, 2003.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. *A large marine ecosystem approach to fisheries management and sustainability:* linkages and concepts towards best practices. United States: NOAA, 2004. NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-184.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO - FAO. *World review of fisheries and aquaculture, 2001*. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: fev. 2005.

_____. *The state of the world fisheries and aquaculture*. Rome: FAO, 1998.

PALUMBI, S. *Marine reserves:* a tool for ecosystem management and conservation. Arlington: Pew Oceans Commission, 2002.

PAULY, D. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in Ecology and Evolution,* v. 10, n. 10, p. 430, 1995.

_____. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, v. 418, n. 6898, 2002.

PAULY, D.; MACLEAN, J. *In a perfect ocean:* the state of fisheries and ecosystems in the North Atlantic ocean. [S.l.]: Island Press, 2003. 175 p.

PEREZ, J. A. A. (Coord.). *Análise da pescaria do peixe-sapo Lophius gastrophysus no Sudeste e Sul do Brasil – ano 2001*. [S.l.: s.n.], 2002. Convênio MAPA/SARC/DPA: relatório final.

PRODUÇÃO da Pesca Extrativa Marinha Brasileira, por Estado e espécie, para o ano de 2002. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/seap>. Acesso em: fev. 2005.

PROGRAMA DA ONU PARA O MEIO AMBIENTE – UNEP. Disponível em: <http://www.unep.org>. *Acesso em: fev. 2005*.

PROGRAMA REVIZEE: proposta nacional de trabalho. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/revizee/>. Acesso em: fev. 2005.

RICE, J. Environmental health indicators. *Ocean and Coastal Management,* v. 46, p. 235-259, 2003.

ROBERTS, C. M.; HAWKINS, J. P. *Fully protected marine reserves:* a guide. Washington, DC: [s.n.], 2000.

ROYAL COMMISSION ON ENVIRONMENTAL POLLUTION. *Turning the tide:* addressing the impact of fisheries on the marine environment: twenty-fifth report, 2004. Disponível em: <http://www.rcep.org.uk/fishreport.htm>. Acesso em: fev 2005.

SCHAEFER, M. B. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Commn.*, v. 1, n. 2, p.27-56, 1954.

SHERMAN, K.; ALEXANDER, L. M.; GOLD, B. D. (Ed.). *Food chains, yields, models, and management of large marine ecosystems*. Colorado: Westview Press, 1991. 320 p.

SINCLAIR, M.; VALDIMARSSON, G. (Ed.). Towards ecosystem-based fisheries management. In: RESPONSIBLE fisheries in the marine ecosystem. [S.l.]: FAO, 2003. p. 393-403.

THE MARINE fish conservation network: individual fishing quotas: environmental, public trust, and socioeconomics impacts. [S.l.: s.n.], 2004. 16 p.

TROADEC, J. -P. Fishing and assessment of stocks. In: Models for fish stock assessment. *FAO Fisheries Circular*, n. 701, p. 1-7, 1978.

UMA CONTRIBUIÇÃO para a gestão da pesca no Brasil. [S.l: s.n.], 2004.

WALTERS, C. Challenges in adaptive riparian and coastal ecosystems. *Conservation Ecology,* v. 1, n. 1, 1997.

WATSON, R.; PAULY, D. Systematic distortions in world fisheries catch trends. *Nature*, v. 414, n. 6863, p. 534-536, 2001.

YOUNG, O. R. Taking stock: management pitfalls in fisheries science. *Environment,* v. 45, n. 3, p. 24-33, 2003.

editoraçãocgee

Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

Parcerias Estratégicas

N. 20 (pt. 3) – junho 2005 – Brasília, DF

ISSN 1413-9375

Parc. Estrat. | Brasília, DF | n. 20 (pt. 3) | p. 949-1156 | jun. 2005

Parcerias Estratégicas – número 20 – junho 2005

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
Presidente
Evando Mirra de Paula e Silva
Diretores
Marcio de Miranda Santos
Paulo Afonso Braccarense Costa

Terceira Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
Secretário Geral
Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho
Assessoria Técnica
Ernesto Costa de Paula
Flávio Giovanetti de Albuquerque
Kley Cabral da Hora Maya Ferreira
Mara da Costa Pinheiro
Sandra Mara da Silva Milagres

Revista Parcerias Estratégicas
Editora
Tatiana de Carvalho Pires
Editora-Assistente
Nathália Kneipp Sena
Projeto gráfico
Anderson Moraes
Editoração eletrônica
André Luiz Garcia

Parcerias estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. - Vol. 1, n. 1 (maio 1996)- v. 1, n. 5 (set. 1998) ; n. 6 (mar. 1999)- . – Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos : Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996-1998 ; 1999-

v. ; 25 cm.

Irregular.
Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.
Ed. especial: n. 20 (jun. 2005), incluindo: pt. 1. Inclusão social ; pt. 2. Áreas de interesse nacional ; pt. 3. Gestão e regulamentação ; pt. 4. Presença internacional ; pt. 5. Geração de riqueza.
ISSN 1413-9375

1. Política e governo – Brasil 2. Inovação tecnológica I. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. II. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CDU 323.6(81)(05)

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Quadra 2 Bloco A Edifício Corporate Financial Center salas 1102/1103
70712-900 – Brasília, DF
Tel: (xx61) 3424.9600 / 3424.9666
e-mail: editoria@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br>
Distribuição gratuita

Conferência Nacional de C,T&I
Tel: (xx61) 3424.9670 / 9656 / 9635
e-mail: ecosta@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br/cncti3/>

PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Número 20 · junho/2005 · ISSN 1413-9375

Sumário

Gestão e regulamentação

Inovação tecnológica na indústria brasileira: um exercício no uso de indicadores de inovação e algumas propostas para seu aperfeiçoamento
Eduardo Baumgratz Viotti 953

Propriedade intelectual e a construção de um sistema de inovação no Brasil: notas sobre uma articulação importante
Eduardo da Motta e Albuquerque 965

Financiando a inovação nas empresas (e inovando nas formas de financiamento)
Eduardo Moreira da Costa 987

Propriedade intelectual
Fernando Galembeck, Wanda P. Almeida 1001

Inovação tecnológica – marco regulatório
Francelino Lamy de Miranda Grando 1023

O financiamento de capital de risco para as pequenas e médias empresas (PMES)
Guilherme Caldas Emrich 1047

Eficácia, abrangência e aprimoramento dos marcos regulatórios em inovação
Jamil Zamur Filho 1061

Estruturas e dispositivos nacionais de produção e difusão de indicadores de C,T&I: deficiências e possíveis avanços
Regina Gusmão 1075

Propriedade intelectual: temas estratégicos
Roberto Castelo Branco Coelho de Souza 1099

Legislação e marcos regulatórios
Ruy de Araújo Caldas 1115

Indicadores, avaliação e instrumentos de gestão: a necessidade de coordenação
Sinésio Pires Ferreira, Rovena Maria Carvalho Negreiros 1141

Inovação tecnológica na indústria brasileira: um exercício no uso de indicadores de inovação e algumas propostas para seu aperfeiçoamento

Eduardo Baumgratz Viotti[*]

A análise da produtividade média do trabalhador brasileiro[1] ao longo das últimas quatro décadas indica a existência de dois períodos com tendências marcadamente diferentes. Durante as décadas de 1960 e 1970, a produtividade média do brasileiro cresceu de maneira sistemática, chegando, no fim deste período, a um valor que era o dobro daquele vigente em seu início. A partir de 1980 a tendência de crescimento foi interrompida e a produtividade praticamente não cresceu nos 22 anos subseqüentes (Viotti 2004)[2].

No período em que a produtividade brasileira ficou aproximadamente estagnada, a produtividade de muitos de seus concorrentes continuou evoluindo. A produtividade do trabalhador da economia industrial líder, os Estados Unidos, por exemplo, cresceu 40%. Com isto, a produtividade média do brasileiro, que chegou a representar cerca de 35% da produtividade do norte-americano no ano de 1980, passou a corresponder a apenas 24% no ano de 2002. O nível de produtividade relativa do brasileiro regrediu para padrões similares àqueles que existiram no início dos anos 1960 (gráfico 1). Coréia e Taiwan, os dois casos de maior sucesso no processo de industrialização recente do sudeste asiático, apesar de terem partido de situação relativa muito pior do que a brasileira, mantiveram uma trajetória de crescimento sustentado da produtividade do trabalho ao longo de todo o período e reduziram progressiva e significativamente sua distância da

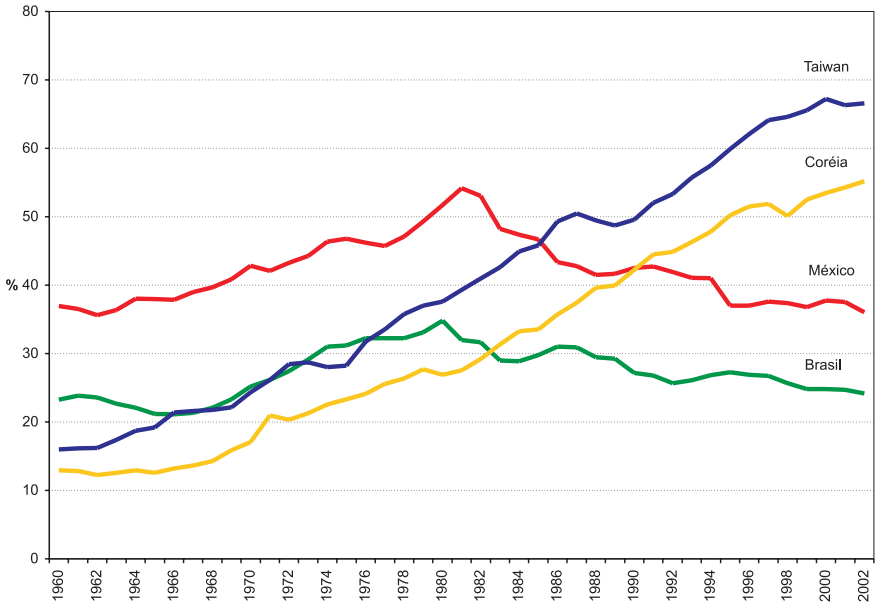
[*] Eduardo Baumgratz Viotti é assessor da presidência do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (Ipea) e professor do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), da Universidade de Brasília (UnB).

[1] Produtividade média calculada por intermédio da divisão do Produto Interno Bruto (PIB), medido em termos de paridade do poder de compra, pelo número de pessoas empregadas.

[2] O autor pede licença aos leitores pela citação repetida de artigos de sua autoria. Esta prática pouco elegante foi utilizada como forma de permitir a elaboração de um texto mais leve, adequado às dimensões e finalidades deste artigo, remetendo-se o leitor aos artigos referidos, caso julgue necessário.

produtividade norte-americana, atingindo, respectivamente, 56% e 67% daquela. Isso é uma indicação clara do sucesso do progressivo processo de emparelhamento (*catching up*) dessas economias. O México, que, em conjunto com o Brasil, constituiu um dos casos mais bem sucedidos de industrialização da América Latina, apresentou trajetória similar à brasileira. Os dois países latino-americanos dão indicações de estarem ficando para trás no processo de desenvolvimento econômico e na corrida da competitividade com base nos ganhos de produtividade. (Viotti 2004).

Gráfico 1. Produtividade do trabalho de países selecionados como proporção da produtividade do trabalho dos Estados Unidos, 1960-2002.



Fonte: Viotti, 2004.

Notas: A produtividade foi medida como Produto Interno Bruto (PIB) dividido por pessoa empregada. O PIB foi medido em dólares norte-americanos, a preços constantes de 1990, convertidos por índices que refletem a paridade de poder de compra das moedas nacionais.

O desempenho medíocre da produtividade do trabalho no Brasil ao longo das últimas duas décadas do século XX está na raiz das limitações pelas quais o país passou em termos de crescimento, competitividade e qualidade de vida da população.

Um dos grandes desafios que precisam ser enfrentados pelos estudiosos do processo de desenvolvimento brasileiro é o de buscar identificar as causas

da estagnação da produtividade brasileira ocorrida nas duas últimas décadas do século XX, e de seu declínio em relação à da economia industrial líder e de alguns de seus principais competidores internacionais.

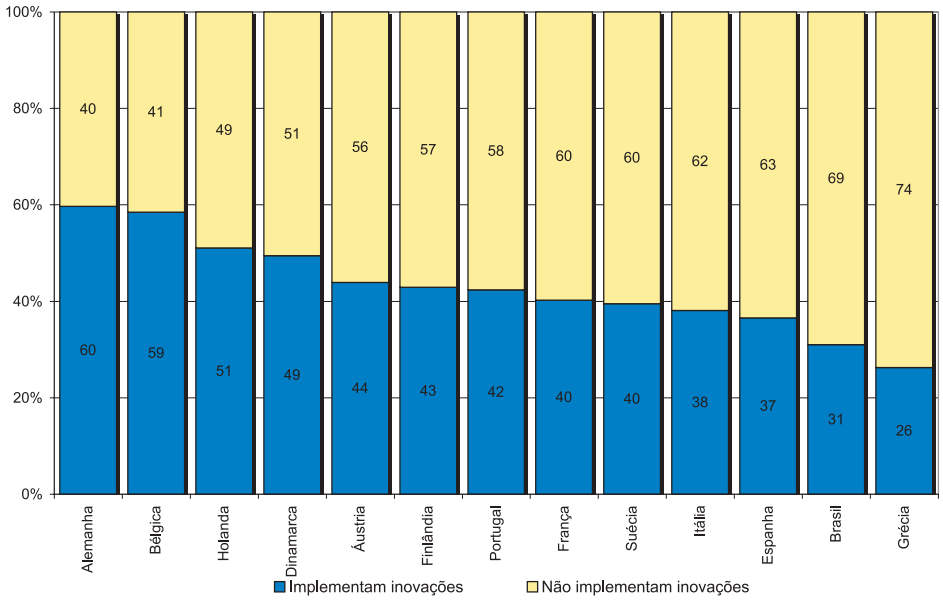
A existência de um adequado sistema de indicadores de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) é essencial para que se possa apoiar em bases sólidas um esforço de pesquisa que busque identificar as causas da perda de dinamismo do crescimento da produtividade brasileira. Este é um exemplo clássico daquilo que foi chamado de "razão científica" para a existência de indicadores de C,T&I (Viotti 2003). Neste caso, os indicadores servem para alimentar os processos de investigação sobre a natureza e os determinantes da própria evolução da ciência, tecnologia e inovação nas diversas circunstâncias históricas em que ela se dá.

Há muito se desconfia que a qualidade e a intensidade do processo de inovação tecnológica, que ocorre na empresa brasileira, desempenham papel central na explicação das razões da limitada performance da produtividade do trabalho brasileira.[3] Até recentemente, contudo, a maior parte das evidências, alinhadas em suporte a essa hipótese, eram basicamente indiretas, dado que não havia indicadores sistemáticas e representativos do processo de inovação tecnológica nas empresas. Tal limitação foi em grande parte superada pela divulgação dos resultados da Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000 (Pintec) (IBGE 2002). Afinal, as empresas do setor industrial ainda têm um papel central no processo de geração e difusão de inovações para a economia como um todo. Ademais, como a Pintec adotou metodologia compatível com a da pesquisa de inovação realizada, na mesma época, em países da Comunidade Européia – *Community Innovation Survey 3* (CIS3), passou a ser possível ter parâmetros para avaliar este processo por intermédio da realização de comparações internacionais. (Viotti *et al.* 2005)

[3] Certamente, muitos fatores contribuíram para o desempenho medíocre da evolução recente da produtividade brasileira. Entre os mais importantes fatores certamente encontra-se a limitação do processo de incorporação de conhecimentos e inovações à estrutura produtiva brasileira. É verdade que a instabilidade macro-econômica do período tem uma grande parte da responsabilidade por aquele desempenho. Contudo, um dos mecanismos pelos quais a instabilidade macroeconômica afeta a evolução da produtividade do trabalho é exatamente por intermédio de seus impactos negativos nos processos de geração e incorporação de novos conhecimentos e inovações ao processo produtivo. A instabilidade macroeconômica geralmente dificulta sobremaneira a aquisição de novos conhecimentos desincorporados ou incorporados em máquinas e equipamentos, assim como os investimentos em pesquisa e desenvolvimento necessários ao avanço da inovação.

Apenas 31% das empresas industriais brasileiras introduziram inovações[4] no período 1998-2000, isto é, mais de dois terços das empresas passaram estes três anos sem introduzir ao menos um produto ou processo novo ou substancialmente aprimorado em suas linhas de produção. A taxa de inovação da indústria brasileira é relativamente baixa quando comparada com as de Dinamarca, Holanda, Bélgica e Alemanha, cujas taxas variaram entre 49 e 60%, contudo, não é muito inferior à de Espanha (37%) e Itália (38%), por exemplo. (gráfico 2.)

Gráfico 2. Percentual das empresas industriais que implementaram e que não implementaram inovações entre 1998 e 2000, países selecionados



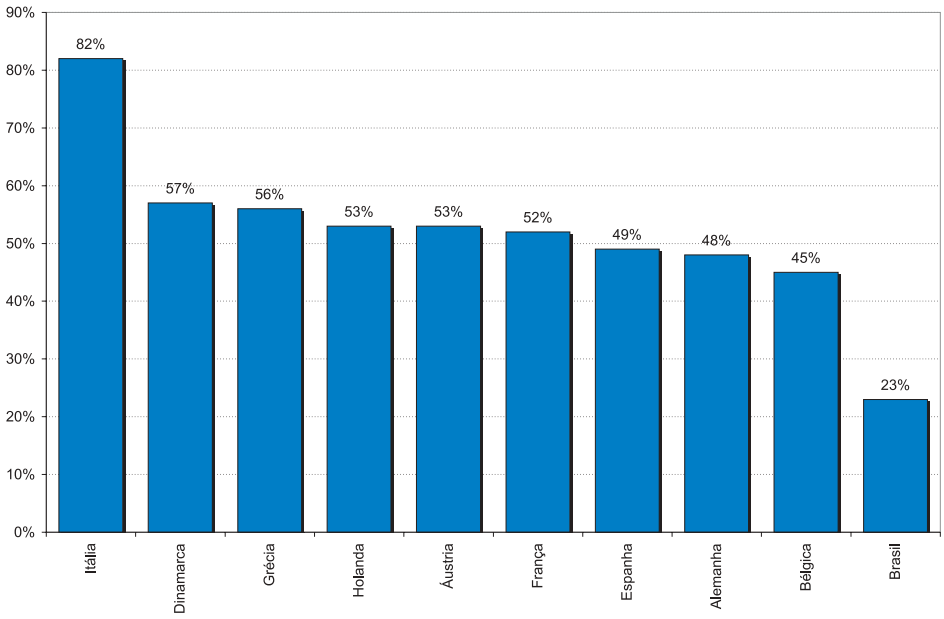
Fontes: Eurostat e IBGE. (Elaboração Viotti *et al.* 2005)

A distância que separa a taxa de inovação das empresas industriais do Brasil da de países europeus mais desenvolvidos amplia-se significativamente quando se considera um conceito mais rigoroso de inovação, a chamada "inovação para o mercado". O conceito genérico de inovação utilizado pelas pesquisas Pintec e CIS3 refere-se a produto ou processo, que é novo ou substancialmente aprimorado para a empresa, não sendo necessariamente novo

[4] Nas pesquisas Pintec e CIS3 o conceito de "inovação" significa "a introdução no mercado de um produto (bem ou serviço) tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado ou pela introdução na empresa de um processo produtivo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado".

para o mercado ou setor de atuação da empresa. Portanto, como a referência do conceito básico das pesquisas é a empresa, a simples incorporação de máquinas ou produtos e processos que são novidades apenas para a empresa, mesmo que estes sejam conhecidos e utilizados no mercado há muito tempo, também é considerada como inovação. Dentro da perspectiva analítica mais rigorosa, schumpeteriana, estes produtos ou processos, que são novidades apenas para as empresas nas quais eles foram introduzidos, deveriam ser enquadrados como difusão ou absorção de inovações e não como inovações propriamente ditas. O conceito de "inovação para o mercado" também utilizado por aquelas pesquisas, corresponde a um tipo de mudança técnica mais próximo do conceito mais rigoroso de inovação. Certamente a inovação para o mercado tem geralmente um significado superior pelo seu impacto em termos de ganhos de competitividade e de acumulação de capacidades tecnológicas pelas empresas que as introduziram.

Gráfico 3. Empresas que inovaram para o mercado como percentual do total de empresas que inovaram em produto entre 1998 e 2000, países selecionados



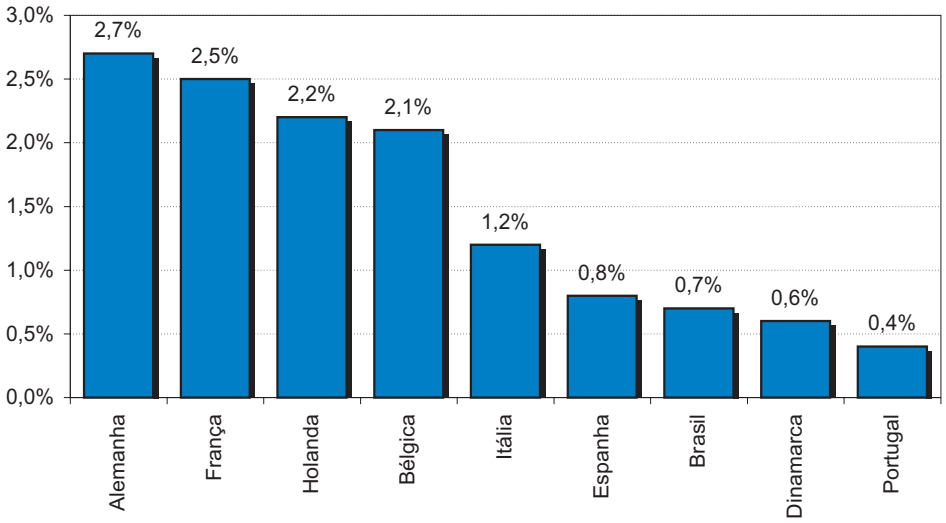
Fonte: Eurostat e IBGE. (Elaboração Viotti *et al.* 2005.)

Apenas "23% das empresas brasileiras inovadoras em produto introduziram inovações que eram pioneiras para o mercado nacional, enquanto o restante das empresas inovadoras de produto introduziram

inovações que eram novidades para a empresa na qual foram introduzidas, mas já eram produzidos por outras empresas no mercado nacional". No mesmo período, "45% ou mais das empresas inovadoras de produto de Bélgica, Alemanha, Espanha, França, Holanda, Grécia, Dinamarca e Itália introduziram produtos que eram pioneiros para os mercados em que atuavam".[5] (Viotti *et al.* 2005) (gráfico 3)

As taxas de inovação relativamente reduzidas das empresas industriais brasileiras são explicadas em parte pela dimensão também reduzida de seu esforço de pesquisa e desenvolvimento interno às empresas. As empresas industriais brasileiras com atividades inovadoras investiram apenas 0,7% de seu faturamento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) realizados dentro da própria firma, durante o ano de 2000. As empresas com atividade inovadora da Bélgica, Holanda, França e Alemanha, investiram proporções de seus faturamentos três ou mais vezes mais elevadas do que as das brasileiras. (gráfico 4.)

Gráfico 4. Dispêndios em P&D interno como percentagem do faturamento das empresas industriais com atividade inovadora, 2000, países selecionados



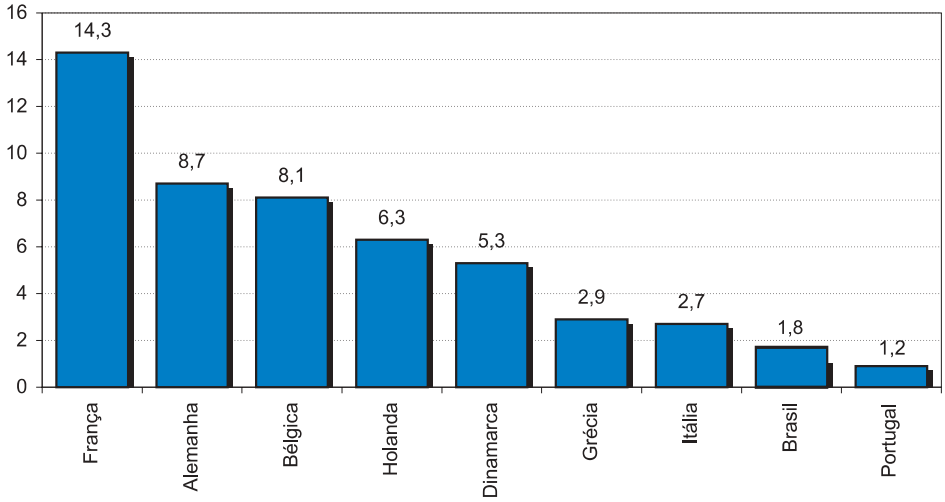
Fontes: Eurostat e IBGE. (Elaboração Viotti *et al.* 2005.)

Nota: Empresas com atividade inovadora são aquelas que, durante o período a que se refere a pesquisa, introduziram inovações ou tiveram projetos de inovação que não foram bem-sucedidos ou que ainda não estavam concluídos.

[5] Como apontam Viotti *et al.* (2005), "a pesquisa de inovação da Europa considera "inovação para o mercado" aquela que é pioneira para o mercado em que atua a empresa, enquanto que a pesquisa brasileira considera aquela que é pioneira para o mercado nacional. Esta diferença nos questionários das duas pesquisas deve ser considerada quando se faz comparações das taxas de inovação para o

A dimensão reduzida do esforço interno de P&D das empresas industriais brasileiras também fica evidente quando se analisa o número médio de pessoas dedicadas a esta atividade nas empresas industriais inovadoras. Em 2000, havia menos de duas pessoas dedicadas à P&D em média por empresa inovadora no Brasil, enquanto que este número era entre 3,5 e mais de 7 vezes superior nos casos da Alemanha, França, Holanda e Bélgica. (gráfico 5)

Gráfico 5. Número médio de pessoas ocupadas em atividades internas de P&D nas empresas inovadoras, 2000, países selecionados



Fontes: Eurostat e IBGE. (Elaboração Viotti et al. 2005.)

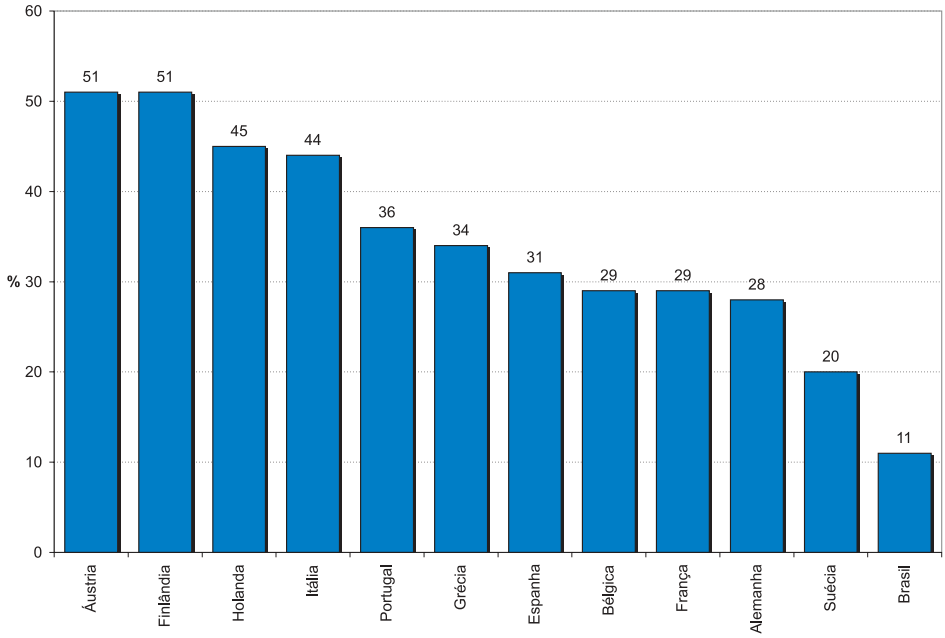
mercado do Brasil com a de países europeus." "Certamente a especificação do questionário europeu é, neste quesito, muito imprecisa e contribui para um resultado de difícil avaliação, devido ao fato de cada empresa poder atuar nos mais diversos tipos de mercados, sejam eles subnacionais, nacionais, internacionais ou globais. Para encontrar a proporção de empresas que inovaram para o mercado nacional seria necessário, neste caso, adicionar a proporção de empresas que teriam realizado inovações para o mercado nacional, mas que, por atuarem em mercados supranacionais, responderam não haver introduzido inovações para os mercados em que atuam. Simultaneamente, seria necessário subtrair a proporção de empresas que não introduziram inovações para o mercado nacional, mas que por atuarem em mercados subnacionais teriam declarado haver introduzido inovações para o mercado em que atuam. É provável que um tipo de desvio compense o outro, ao menos parcialmente. Por isso, uma comparação da proporção de empresas inovadoras para o mercado no Brasil com as de outros países europeus parece não ser totalmente desprovida de sentido, apesar da imprecisão envolvida."

Um aspecto específico da dimensão dos recursos humanos envolvidos em P&D nas empresas industriais inovadoras brasileiras chama atenção em particular. Estas empresas tinham menos de três mil pós-graduados em atividades de P&D em 2000. Neste mesmo ano, mais de 18 mil novos mestres e cinco mil novos doutores entraram no mercado de trabalho brasileiro. Este fato deve ser percebido como um forte indicativo para a necessidade da realização de uma pesquisa sobre o mercado de trabalho de doutores (e mestres) à semelhança do *Survey of Doctorate Recipients*, realizado nos Estados Unidos bienalmente desde 1973 pela *National Science Foundation* (NSF).[6] Entre outras questões, é preciso buscar construir novos indicadores que ajudem a identificar quais seriam as motivações, os incentivos e as barreiras para o emprego de doutores em atividades de pesquisa e desenvolvimento em empresas.

Os determinantes do reduzido nível do esforço de P&D das empresas industriais brasileiras são, obviamente, múltiplos. Contudo, é importante notar a diferença significativa existente entre o Brasil e outros países da Europa na proporção de empresas inovadoras que receberam financiamento público para o desenvolvimento de suas atividades inovativas. No Brasil, onde a disponibilidade e os custos do crédito de longo prazo são geralmente muito elevados, apenas 11% das empresas industriais brasileiras com atividades inovativas declaram haver recebido, no período 1998-2000, financiamentos públicos (Finep, BNDES, Sebrae, BB etc.) para o desenvolvimento destas atividades. Como pode ser observado no gráfico 6, neste mesmo período aquela proporção variou entre 20% e 51% para um grande número de países europeus, que muito provavelmente contam com maior disponibilidade de fontes privadas de financiamento, a custos mais baixos e onde possivelmente há maior proporção de empresas com elevada capacidade de autofinanciamento de suas atividades inovativas..

[6] Os resultados da última pesquisa norte-americana foram publicados em *Characteristics of doctoral scientists and engineers in the United States*: 2001, Arlington, National Science Foundation, 2003. 186 p. Disponível em <http://www.nsf.gov/sbe/srs/nsf03310/pdfstart.htm>.

Gráfico 6. Proporção das empresas industriais com atividades inovativas que receberam financiamento público para o desenvolvimento destas atividades, período 1998-2000, países selecionados



Fontes: Eurostat, 2004a e IBGE, 2004. (Elaboração Viotti et al, 2005)

A análise precedente dos indicadores sobre o processo de inovação tecnológica, ocorrido nas empresas industriais brasileiras durante os anos 1998-2000, corrobora a hipótese de que a intensidade e a qualidade deste processo são relativamente limitadas. Tal limitação é certamente um dos fatores responsáveis pelo baixo dinamismo do crescimento da produtividade do trabalho, que ocorreu no Brasil nas últimas décadas.

A análise precedente é, de uma maneira geral, um claro exercício de utilização de indicadores de C,T&I como ferramenta auxiliar ao processo de ampliação de conhecimentos sobre os determinantes do ritmo e dos rumos da evolução da C,T&I, ou seja, é um exemplo da "utilidade científica" de um sistema de indicadores.

A breve análise desenvolvida sobre o financiamento das atividades inovativas trás em si informações preciosas para a avaliação da política de

inovação tecnológica brasileira e, por isso, pode ser entendida como um exemplo da "utilidade política" de um sistema de indicadores.

A terceira utilidade dos indicadores, a "pragmática", é servir para informar as estratégias tecnológicas de empresas, assim como, as atitudes de trabalhadores, instituições e do público, em geral, em relação a temas de C,T&I.

A respeito disto, vale a pena lembrar uma prática que deverá vir a ser implementada pelo IBGE na segunda rodada da pesquisa de inovação e que partiu de sugestão encaminhada pelo autor[7]. O IBGE deverá enviar a cada uma das empresas, que responderam o questionário da Pintec 2003, um relatório que apresentará sua posição relativa no setor ou região em termos de esforços e resultados inovativos, um relatório de *benchmark*. Esta espécie de diagnóstico do esforço tecnológico e performance inovativa da empresa poderá servir para o estabelecimento de metas ou comparações que orientem eventuais ações concretas de *benchmarking* por parte da empresa.[8] O recorrente recurso a esta prática pode vir a contribuir tanto para a familiarização das empresas com os termos, conceitos e procedimentos da pesquisa de inovação, como pode contribuir para a eventual criação de um ambiente que estimule empresas a emular a performance inovativa de suas melhores concorrentes.

Esta iniciativa chama a atenção para a necessidade de serem realizados esforços no sentido de buscar desenvolver a cultura da produção e utilização de indicadores de C,T&I no governo, nas universidades, instituições de pesquisa e, em especial, nas organizações empresariais brasileiras. A adoção de práticas contábeis e de registros fiscais de empresas que possam gerar informações sistemáticas e de boa qualidade sobre dispêndios em P&D, por

---

[7] Algumas sugestões contidas nestas passagens finais do artigo já haviam aparecido em Viotti (2001).

[8] O *survey* da indústria manufatureira realizado periodicamente no estado da Geórgia, nos EUA, por exemplo, envia às empresas que responderam ao seu questionário um relatório personalizado da posição relativa da empresa – um "Customized Benchmark Report" (Georgia Tech 1999a e 1999b). Nesse caso, o sigilo das informações sobre as demais empresas é assegurado pelo fato de as comparações serem realizadas com grupos de empresas, tais como, por exemplo, as mais eficientes ("top 25%") do setor ou da indústria. O Livro Verde da Inovação (Comissão Européia 1995, p. 28) relata uma experiência de levantamento da capacidade de inovação de um grupo de empresas realizado na Holanda, sob os auspícios do Programa "Innovation" da Comissão Européia, ao final do qual foi entregue a cada empresa um diagnóstico da respectiva situação financeira, estratégica e organizacional. Nesse diagnóstico, "*as tendências do sector são destacadas e cada empresa situa-se relativamente aos melhores e piores resultados do grupo, apresentados anonimamente*".

exemplo, seria outra forma de estimular o desenvolvimento da cultura de indicadores de C,T&I no setor produtivo.[9]

Ao lado do desenvolvimento da cultura de indicadores, especialmente no setor produtivo, a ampliação da qualidade do sistema de indicadores de C,T&I, assim como a ampliação de seus usos como ferramenta de desenvolvimento do conhecimento científico, de avaliação e formulação de políticas e estratégias tecnológicas, requer realização de um grande esforço para institucionalizar o sistema de indicadores de C,T&I brasileiro. Duas ações parecem especialmente indicadas para a consecução deste objetivo. A primeira é o fortalecimento e a ampliação do papel do IBGE na geração de bases de dados de indicadores de C,T&I. Entre as ações que podem ser desenvolvidas nesta direção, podem destacar-se a inclusão do setor serviços nas pesquisas de inovação realizadas pelo instituto e a garantia da realização regular destas (a inclusão de seus custos no orçamento corrente do instituto). A segunda ação, voltada para a institucionalização do sistema de indicadores de C,T&I brasileiro, seria a criação de um observatório de ciência e tecnologia no âmbito do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT).

REFERÊNCIAS

COMISSÃO EUROPÉIA. Livro verde da inovação. *Bulletin of the European Union*, Luxembourg, n. 5, 1995. Supplement.

GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. Economic Development Institute. *The Georgia manufacturing survey 1999*. Geórgia, Atlanta, 1999. Disponível: <http://www.cherry.gatech.edu/survey/gasurvey99.pdf >. Acesso em: 27 jan. 2004.

_____. *The Georgia manufacturing survey*: customized benchmark report. Georgia, Atlanta, 1999. Disponível em: <http://www.cherry.gatech.edu/survey/Benchmark99.PDF>. Acesso em: 27 jan. 2004.

[9] A título de exemplo, vale a pena lembrar que a divulgação dos investimentos em P&D é, há muitos anos, prática compulsória para empresas listadas na bolsa de valores de Nova York (Patel e Pavitt 1995, p. 15). A revista semanal norte-americana "Business Week" divulga os dados de P&D das 600 maiores empresas dos EUA desde os anos 1970 e iniciou mais recentemente a divulgação da performance daquelas companhias na produção de patentes (Patel e Pavitt 1995, p. 15). Utilizando-se de informações contidas na base de dados da "Standard and Poors", a revista "Technology Review", que é editada pelo MIT, publica anualmente informações sobre os dispêndios das 150 empresas que mais investem em P&D no mundo, assim como divulga um indicador sobre o desempenho das empresas na área de inovação, o "Technology Review's innovation index". A mais recente divulgação destas informações apareceram nos artigos "R&D 2004" e "Corporate R&D Scorecard 2004" da Technology Review de dezembro de 2004, às páginas 60-71.

IBGE. *Pesquisa industrial de inovação tecnológica 2000*. Rio de Janeiro, 2002. 114 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/pintec2000.pdf>.

PATEL, P.; PAVITT, Keith. Patterns of technological activity: their measurement and interpretation. In: STONEMAN, P. *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Oxford, UK: Blackwell, 1995. p. 14-51.

VIOTTI, Eduardo B. *Indicadores de inovação tecnológica*: fundamentos, evolução e sua situação no Brasil. [Curitiba] : Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Paraná; Brasília : Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2001. Disponível em: <http://www.ibqppr.org.br/produtividade/download/Indicadores_de_Inovacao_Tecnologica.zip>.

_____. Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I. In: VIOTTI, Eduardo B.; MACEDO, Mariano de M. (Ed.). *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*. Campinas: Editora da Unicamp, 2003. p. 41-87.

_____. *Technological learning systems, competitiveness and development*. Brasília : Ipea, 2004. (Texto para discussão, n. 1057)

VIOTTI, Eduardo B.; BAESSA, A.; KOELLER, P. Perfil da inovação na indústria brasileira – uma comparação internacional. Capítulo 16. In: SALERNO, Mario S.; DE NEGRI, João A. (Org.). *Inovação, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: Ipea, 2003. cap. 16, p. 653-687.

Propriedade intelectual e a construção de um sistema de inovação no Brasil: notas sobre uma articulação importante

Eduardo da Motta e Albuquerque[*]

Introdução

A construção de um sistema nacional de inovação (Freeman, 1995; Nelson, 1993) é uma precondição para qualquer política consistente de desenvolvimento no Brasil. Portanto, esse é um ponto de partida necessário para as discussões da 3ª Conferência Nacional sobre Ciência, Tecnologia e Inovação.

Propriedade intelectual é um tema relevante que deve ser discutido no interior de um projeto mais abrangente de consolidação (ou amadurecimento) do sistema de inovação brasileiro. Esta é a abordagem destas notas.

O amadurecimento do sistema de inovação brasileiro envolve três dimensões centrais: 1) ampliação do envolvimento do setor produtivo com atividades internas de pesquisa e desenvolvimento (P&D); 2) reforma do sistema financeiro privado para viabilizar a mobilização de recursos para a expansão dos investimentos inovativos do setor produtivo (tanto para empresas existentes como para novas empresas); 3) ampliação da infra-estrutura científica, capacitando-a para contribuir para a absorção de conhecimentos gerados nos centros mais avançados e para a solução de problemas nacionais que não constam de agendas internacionais de pesquisa.

Sistemas de inovação dependem de forte interação entre suas instituições constitutivas, e para interações que se retro-alimentam

[*] Eduardo da Motta e Albuquerque é professor adjunto do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

positivamente, um pré-requisito é a existência de massa crítica em cada uma das dimensões envolvidas.

Tendo como pano de fundo a construção do sistema de inovação brasileiro, coloca-se a questão do papel da propriedade intelectual. O papel das instituições relativas à propriedade intelectual, mesmo quando se enfatiza as patentes, é bastante restrito nesse processo. Essa colocação exclui posicionamentos simplistas que estabelecem uma relação de causalidade entre patentes, inovação e desenvolvimento econômico. A literatura de economia industrial é bastante cética com relação a esse sentido causal. Scherer & Ross (1990, p. 629) concluem uma abrangente resenha da literatura afirmando que "...portanto, um mundo sem patentes certamente não seria um mundo sem inovação". Essa observação é importante para evitar qualquer mistificação do papel das patentes e para compreender as legislações relativas a propriedade intelectual como resultados de processos históricos concretos (ver por exemplo Machlup & Penrose, 1950; Penrose, 1974, David, 1993; Mowery, 1993).

1. Revisitando as dimensões das patentes: pontos para um enfoque da periferia

A discussão do significado da capacidade de absorção e dos determinantes do progresso tecnológico na periferia é uma introdução à reavaliação dos *trade-offs* entre as quatro dimensões das patentes (Albuquerque, 1998), agora à luz da situação dos países em desenvolvimento.[1]

A primeira dimensão (a lógica básica das patentes: incentivo para inovar) é profundamente requalificada, pois as oportunidades tecnológicas são geradas nos países de fronteira. O incentivo fundamental em uma economia candidata a um processo de *catching up* é o incentivo para o desenvolvimento da capacidade de absorção. A economia de um país atrasado pode se beneficiar da redução do grau de incerteza existente em trajetórias tecnológicas que lhe interesse perseguir, pois essas trajetórias já estão razoavelmente definidas quando a nova tecnologia alcança um estágio em que é passível de absorção pelos países atrasados.

[1] O autor deste trabalho pede desculpas aos(às) leitores(as) deste artigo pelas referências repetidas a um trabalho anterior (Albuquerque, 1998). Essas referências são utilizadas por permitirem a este artigo concentrar-se nos tópicos mais propositivos do tema DPIs e sistemas de inovação.

A segunda dimensão (*trade-off* entre os incentivos a inovar e os incentivos à difusão) é também requalificada. Em comum com os países da fronteira, para os países em desenvolvimento um setor científico sustentado publicamente tem um papel importante. Porém, seu papel é diferente: trata-se fundamentalmente de servir de "antena" para "focalizar processos de busca" necessários ao desenvolvimento da capacidade de absorção. A partir do desenvolvimento da capacidade de absorção, o fundamental é a difusão das novas tecnologias dos países de fronteira para os países atrasados. Porém, esse processo depende de esforço interno e, como discutido, a difusão é uma espécie de "continuidade do processo de inovação". Isso tem duas implicações: 1) para o processo interno de "continuidade do processo de inovação" ocorrer é necessário que haja espaço para a efetiva difusão internacional de tecnologias, o que significa enfatizar uma postura primordialmente antimonopólica; 2) essa postura no cenário internacional deve se combinar com a criação de incentivos de proteção às adaptações e inovações incrementais (de segunda e terceira geração) necessárias a sua difusão. Portanto, nesse caso o *trade-off* é invertido para os países em desenvolvimento.

Em terceiro lugar, a "geometria" das patentes deve ser encarada de forma diferente, pois a ênfase deve estar na altura e na abrangência das patentes. A "altura" (a relação entre patentes de primeira e segunda geração) é a dimensão crucial, pois o processo de *catching up* é um processo baseado, em seus estágios iniciais, na produção de melhorias em produtos e processos gerados nos países de ponta. A "abrangência" é importante, pois a adaptação de produtos e processos a realidades diferentes pode levar a pequenas diferenças, sem as quais não seria possível alcançar mercados com importantes especificidades culturais, climáticas, geográficas, etc. Mergers & Nelson (1990) descrevem a complexidade das decisões em torno dessas questões para o interior de um país como os Estados Unidos. O caráter mais complexo e mais sofisticado dessas questões na arena internacional não pode ser subestimado.

Em quarto lugar, a dimensão da relação Norte-Sul sintetiza as outras três. O fundamental é preservar uma atuação na arena internacional de modo a impedir que as "janelas de oportunidade" sejam artificialmente fechadas. Há uma clara tensão entre o crescimento do peso da informação e do conhecimento na dinâmica econômica contemporânea e as tentativas de

bloquear ou dificultar a sua difusão. O desenvolvimento da capacidade de absorção por países atrasados pressupõe a consciência desse quadro contraditório e a atenção para explorar os "vazamentos" que naturalmente devem existir. Essa observação contribui para ponderar a importância das patentes como fator crucial para o processo em geral (um reflexo do peso limitado que a instituição das patentes tem na dinâmica capitalista em geral, conforme discutido em Albuquerque, 1998, Capítulo III). A dimensão Norte-Sul, finalmente, deve sofrer uma requalificação importante através da consciência do peso da política e diplomacia internacional sobre o formato das legislações internacionais. Essa é uma importante contribuição da análise e da crítica desenvolvida nos anos 70 (Vaitsos, Chudnovsky, entre outros). Como Archibugi & Pianta (1996, p. 42) observam em um *survey* sobre inovação e patentes, "... as questões dos fluxos tecnológicos Norte-Sul têm sido consideravelmente ignoradas nas pesquisas recentes e merecem mais atenção". Levantam uma preocupação importante, destacando a importância da especificidade dessas relações: "no nível internacional e particularmente no contexto Norte-Sul, o balanço entre os diferentes interesses que um sistema de propriedade intelectual deve conciliar dificilmente serão os mesmos do contexto dos países avançados".

Finalmente, os elementos históricos discutidos por Noble (1977) e David (1993) mostram como os países hoje desenvolvidos praticaram políticas distintas das que pregam hoje. Isso demonstra o papel crucial da superação de estágios de desenvolvimento (e mudanças nas posições relativas no cenário internacional) como precondição para uma defesa mais intensa de DPIs mais rígidos. Como já foi exposto, todos os sistemas de inovação em processo de construção e amadurecimento se beneficiaram de condições de apropriabilidade mais fracas na arena internacional.

2. A construção de um sistema nacional de inovação no Brasil em um contexto onde o conhecimento é decisivo

O estágio alcançado pelo Brasil é o da existência de um sistema de ciência e tecnologia que não se transformou em um sistema de inovação maduro (Albuquerque, 1998, Apêndice II). O problema aqui é qual o esforço que deve ser realizado para conseguir tal transformação.

Em termos gerais, o amadurecimento de um sistema nacional de inovação no presente estágio de desenvolvimento do Brasil significa aperfeiçoar a capacidade de absorção do país (firmas e instituições). Para tanto, o desenvolvimento de firmas e de redes de interação entre elas é um componente decisivo, ao lado da evolução concomitante de instituições (financeiras, de pesquisa, de regulação, etc) e arranjos entre elas. O "Estudo sobre a Competitividade Industrial" (Coutinho & Ferraz, 1994) demonstra a abrangência da formulação e das políticas necessárias.

A emergência da EBC acrescenta pré-requisitos ao amadurecimento do sistema de inovação brasileiro: a constituição de uma infra-estrutura informacional passa a ser indispensável (Albuquerque, 1998, Apêndice V). O atraso do Brasil nesse campo não pode ser subestimado e não é um problema trivial: o principal desafio apresentado pela emergência da economia baseada no conhecimento é a ampliação do hiato tecnológico entre os países periféricos e os países de fronteira. A dimensão desse hiato pode ser identificada pela concentração dos recursos de informação e comunicação nos países avançados (OECD, 1997c). A constituição de uma infra-estrutura de informação no Brasil é uma precondição para o aproveitamento da tensão existente entre as características econômicas da informação e as tentativas de construção das barreiras artificiais a sua difusão.

A insistência nesse caráter geral das políticas em favor do desenvolvimento de um sistema de inovação no Brasil é importante para situar, de uma nova forma, o significado restrito e limitado da questão dos DPIs para esse processo. Coerentemente com a constatação de que as patentes são apenas um entre os vários mecanismos (imperfeitos) de apropriação dos retornos derivados da inovação, agora é necessário enfatizar que a legislação de patentes é apenas um dos elementos constitutivos dos sistemas nacionais de inovação. Mesmo no contexto atual de ampliação da importância do conhecimento e da informação para a dinâmica econômica. Porém, as transformações de paradigma em curso apresentam novidades para a realização de um processo de *catching up*.

À luz da formulação de Bell & Pavitt (1993), países em desenvolvimento devem sofisticar sua capacidade de absorção, dada a inexistência de uma transição automática da capacitação produtiva para a tecnológica. Como a acumulação tecnológica está se tornando cada vez

menos automática para o processo de industrialização, investimentos em conhecimento são cada vez mais explicitamente requeridos (p. 200). Cassiolato (1997) enfatiza esse ponto, em relação às tecnologias da informação e comunicação (TICs): ao contrário da importação de bens de capital convencionais, as TICs pressupõem envolvimento em inovações organizacionais e em processos de aprendizado para a sua utilização.

Essa necessidade de investimentos em conhecimentos é facilmente reconhecível quando se tem em mente a criação de condições para a entrada em setores estratégicos como biotecnologia, nichos da indústria microeletrônica, *software* e outras indústrias baseadas na ciência ou intensivas em informação. O investimento em pesquisa básica está longe de ser um "luxo" nas atuais circunstâncias.[2] A formação de pessoal de nível superior é indispensável. Em suma, na fase atual, a construção de sistemas nacionais de inovação na periferia necessita de investimentos novos, como a construção de uma infra-estrutura científica, do desenvolvimento de uma boa estrutura educacional, inclusive cobrindo o terceiro grau, etc.

O processo de construção de um sistema nacional de inovação em países como o Brasil deve destacar a complementaridade entre a importação de tecnologia e a acumulação tecnológica local (Bell & Pavitt, 1993). Isso é importante para a compreensão do perfil do sistema nacional de inovação necessário ao país. Tal como os países que realizaram processos de alcançamento tecnológico bem-sucedidos nos séculos XIX e XX, a importação de tecnologia tem um papel crucial. Os aspectos de imitação e cópia são decisivos, embora tais processos são hoje muito mais complexos e dependentes de uma acumulação prévia de conhecimento, dado o caráter crescentemente dependente da ciência que constitui os paradigmas tecnológicos mais recentes. Porém, como a literatura ressalta, tal importação de tecnologia não pode ser desvinculada de uma crescente capacitação tecnológica interna. A rigor, tal capacitação é mesmo um pré-requisito para a importação de tecnologia. Utilizando um conceito de Nelson (1982), pode-se afirmar que é necessário conhecimento para focalizar a busca. Uma busca não-informada e aleatória é muito mais custosa e mais carregada de incertezas.

[2] Para uma discussão em nível da firma, ver Cohen & Levinthal (1989). Mowery e Rosenberg (1989) definem a realização de gastos em pesquisa básica como a aquisição de um "*ticket* de entrada" para um fluxo de informações tecnológicas.

Outra forma de colocar o papel do conhecimento nos processos atuais de *catching up* é a partir da compreensão das condições para o aproveitamento das "janelas de oportunidade" (Perez & Soete, 1988). Nos custos de entrada há uma variável (S) que representa o quanto deve ser investido na obtenção de conhecimentos tecnológicos pela firma, levando em consideração que uma parte dos conhecimentos necessários deve ser provido pelo setor público.

Porém, é crucial a percepção de que esse processo de crescente peso do conhecimento na dinâmica capitalista em geral, e para o processo de desenvolvimento dos países atrasados em particular, enfrenta outra mudança importante que tem lugar na arena internacional: o fortalecimento dos DPIs na arena mundial (Albuquerque, 1998, Capítulo VI). Esse fortalecimento dos DPIs é considerado por Castro (1992, p. 25) como um dos mecanismos pelos quais os países avançados poderiam conter uma progressão industrial mais rápida de países atrasados, dificultando a difusão de novas técnicas. Utilizando a linguagem de Perez & Soete (1988), o fortalecimento dos DPIs, a partir de iniciativas dos países centrais, pode ser considerado como uma tentativa de colocação de "grades" nas "janelas de oportunidades".

Esse fortalecimento dos DPIs na arena internacional tem recebido inúmeras críticas recentemente. Nas discussões atuais sobre como tratar a pobreza em escala mundial e acelerar o desenvolvimento humano, o tema das patentes tem recebido atenção crescente. Amartya Sen (2001, p. 50) insiste na necessidade de mudar "arranjos institucionais contraprodutivos" como "leis de patentes que inibem o uso de medicamentos que salvam vidas – vitais para doenças como a Aids". Um relatório recente das Nações Unidas (UNDP, 2001) discute a questão dos direitos de propriedade intelectual, considerando que a proteção aos direitos de propriedade intelectual foi muito longe, no sentido de tornar-se um obstáculo para o avanço tecnológico dos países em desenvolvimento (UNDP, 2001, p. 103). Em carta dirigida ao diretor-geral da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (Ompi), em 7 de julho de 2003, cientistas destacam que "pode-se alcançar um alto nível de atividade inovativa em algumas áreas da economia moderna sem proteção da propriedade intelectual". A carta ressalta que "proteção intelectual excessiva pode ser contra-produtiva". Essa carta é assinada por diversos cientistas de renome, incluindo John Suston (Prêmio Nobel de Medicina, em 2002) e Joseph Stiglitz (Prêmio Nobel de Economia, em 2001) (Nature, 2003).

Um balanço geral é contraditório. Por um lado, identifica-se o crescimento do papel do conhecimento no processo de construção dos sistemas nacionais de inovação indispensáveis para deslanchar o processo de *catching up* em países atrasados. Por outro lado, identifica-se o desenvolvimento de mecanismos que tendem a dificultar os fluxos de informação que portam tais conhecimentos para os países em desenvolvimento.

Toca-se assim numa área onde é evidente a intersecção entre a construção de um sistema nacional de inovação e questões estratégicas de negociação e barganha no cenário internacional. Mas é importante ressaltar que esta relação não se limita à esfera internacional propriamente dita. A interação complexa entre capacitação tecnológica interna, negociação internacional e DPIs pode ser ilustrada por duas observações.

A primeira é a experiência brasileira na indústria farmacêutica: o não reconhecimento de patentes não garantiu o desenvolvimento de capacitação interna no setor (Mello, 1993, p. 29). É evidente que não há nenhum automatismo entre a existência ou não de patentes e o desenvolvimento de uma capacitação no setor. Apenas pode-se afirmar que a existência de proteção forte em setores determinados leva à criação de dificuldades maiores para o alcance do domínio de tecnologias neles.

A segunda observação advém de uma experiência relatada por Kim (1993), no setor de fibras óticas. Uma indústria coreana solicitou o licenciamento de uma determinada tecnologia a uma firma americana e teve o pedido negado. Em função dessa negação, dois conglomerados coreanos e uma instituição pública de pesquisa despenderam esforços para dominar a tecnologia. Quando estavam próximos do seu domínio, o grupo norte-americano mudou de postura e abriu negociações para transferência da tecnologia. Este exemplo ilustra uma complexa inter-relação entre capacitação interna e poder de barganha no cenário internacional. Nessa linha, em texto recente Mazzoleni & Nelson (2005) sugerem que a acumulação de capacitação tecnológica por firmas em países em desenvolvimento é importante para ampliar o poder de barganha junto a empresas de países centrais: essa acumulação de capacitação tecnológica seria parte importante da estratégia de reação ao fortalecimento dos DPIs no cenário internacional. Aliás, Mazzoleni & Nelson (2005, p. 11) ressaltam

que em um ambiente de DPIs mais fortes, a construção de capacitação interna torna-se mais importante do que antes.[3]

Na conclusão deste tópico, é possível sintetizar duas direções importantes para a elaboração dos DPIs que seriam específicos às necessidades de construção de um sistema de inovação como o brasileiro: em primeiro lugar, na esfera internacional, negociar e barganhar condições onde a difusão de conhecimentos e o acesso aos estoques de saber científico e tecnológico sejam facilitados; em segundo lugar, no interior do sistema nacional, articular uma legislação que estimule a difusão e as melhorias incrementais que se seguem à cópia e à imitação das tecnologias importadas. Esses aspectos devem ser articulados com os demais elementos da construção do sistema de inovação.

3. LINHAS GERAIS PARA UMA LEGISLAÇÃO DE PATENTES QUE FAVOREÇA A CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE INOVAÇÃO NO BRASIL

O ponto de partida desta seção é a realidade legada pela Rodada Uruguai do Gatt e pela criação da OMC: há uma legislação internacional que o Brasil assinou e que, também, impôs uma reformulação da legislação nacional. Esse ponto de partida é resultado de negociações que foram conduzidas pelos países em desenvolvimento de forma problemática e não coordenada (Albuquerque, 1998, Capítulo VI): o Acordo Trips apresenta uma realidade mais adversa.

Esse resultado adverso significa um estreitamento das condições existentes previamente para a construção de legislações de patentes articuladas com as características do processo de construção dos sistemas nacionais de inovação. A questão se torna, então, discutir o espaço que existe no interior dessa legislação pró-uniformização dos DPIs para um mínimo de articulação entre o processo de construção do sistema nacional de inovação no Brasil e um nível adequado de proteção aos DPIs. Parafraseando Machlup (1958),

[3] De acordo com Mazzoleni & Nelson (2005, p. 11), "... *in the new regime of stronger protection of intellectual property, it is going to be increasingly important that countries trying to catch up develop their capabilities to revise and tailor manufacturing technologies relatively early in the game. First of all, this can help companies to develop and employ technologies that avoid direct infringement of intellectual property that is likely to be enforced agressively and need to compete for access to foreign technology through licensing agreements*".

não se trata de mudanças radicais, mas de pequenos ajustes. No caso atual, esses pequenos ajustes podem ser importantes.

Como foi discutido na requalificação dos *trade-offs*, a ênfase pode ser invertida em relação aos interesses dos países avançados: os incentivos a difundir predominam sobre os incentivos a inovar. Essa conclusão teórica deve ser avaliada em conjunto com um fato político, diplomático e do Direito internacional que é o acordo Trips: fica evidente a necessidade de um contrapeso ao excesso de proteção conferida pela legislação resultante. Além do mais, há uma falta de clareza e de precisão nos itens relativos às práticas anticompetitivas, o que simultaneamente exige atuação em fóruns internacionais e forte construção institucional interna.

A inversão dos *trade-offs* com a prioridade à difusão se articula, ainda, com a visão teórica do processo de *catching up*, onde a evolução de um país se processa à medida que é bem-sucedido o esforço interno para adaptações, inovações incrementais e melhoramentos em produtos e processos gerados na fronteira internacional.

O que se pretende neste tópico é apresentar alguns elementos que possam indicar características desejáveis de um sistema de patentes que, por um lado, seja coerente com as especificidades do sistema de inovação a ser constituído no país e que, por outro lado, explore espaços para superar limitações potencialmente impostas pelo Trips.[4]

Dos temas até aqui abordados é possível deduzir alguns princípios gerais que norteariam essa elaboração.[5]

Quatro princípios se destacam.

Em primeiro lugar, considerar que o processo de *catching up* exige amplo desenvolvimento de inovações incrementais e adaptativas. Isso pressupõe

---

[4] Esse sentido da discussão é oposto ao que tem prevalecido na América Latina no período recente. Segundo Correa (1991), as reformas dos sistemas de patentes na América Latina estão sendo realizadas de forma "reativa" e sem vinculação com políticas industriais de maior alcance.

[5] Aqui serão discutidas orientações gerais. Há aspectos que devem se constituir em tópicos que fazem parte de uma lei, outros que se referem a códigos e à regulamentação da lei, e ainda outros que se constituem em orientação para ação em negociações internacionais e nacionais. O desenvolvimento dessas linhas pressupõe um trabalho interdisciplinar que envolve as disciplinas do Direito e da Economia que ultrapassa o escopo deste artigo.

retirar obstáculos quanto ao contato com a tecnologia dos países mais avançados, viabilizando múltiplas fontes de transferência de tecnologia. Isto talvez se relacione com posições por DPIs fracos na arena internacional e uma forte capacidade de barganha e negociação nos fóruns internacionais.

Em segundo lugar, estimular a difusão interna de tecnologia. Difusão não é um processo sem custo ou esforço. Isso deve ser enfatizado para evitar que se estabeleça um sinal de igualdade entre "pirataria" e difusão. Colocar esse sinal de igualdade termina minimizando o esforço do "receptor" para a absorção da tecnologia.

Em terceiro lugar, onde o país tem uma capacitação mais desenvolvida, as inovações devem ser incentivadas. Esse terceiro princípio está incentivando o inverso do segundo (cada um enfatiza lados opostos do *trade-off* clássico entre inovação e difusão). Isto coloca um problema importante de harmonização interna que deve ser discutido.[6]

Em quarto lugar, desenvolver uma forte contraposição institucional ao poder monopolizador criado pelo instituto das patentes, como reconhecido pela teoria econômica e pela economia industrial: a legislação de patente não pode ser discutida a sério sem um desenvolvimento simultâneo de uma legislação antitruste, na esfera internacional e nacional.[7]

A combinação destes "princípios" não pode ser realizada sem o reconhecimento de que eles dependem de arranjos político-institucionais, onde a negociação internacional tem um papel decisivo. Talvez esses princípios não sejam mais do que um roteiro para negociações internacionais. De qualquer forma, a associação da construção da legislação de patentes (assim como seus

[6] Mello (1993, p. 42) mostra esse contraste quando menciona a posição unânime (entre as entidades e empresas que entrevistou) no Brasil quanto à aprovação da Lei de Proteção aos Cultivares (que protege melhorias realizadas em sementes) e uma posição polêmica quanto às patentes para a área biotecnológica (ver Albuquerque, 1998, Apêndice IV).

[7] Um texto da OCDE (OECD, 1989), analisando os efeitos anticompetitivos de acordos de licenciamento (que pressupõem uma patente para que sejam realizados), chama atenção para a existência de riscos diversos como: cartelização, exclusão, aquisição de poder de mercado e comportamentos predatórios através de mecanismos não-preço. (Priest (1977) analisa extensamente a relação entre cartéis e acordos de licenciamento de patentes). A transposição desses problemas para a esfera internacional não é difícil de se realizar. Vaitsos (1972) apresenta uma detalhada discussão do significado das patentes de não-residentes para países do Terceiro Mundo, discussão perfeitamente compatível com o estudo da OCDE (e ela é importante para a discussão de um caso como o brasileiro).

ajustes e mudanças internas), estruturas administrativas e instituições de *enforcement* com duros processos de barganha e negociação internacionais é importante.[8] Aliás, boa parte das discussões dos termos do comércio internacional depende de uma importante capacitação para atuação nestas esferas.

Como esses "princípios" se traduziriam nos espaços internacionais e nacionais?

No espaço internacional seis aspectos se destacam.

O primeiro aspecto é uma decorrência do *status* alcançado pela proteção dos DPIs na arena internacional, em função do Trips: existe a necessidade de instituições de abrangência semelhante à da OMC para realizar o balanço entre monopólio e medidas antitruste. A literatura acadêmica já apresenta propostas desse tipo. Scherer (1994, p. 92), por exemplo, sugere a criação de um *International Competition Policy Office* no interior da OMC. Ostry & Nelson (1995, p. 95) consideram que da mesma forma que se argumenta em favor da harmonização internacional das leis de propriedade intelectual, justifica-se a defesa de políticas pró-competição de igual abrangência. Sugerem que "um organismo supra-nacional para políticas competitivas, se necessário, poderia ter o direito de estabelecer painéis consultivos para lidar com questões relacionadas à questões de propriedade intelectual" (p. 100).

O segundo aspecto aponta a necessidade de persistir a negociação de cláusulas que regulamentem abusos dos DPIs, precisando e clareando os termos dos artigos do Trips que tratam da definição das práticas anticompetitivas e das punições cabíveis. É importante lembrar que há revisões programadas para o Trips (Primo Braga, 1996, p. 349).[9] A falta de clareza desse tópico do Trips está em contradição com o conhecimento disponível nos principais países desenvolvidos sobre o tema. Como mostra

[8] Essa abordagem aponta para um problema de indeterminação do perfil da legislação a ser construída, dada a incidência de vários processos de barganha onde o resultado dependerá de variáveis tal diferentes como condições de negociação, correlação de forças, situação política interna e externa, etc. Essa indeterminação "*ex-ante*" justificaria uma maior flexibilidade no sistema.

[9] Essas revisões não podem ser subestimadas, pois elas podem se transformar em oportunidade para um maior enrijecimento das DPIs, em função de descontentamentos anunciados por setores industriais dos Estados Unidos com alguns itens do Trips. No mínimo por razões defensivas, é necessário saber atuar no momento dessas revisões.

um estudo da OCDE (1989), os países dispõem de proteções contra abusos do poder de monopólio conferido pelas patentes: é plenamente justificável que tais garantias venham a ser sistematizadas e implementadas em escala internacional. Talvez seja possível explorar, com fundamentação nas regras do Direito Internacional, diferenças entre as legislações dos principais países centrais para resguardar posições mais cautelosas e independentes no espaço nacional. Pode ser interessante uma participação ativa nos fóruns internacionais, trabalhando com mais proximidade da comunidade científica internacional que por definição tem uma postura mais favorável a uma movimentação mais livre de idéias. Archibugi & Pianta (1996, p. 43) consideram necessário definir um regime multilateral de propriedade intelectual através de consenso.

O terceiro aspecto é a necessidade de uma forte qualificação técnica, associada a conhecimento vasto das prioridades de política industrial interna, para que se negocie e se resguarde o que de fato interessa e esteja ao alcance do desenvolvimento mais imediato do país. Podem ser objetos de maior flexibilidade para a aceitação de compromissos mais rígidos em termos de DPIs áreas e setores onde a capacitação interna, mesmo para a imitação, é difícil. Trocas entre concessão de DPIs mais rígidos e compromisso de investimento interno em atividades de P&D podem ser implementadas.[10]

O quarto aspecto diz respeito à necessidade de garantir no interior dos acordos internacionais um espaço razoável para que as legislações nacionais comportem especificidades nacionais, para que as legislações nacionais possam tanto dar conta das peculiaridades como evitar abrir áreas de conflito internacional desnecessárias.

O quinto aspecto trata da relação entre o desenvolvimento de capacitação interna e o melhoramento de posição para negociar licenciamentos e acesso a tecnologias. O exemplo do setor de fibras óticas da Coréia (mencionado acima) é uma referência aqui. No geral, o crescimento da capacitação tecnológica amplia o poder de negociação (e a capacidade de formular com propriedade os alvos destes processos) nos fóruns internacionais e junto às firmas detentoras de tecnologia e de patentes.

[10] Nesse sentido, o peso das patentes de não-residentes sobre o total de patentes no Brasil pode ser considerado como uma referência para essas negociações: empresas com forte patenteamento de não-residentes poderiam ser estimuladas a assumir algum P&D no país.

O sexto aspecto se relaciona com o anterior, ao tratar da possibilidade de ativamente organizar intercâmbio de conhecimento, trocando o que tiver sido gerado internamente pelo internacional. Isso pressupõe um acúmulo mínimo para realizar tal tipo de troca. Nesse sentido, o investimento em mapeamento da diversidade biológica brasileira (que certamente consumirá parte dos investimentos para a ampliação da infra-estrutura científica comentada na introdução deste artigo) é uma forma de preservar o controle sobre os recursos naturais detidos pelo país. Talvez a melhor proteção das informações científicas (potenciais) contidas no interior da biodiversidade do país esteja no investimento em ciência e não prioritariamente em investimento em DPIs. Há uma relação fundamental aqui: é preciso conhecer o que se pretende proteger.

Passando ao espaço nacional, a ênfase ao incentivo e à proteção das inovações de segunda geração tem duas implicações: 1) o lado antitruste; 2) a proteção interna e externa às inovações incrementais. Em sintonia com as especificidades dos *trade-offs* nos países periféricos, pode ser sugerida uma construção institucional *sui generis*: uma articulação entre os organismos estatais responsáveis pela concessão das patentes (o Inpi, no caso brasileiro), os organismos estatais de regulação da atividade econômica e política antitruste, e os negociadores brasileiros nos fóruns internacionais.

Empresas nacionais tecnologicamente dinâmicas podem se defrontar com patentes bloqueadoras ou com patentes cuja abrangência esteja definida de forma (incorretamente) ampla o suficiente para impedir um melhoramento importante sobre a inovação inicial. A articulação entre os organismos de proteção aos DPIs e de atuação antitruste deveria fornecer o apoio jurídico (no espaço nacional e internacional) necessário para que viabilize-se o "desbloqueio" da patente original.

O enfrentamento jurídico entre uma grande empresa transnacional e uma pequena empresa tecnologicamente dinâmica é desigual, e mesmo no interior dos Estados Unidos prejudica as empresas menores. Scherer (1970, pp. 387-378) e a OCDE (OECD, 1997) mostram como disputas judiciais acerca de patentes têm custos muitas vezes proibitivos, que forçam pequenas empresas a abrir mão de patentes por não poder enfrentar os departamentos jurídicos de grandes empresas. A transposição dessa situação para a arena internacional não deve minimizar o problema.

A articulação entre o escritório de patentes e o organismo antitruste é importante também pelo impacto de patentes de abrangência maior do que a devida sobre setores onde o avanço tecnológico é cumulativo. Os casos relatados por Mergers & Nelson (1990, 1992) também podem ser transpostos para a arena internacional, especialmente quando um país atrasado despenda consideráveis recursos para absorver tecnologia externa.

Essa articulação institucional deve ainda capacitar o país a discutir os problemas de propriedade intelectual caso-a-caso, priorizando os setores onde exista uma combinação entre importância das patentes como mecanismo de apropriação e desenvolvimento da capacitação nacional. Esse ponto é o corolário da repercussão dos DPIs sobre a dinâmica econômica intersetorial (Albuquerque, 1998, Capítulo III). Levin et al (1987, p. 881) sugerem uma estratégia internacional aos negociadores dos Estados Unidos em função dessa diferenciação. A ênfase no tratamento caso-a-caso para países periféricos tem uma motivação simétrica a essa (mas inversa, a visão do "Sul").

Passando a uma avaliação das patentes de residentes e de não-residentes, a combinação entre políticas antimonopólicas e proteção aos DPIs se repete.

Em relação às patentes de "não-residentes", que constituem a maior parte das patentes de inovação solicitadas e concedidas no país a interdição de sua exploração por outras firmas (Chesnais, 1994, p. 137), é o principal problema. Além disso, nas negociações do Gatt os países centrais não se preocuparam tanto com a abertura das informações que as patentes devem conter.

Deriva-se daí duas preocupações. A primeira é a de se evitar que reservas de mercado (que eventualmente sequer serão ocupados) venham se estabelecer. A criação de barreiras à entrada "inaceitáveis" (que não se sustentem frente a uma legislação antitruste séria) e a recusa sistemática ao licenciamento de tecnologias devem ser objeto de legislação antitruste e de espaço para a utilização de instrumentos como o licenciamento compulsório. A segunda é conseguir a abertura obrigatória das informações tecnológicas das patentes (objeto de negociação internacional) e, conseqüentemente, estimular o uso destas informações tecnológicas (que devem ser ricas o suficiente para permitir aprendizado com elas).

Em relação às patentes de invenção de residentes, reaparece a preocupação com o impacto de legislações mais rígidas de DPIs sobre o grau de oligopolização da economia deve ser ressaltado. No caso do Brasil, Araújo Jr. et al. (1992, p. 157) em um outro contexto já vinham lembrando o papel de leis e instituições antitruste que faltam ao país. Desenvolvimento da legislação de patentes sem a correspondente legislação antitruste é uma "anomalia institucional", que dará espaço para o desenvolvimento maior do potencial "pró-monopolista" das patentes ao invés do potencial "pró-abertura das informações". É um desequilíbrio legal-institucional que deve e pode ser evitado.

É necessária uma regulamentação mais precisa para as universidades e institutos de pesquisa com relação à proteção aos conhecimentos gerados por recursos públicos. São justificáveis os cuidados com uma precoce privatização de conhecimentos gerados nas universidades. Essa privatização pode gerar para um sistema de inovação em construção problemas importantes, na linha dos identificados por Nelson (1992 e 2004) para o caso de um sistema sofisticado como o norte-americano.

Finalmente, há interesse para que haja uma proteção mais forte aos inventos desenvolvidos no país perante os fóruns internacionais (Frischtak, 1993, pp.100-102). Aqui está uma diferença com as propostas de Vaitsos (1972). Em função do desenvolvimento alcançado, setores nacionais ganharam força e passam a ter interesse em alguma proteção. As patentes de residentes dos sistemas tipo PICTPE (Brasil, México, Índia) passam a ter importância. À medida que os países começam a realizar o *catching up,* o interesse e o volume de patentes solicitadas ao USPTO cresce. Isso requer proteção a DPIs, no mínimo como medida de defesa e como elemento para possíveis negociações.

Como sintetizar todos esses aspectos ? Talvez o resultado geral seja o de uma postura que combine realismo (indispensável para reconhecer as condições onde as negociações internacionais se processam), capacidade de barganha, manutenção de intercâmbios amplos, defesa "forte" das patentes brasileiras e a criação de mecanismos que facilitem a difusão das inovações no interior do país (onde se destaca a legislação antitruste, a ser aplicada internamente e em relação às patentes registradas por "não-residentes").

O modelo adequado ao caso brasileiro deveria tomar como ponto de partida o modelo japonês, segundo a descrição de Ordover (1991). As exigências de construção de um sistema nacional de inovação no Brasil apontam para a necessidade de um "sistema-D", conforme a tipologia de Foray (1993). Dado o estágio de construção do sistema de inovação brasileiro, seria plenamente razoável que o país, construindo uma legislação inspirada em um "sistema-D", utilize-se de mecanismos (e argumentos) usados (de forma consciente ou não) pelos países hoje desenvolvidos quando estavam em estágios "similares" ao do Brasil atual.

Porém, em função da realidade criada pelo acordo Trips, esse espaço de manobra está reduzido. É necessário, portanto, pesquisar mais os instrumentos utilizados nos seus processos de *catching up* e adequá-los ao presente contexto internacional, onde o fortalecimento dos DPIs busca dificultar a repetição da trajetória dos países hoje desenvolvidos para acessar o conhecimento de fronteira, exatamente quando esse conhecimento é mais decisivo para a superação do atraso econômico.

Para compensar essa diminuição de margem de manobra, a ênfase nos aspectos antimonopolistas de cada uma das dimensões das patentes é necessária. Essa ênfase pode contribuir para aproximar os arranjos gerais em torno dos DPIs às necessidades específicas da construção de um sistema nacional de inovação no Brasil.

Esses elementos de uma política para a questão dos DPIs, entretanto, não podem desviar a atenção do ponto fundamental: a construção da capacidade de absorção. A construção institucional interna sustenta a construção de um sistema nacional de inovação.

Possivelmente, a principal resposta para o ambiente internacional de maior agressividade no controle de propriedade intelectual é o próprio fortalecimento do sistema de inovação brasileiro. É esse esforço interno que define a capacidade do país para aproveitar possibilidades abertas pela emergência de uma economia baseada no conhecimento e pelas "desconfortáveis" propriedades da informação (Arrow, 1962, 1996).

A política específica para os DPIs (tópica, localizada e subordinada à construção do sistema de inovação brasileiro) deve ajudar o aproveitamento

dessas oportunidades, contrabalançando as dificuldades introduzidas pelo Acordo Trips. Tema cuja discussão encontra hoje maior audiência do que no momento da assinatura do Acordo (Sen, 2001; UNDP, 2001, pp. 102-109).

4. Comentários finais

Nesta conclusão, quatro observações resumem os pontos mais importantes.

1) A limitação das patentes como instrumento de apropriação exige uma permanente atenção para que se evite a superestimação do significado desse mecanismo de apropriação. Essa avaliação teórica tem implicações importantes para a localização do papel das instituições de proteção à propriedade intelectual no interior do complexo arranjo institucional que são os sistemas nacionais de inovação. Essa posição é importante para que durante a discussão do papel da legislação de patentes os aspectos essenciais para o amadurecimento de um sistema de inovação não sejam esquecidos. Esses aspectos estão expressos na idéia da construção de capacidade de absorção como a característica chave para o amadurecimento de um sistema de inovação como o brasileiro.

2) A discussão teórica contribui para que se evite o erro oposto: a subestimação do papel dos DPIs para um país como o Brasil. Por isso, é necessário considerar as especificidades dos impactos das patentes para países com sistemas de inovação imaturos. Essa avaliação aponta que, quando o ponto de vista desses países é considerado, cada um dos *trade-offs* discutidos devem ser requalificados, com uma ênfase invertida em relação aos países desenvolvidos: os incentivos à difusão das inovações devem predominar sobre os mecanismos de proteção do inovador. Ou seja, os países com sistemas imaturos beneficiam-se com condições de apropriação mais fracas na esfera mundial. Essa reavaliação tem implicações sobre o perfil da legislação de patentes que mais interessa aos países com sistemas imaturos. A partir do contexto internacional de enrijecimento da proteção aos DPIs estabelecido pelo Acordo Trips, a ênfase na política antitruste parece ser a principal medida compensatória. A política antitruste pode se contrapor à excessiva elevação no grau de proteção ao monopólio das patentes atualmente existente. Nesse sentido, propostas como as apresentadas por Scherer (1994)

(a criação de um *International Competition Policy Office*) podem representar um importante contrapeso aos elementos pró-monopólio contidos nos resultados da Rodada Uruguai e na criação da OMC.

3) Considerando as características da informação assim como o crescimento do seu significado econômico a partir da emergência de uma economia baseada no conhecimento (EBC), é possível avaliar a criação de "barreiras artificiais" para dificultar o acesso às informações crescentemente produzidas, armazenadas e tecnicamente disponíveis. A existência de uma tensão entre as características especiais da informação e as tentativas de transformá-la em propriedade privada (Arrow, 1996) pode, no entanto, oferecer oportunidades aos países atrasados.

4) A necessidade de consolidação do sistema de inovação brasileiro é uma resposta necessária ao fortalecimento dos DPIs na arena internacional.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. *Patentes de invenção de residentes no Brasil* (*1980-1995*): uma investigação sobre o papel dos direitos de propriedade intelectual na construção de um sistema nacional de inovação. 1998. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

ARAÚJO JÚNIOR, J. T.; CORREA, P. G; CASTILHO, M. Oportunidades estratégicas da indústria brasileira na década de 1990. In: VELLOSO, J. P. R. (Coord.). *Estratégia industrial e retomada do desenvolvimento*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1992. p. 27-170.

ARCHIBUGI, D.; PIANTA, M. Innovation surveys and patents as technology indicators: the state of art. In: OECD. *Innovation, patents and technological strategies*. Paris, 1996.

ARROW, K. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: LAMBERTON, D. (Ed). *Economics of information and knowledge*. Harmondsworth : Penguin Books, 1971.

_____. Technical information and industrial structure. *Industrial and Corporate Change*, v. 5, n. 2, p. 645-652, 1996.

CASSIOLATO, J. E. *Learning to use telematics technologies in service firms*: lessons from the Brazilian experience. Rio de Janeiro : UFRJ, 1997. Mimeografado.

CHESNAIS, F. Globalisation, world oligopoly and some of their implications. In: HUMBERT, M. (Ed). *The impact of globalisation on Europe's firms and industries*. London: Pinter, 1993.

CHESNAIS, F. *La mondialisation du capital*. Paris: Syros, 1994.

CHUDNOVSKY, D. El tercer mundo y la economía política de las patentes de invención. *Comercio Exterior*, v. 30, n. 6, p. 609-614, Jun. 1980.

COHEN, W.; LEVIN, R. C. Empirical studies of innovation and market structure. In: SCHMALENSEE, R.; WILLIG, R. D. (Ed). *Handbook of industrial organization*. Amsterdam: Elsevier Science, 1989. p. 1059-1107. v. 2.

_____; LEVINTHAL, D .A. Innovation and learning: the two faces of R&D. *Economic Journal*, v. 99, n. 397, p. 569-596, Sept. 1989.

CORREA, C. M. Nuevas tendencias sobre patentes de invención en America Latina. *Revista del Derecho Industrial*, v. 13, n. 39, Sept./Dic. 1991.

COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. (Coord.). *Estudo sobre a competitividade da indústria brasileira*. Campinas: Papirus/UNICAMP, 1994.

DAVID, P. Intellectual property institutions and the Panda's thumb: patents, copyrights, and trade secrets in economic history and theory. In: WALLERSTEIN, M.; MOGEE, M.; SCHOEN, R. *Global dimensions of intellectual property rights in science and technology*. Washington: National Academy, 1993.

DRIVE for patent-free innnovation gathers pace. *Nature*, v. 424, p. 118, 10 July 2003.

FORAY, D. Feasibility of a single regime of intellectual property rights. In: HUMBERT, M. (Ed.). *The impact of globalisation on Europe's firms and industries*. London: Pinter, 1993.

_____; LUNDVALL, B. A. The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy. In: OECD. *Employment and growth in the knowledge-based economy*. Paris, 1996.

FRISCHTAK, C. Harmonization versus differentiation in intellectual property rights. In: WALLERSTEIN, M.; MOGEE, M. E.; SCHOEN, R. *Global dimensions of intellectual property rights in science and technology*. Washington : National Academy, 1993.

LEVIN, R. et al. Appropriating the returns from industrial research and development. B*rookings Papers on Economic Activity*, Washington, v. 3, p. 783-832, 1987.

MACHLUP, F. *An economic review of the patent system*: study n. 15 of the Subcommittee on Patents, Trademarks, and Copyrights of the Committee on the Judiciary, United States Senate, 85th Congress, Second Session. Washington, D. C, : US Government Printing Office, 1958.

_____. *The production and distribution of knowledge in the United States*. Princeton: Princeton University, 1962.

_____; PENROSE, E. The patent controversy in the nineteenth century. *The Journal of Economic History*, v. 10, n. 1, p. 1-29, 1950.

MACLEOD, C. The paradoxes of patenting: invention and its diffusion in 18th- and 19th-Century Britain, France, and North America. *Technology and Culture*, Chicago, v. 32, n. 4, Oct. 1991.

MARTIN, W.; WINTERS, L. A. The Uruguay round: a milestone for the developing countries. In: _____; _____. (Ed.). *The Uruguay round and the developing countries*. Cambridge: Cambridge University, 1996.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. *The role of research at universities and public labs in economic catch up*. New York: Columbia University, 2005. Draft.

MELLO, M. T. L. *Regimes de apropriabilidade da inovação tecnológica e competitividade*: nota técnica temática do bloco determinantes de natureza regulatória da competitividade. Campinas: UNICAMP, 1993.

MERGERS, R.; NELSON, R. Market structure and technical advance: the role of patent scope decisions. In: JORDE, T.; TEECE, D. (Ed). *Antitrust, innovation and competitiveness*. Oxford: Oxford University, 1992.

_____; _____. On the complex economics of patent scope. *Columbia Law Review*, v. 90, n. 4, p. 839-916, 1990.

MOWERY, D. Global intellectual property rights issues in perspective: a concluding panel discussion. In: WALLERSTEIN, M.; MOGEE, M.; SCHOEN, R. *Global dimensions of intellectual property rights in science and technology*. Washington, D.C. : National Academy, 1993. p. 368-372.

NELSON, R. The market economy, and the scientific commons. *Research Policy*, v. 33, p. 455-471, 2004.

_____. What is commercia and what is public about technology, and what should be?. In: ROSENBERG, N.; LANDAU, R.; MOWERY, D. (Ed.). *Technology and the wealth of nations*. Stanford: Stanford University, 1992.

_____ (Ed.). *National innovation systems*: a comparative analysis. Oxford: Oxford University, 1993.

NOBLE, D. *America by design*: science, technology, and the rise of corporate capitalism. New York: Alfred A. Knopf, 1977.

OECD. *Competition policy and intellectual property rights*. Paris, 1989.

_____. *Patents and innovation in the international context*. Paris, 1997.

ORDOVER, J. A. A patent system for both diffusion and exclusion. *Journal of Economic Perspectives*, v. 5, n. 1, winter 1991.

OSTRY, S; NELSON, R. *Techno-nationalism and techno-globalism*: conflict and cooperation. Washington, D.C.: Brookings, 1995.

PENROSE, E. *La economia del sistema internacional de patentes*. México: Siglo XXI, 1974.

_____. International patenting and the less-developed countries. *The Economic Journal*, London, v. 83, n. 331, p. 768-788, 1973.

BRAGA, C. A. Primo. Trade-related intellectual property issues: the Uruguay round agreement and its economic implications. In: MARTIN, W.; WINTERS, L. A. (Ed.). *The Uruguay round and the developing countries*. Cambrige: Cambridge University, 1996.

SCHERER, F. *Competition policies for an integrated world economy*. Washington, D.C.: Brookings, 1994.

_____; ROSS, D. *Industrial market structure and economic performance*. Boston: Houghton Mifflin, 1990.

SEN, A. Addressing global poverty. In: THE ECONOMIST: the world in 2002. London: Economist, 2001. p. 50.

SILVERBERG, G.; DOSI, G.; ORSENIGO, L. Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model. *Economic Journal*, v. 98, p. 1032-1054, Dec. 1988.

UNCTAD. *O papel do sistema de patentes na transferência de tecnologia aos países em desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1979.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. *Human development report 2001*. New York, 2001. Disponível em: <www.undp.org.>.

VAITSOS, C. Patents revisited: their function in developing countries. *The Journal of Developing Studies*, p. 71-97, Oct. 1972.

Financiando a inovação nas empresas (e inovando nas formas de financiamento)

Eduardo Moreira da Costa[*]

1. Introdução

O desenvolvimento das empresas em qualquer país depende diretamente da existência de mecanismos adequados de financiamento ao seu crescimento. A inovação é uma das atividades das empresas que mais demandam recursos, fato agravado ainda mais pelo retorno do investimento ser, na maioria dos casos, a médio prazo. No caso brasileiro, as taxas de juros praticadas pelos bancos comerciais inviabilizam qualquer tipo de financiamento para inovação ou para qualquer outra atividade que não seja de curtíssimo prazo. Há necessidade, portanto, de programas de financiamento especiais ligados aos bancos e empresas públicas que atendam aos interesses estratégicos do país de estimular suas empresas a inovar para competir nos mercados nacional e internacional.

Nos últimos anos, alguns programas de financiamento foram criados pelas entidades ligadas ao governo. Entretanto, as empresas têm dificuldade de acessar os recursos destes programas seja por desconhecimento, por dificuldades de enfrentar a burocracia, pela incerteza do resultado e pela morosidade da decisão. As dificuldades são ainda maiores para as pequenas empresas, que estão praticamente fora do processo.

Neste artigo, apresentamos uma classificação das empresas e de suas necessidades de inovação e de financiamento para a inovação. Ênfase especial é dedicada à pequena empresa inovadora, mola propulsora do

[1] Eduardo Moreira da Costa é superintendente da área de Pequenas Empresas Inovadoras, na Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

desenvolvimento em seu setor e na economia como um todo. Em seguida são apresentados os programas de financiamento mais relevantes existentes no momento e um quadro da sua aplicação nas empresas. A partir deste diagnóstico, sugerimos uma agenda de ações de curto prazo para incrementar a disponibilidade, a quantidade, a adequação e a qualidade do acesso dos programas de financiamento existentes e a serem criados no país.

2. As empresas brasileiras e sua necessidade de inovação

Existem diversos tipos de classificação de empresas. Para efeito deste artigo, vamos classificá-las por tamanho e pela sua necessidade de inovação (tabela 1). Como o processo de inovação está muito associado às pequenas empresas, demos uma ênfase maior às empresas menores e dividimos as empresas, nas linhas da tabela, em três tamanhos:

Empresa de pequeno porte – Definida legalmente como a empresa que teve um faturamento, no ano anterior, de até R$ 2.133.000 .

Pequena empresa – Definida pelo portaria MDIC 701/2002 como a empresa que teve um faturamento no ano anterior de até R$ 10.500.000 .

Empresa média/grande – Empresa que teve um faturamento no ano anterior acima de R$ 10.500.000 .

Na outra dimensão da tabela, dividimos as empresas em empresas inovadoras, empresas tradicionais que podem beneficiar-se significativamente pela introdução da inovação, e empresas tradicionais que não precisam preocupar-se com o assunto.

A primeira dificuldade nesta classificação está na definição do que é uma empresa inovadora[1]. Um conceito mais restritivo, amplamente utilizado no mundo de C&T, é o conceito de empresa de "base tecnológica". Base tecnológica define a empresa cuja inovação é de cunho tecnológico, e o seu principal conhecimento é na área das tecnologias. No mundo da inovação na nova Sociedade do Conhecimento, entretanto, o conhecimento inovador

[1] Dificuldade semelhante enfrentou um juiz da Suprema Corte americana a quem foi encomendada uma definição de "pornografia", para punição dos abusos de pornografia na internet. Após refletir sobre o assunto por uma semana, o juiz apareceu com a seguinte definição: "Pornografia é o seguinte: quando eu vejo, eu sei que é pornografia".... O mesmo se aplica aqui, provavelmente.

pode ser tanto de cunho tecnológico como também o conhecimento acumulado sobre produto, processo, ou mesmo mercado.

A empresa americana McDonald's, por exemplo, ao criar um novo processo padronizado de se fazer sanduíches, com uma nova logística de distribuição dos componentes, foi uma empresa inovadora em termos de processo. Com isto, cresceu rapidamente no mercado. A empresa original, portanto, foi uma empresa inovadora. Uma franquia McDonald's, entretanto, não o é. A Gol Transportes Aéreos, no Brasil, inovou em termos de mercado – vender passagens baratas para quem nunca tinha viajado de avião, concorrendo inclusive com o ônibus leito –; e, em termos de processo, o sistema de reservas da empresa é um dos mais sofisticados de comércio-eletrônico do país. E consegue ser uma empresa lucrativa, apesar de usar os mesmos aviões que seus concorrentes e atuar num setor famoso pela baixa performance de suas empresas nos últimos anos. A Gol é uma empresa inovadora.

O que caracteriza, portanto, uma empresa inovadora, é o conhecimento acumulado sobre tecnologia, processo, produto ou mercado, cujo resultado é a possibilidade de um rápido crescimento do seu faturamento[2].

Na tabela 1, separamos uma coluna para as empresas inovadoras e outras duas para as outras empresas (mais tradicionais) sendo uma para aquelas empresas em que a inovação é um fator competitivo e outra para aquelas em que a inovação não faria muita diferença. É possivel argüir que a inovação é importante para todas as empresas. Separamo-las em duas, entretanto, dependendo de quão importante é este fator para o seu desenvolvimento. Cada célula da tabela representa um tipo de empresa.

Tabela 1. Tipos de empresas

Tipo de inovação **Tamanho empresa**	**Empresa inovadora**	**Inovação é necessária**	**Inovação não é necessária**
Pequeno porte	1	4	7
Pequena	2	5	8
Média/grande	3	6	

[2] Veja uma compilação de outras definições de inovação em "Inovação Tecnológica no Sistema Sebrae", Brasília, 2004, 20 pp.

Tipo 1

Empresa nascente ou emergente, dos setores inovadores como *software*, fármacos, biotecnologia, etc., ainda nos primeiros anos de existência, em que o faturamento ainda não é significativo. Normalmente dirigida pelo profissional criador da inovação, o qual pode ter ou não talento gerencial.

Tipo 2

Idem, mas empresas já mais maduras, com um faturamento maior e uma estrutura gerencial mais profissional, menos dependente do sócio original. A Finep estima que a soma total das empresas dos tipos 1 e 2 no Brasil está situada entre 1-2% do total de pequenas empresas no país, algo em torno de 50 mil empresas.

Tipo 3

Empresa de sucesso, com produtos e marca reconhecidos no mercado. Estrutura gerencial profissional, com diversos laços com as fontes de novos conhecimentos, seja nas Universidades e Institutos, ou através de diversos tipos de parcerias comerciais e tecnológicas dentro do setor.

Tipo 4

Empresa de pequeno porte que atua nos setores tradicionais da economia, microindústrias, serviços tradicionais. Estágio emergente, em que o faturamento ainda é pequeno, ou empresa consolidada com baixo faturamento. Têm em comum o fato de que a inovação pode ser um diferencial competitivo importante para o seu desenvolvimento.

Tipo 5

Pequenas indústrias dos setores tradicionais, pequenos serviços. A introdução da inovação pode ser o fator determinante para que passem a ser do tipo 6.

Tipo 6

Indústrias consolidadas, em busca de inovação como um fator de crescimento, de enfrentamento de concorrência externa, de expansão para o mercado externo, etc.

Tipo 7

Varejo, microserviços, empresas de serviços pessoais, restaurantes e bares, pousadas etc.

Tipo 8

Idem anterior, mas com faturamentos mais significativos. Em muitos casos redes de empresas do tipo 7.

Tipo 9

Seriam empresas de médio e grande portes para as quais a inovação não é importante. Consideramos, entretanto, que o porte da empresa implica na necessiade de inovações constantes, mesmo em setores tradicionais (vide Varig em comparação com a Gol). Portanto, para efeitos deste estudo, consideramos esta célula da tabela como um conjunto vazio.

Consideraremos aqui apenas as empresas dos tipos 1 a 6, uma vez que nas demais empresas a inovação não chega a ser uma componente significativa do sucesso.

3. A IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS EMPRESAS INOVADORAS

O autor gostaria de destacar, no conjunto de empresas classificadas no item anterior, aquelas dos tipos 1 e 2, as pequenas empresas inovadoras (PEIs). Não só por dever de ofício (por dirigir esta área na Finep), mas por convicção (1). É deste grupo de empresas que surgirão as futuras estrelas do mercado, de onde virão os novos empregos qualificados e o desenvolvimento do país dentro de uma divisão internacional do trabalho mais equânime.

Identificamos os principais ingredientes para o sucesso das PEIs como:

- ***M***ercado
- ***E***quipe
- ***D***inheiro
- ***I***novação
- ***G***estão

Em resumo, a empresa tem que ter conhecimento de, e acesso a, mercado; a equipe adequada para realizar a tarefa; o dinheiro para realizar o investimento; a inovação de mercado, produto, processo, ou tecnologia; e a capacidade de gestão. Em geral, a PEI tem o "I" apenas. Isso significa que às vezes colocar o dinheiro não é o suficiente porque ainda faltam os outros três componentes. Por essa razão, uma importante alavanca para o sucesso destas empresas é o chamado dinheiro "inteligente" – aquele que vem acompanhado de informações e relacionamento para acesso a mercados, de reforço de equipe e de aconselhamento e acompanhamento da gestão. A forma mais comum desse dinheiro inteligente é o chamado capital de risco, descrito no capítulo 4.

Um importante componente do sistema de suporte a esse tipo de empresa são as incubadoras, que tiveram um grande crescimento no Brasil nos últimos anos, chegando a cerca de 300 (2). A qualidade do suporte oferecido às empresas, entretanto, é muito variado. Se reconhecermos os ingredientes acima como aqueles que realmente determinam o sucesso da PEI, o esforço das incubadoras deveria estar concentrado nesses ingredientes e não em assegurar um espaço físico com aluguel subsidiado. Para a PEI, em geral, o custo do aluguel é baixo, ou mesmo irrelevante em relação aos custos de pessoal e equipamentos, por exemplo. Quaisquer que sejam os programas de financiamento, as incubadoras, principalmente aquelas que agregam empresas de tecnologia, podem e devem ser instrumentos de capilarização dos mecanismos e formas de acesso aos programas.

4. A importância dos arranjos produtivos

Empresas dos tipos 4 e 5 (tabela 1) têm dificuldade de acesso à inovação necessária para o seu salto de crescimento. Uma forma de organizar este acesso são os arranjos produtivos, sejam aqueles organizados de forma tradicional, como as cooperativas; ou os mais modernos, como os arranjos de fornecedores de uma grande indústria; ou os arranjos setoriais e geográficos, como os arranjos produtivos locais (APLs). APLs são aglomerados de agentes econômicos, políticos e sociais, localizados em um mesmo território, que apresentam vínculos consistentes de articulação, interação, cooperação e aprendizagem (3).

Os arranjos produtivos constituem-se em um espaço privilegiado para a ocorrência de inovação, devido aos processos de interação que se

estabelecem entre empresas e entre estas e as demais instituições componentes dos APLs. Estas interações são freqüentemente cooperativas, não se restringindo a relações contratuais. Envolvem processos de aprendizado, de disseminação de conhecimentos tácitos, de compartilhamento de contextos culturais e históricos, que sublinham o aspecto territorial da lógica de APLs.

A importância dos arranjos produtivos para os programas de financiamento reside no fato de que os financiadores têm dificuldade de analisar pequenas empresas uma por uma, encontrando no arranjo um aliado perfeito para estabelecer esquemas de garantia solidária, de filtro de projetos etc.

O governo federal priorizou os arranjos produtivos locais como foco de sua atuação, incluindo-os explicitamente na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, e criando um grupo de trabalho (GT) de alto nível para coordenar as ações de todos os atores envolvidos com o tema. Diversos APLs estão se desenvolvendo no momento no Brasil e todos os programas de financiamento devem explicitamente contemplar esta realidade na hora de formular suas políticas de identificação de público-alvo para seus financiamentos.

5. AS TRÊS FORMAS DO DINHEIRO

Os recursos de financiamento para as empresas podem vir sob três formas: o dinheiro para projetos de P&D, sob a forma não reembolsável; o chamado capital de risco; e o financiamento normal.

O dinheiro para projetos de P&D, comumente descritos no Brasil como recursos a "fundo perdido"[3] ou recursos "não reembolsáveis" são recursos públicos aos quais as empresas tem acesso para desenvolver projetos em áreas de alguma forma prioritárias para os diversos níveis de governo. São em geral concedidos por meio de uma competição pública cujos critérios de seleção são divulgados através de um edital.

[3] O nome é péssimo. Qualquer pessoa não acostumada com o assunto, imagina que o dinheiro está indo embora pelo ralo... As outras denominações não ajudam muito: dinheiro não-reembolsável ("por quê?"), dinheiro sem retorno ("maracutaia?"), dinheiro de retorno indireto ("ammhamm..."). A palavra em inglês, bem melhor, é *grant*, cuja tradução poderia ser "subvenção".

O capital de risco[4] é uma forma de capitalização pela qual um investidor coloca o seu dinheiro comprando uma participação acionária na empresa, em geral minoritária. O capital de risco individual caracteriza o chamado investidor "anjo", que coloca o seu dinheiro nos estágios iniciais de crescimento da empresa. A forma mais comum do capital de risco é o fundo de investimento: diversos investidores colocam o seu dinheiro em um fundo de investimento, gerido por administradores profissionais, e é este fundo que investe nas empresas (5 a 20 por fundo) de forma a diluir os riscos dos investimentos individuais. A regra histórica dos fundos de investimento em capital de risco é que de cada 10 empresas investidas, duas crescem rapidamente e dão um lucro extraordinário, duas a três "quebram", e as demais têm um desempenho apenas regular. As duas empresas que crescem rapidamente dão um retorno ao investidor tão grande que compensam todas as outras.

O financiamento normal é o empréstimo ao qual estamos todos acostumados como pessoas físicas. No entanto, as empresas inovadoras têm dificuldade de acesso a financiamento pois os programas de crédito exigem garantias reais para os financiamentos de cerca de 120% do valor a ser financiado. Uma empresa de *software*, por exemplo, tem como patrimônio os chamados ativos intangíveis (conhecimento, linhas de código, etc) e nenhum galpão ou torno para dar de garantia. Seu único equipamento é em geral o computador, que deprecia a zero em alguns poucos anos. Essa dificuldade está sendo parcialmente sanada em programas recentes como o ProSoft (BNDES) e Juro Zero (Finep) que criaram esquemas alternativos de garantias para estes casos.

6. Programas em operação

Diversos programas de financiamento, nas três formas apresentadas anteriormente, estão em operação hoje no Brasil. Eles se aplicam a alguns dos tipos de empresas da nossa tabela, muitas vezes com um viés setorial. Mesmo estes programas, entretanto, são em geral de difícil acesso, pecam

[4] Outra péssima tradução do inglês *venture capital*, que seria traduzido muito melhor para o português como capital empreendedor, capital de empreendimento ou capital de alavancagem. Imagine a dificuldade de um gestor de um fundo de pensão convencer seus segurados que vai investir o dinheiro deles em uma aplicação de "risco". O *venture capital* é um investimento com diversas características peculiares: é um investimento de longo prazo, tem uma probabibilidade razoável de retornos bem mais altos do que os investimentos tradicionais, e tem risco. Para nossa infelicidade, pegamos a única característica negativa do *venture capital* e traduzimo-lo para o português como capital de risco!!!

pelo excesso de burocracia e/ou pela morosidade, e atingem um número ainda reduzido de empresas.

Pró-inovação

Programa da Finep de financiamento à inovação nas empresas. As condições são atrativas com juros variando desde TJLP +5 até TJLP -5, dependendo da inserção da empresa na PITCE, da contratação de profissionais graduados e da natureza dos investimentos a serem feitos com o dinheiro. Aplica-se a empresas de todos os tipos, mas exige garantias reais para o financiamento, o que, em geral, limita o financiamento a empresas de maior porte e de setores tradicionais.

Juro zero

Programa da Finep de financiamento a pequenas empresas inovadoras sem juros reais. O financiamento é concedido *sem* burocracia, sem carência, *sem* garantias reais, sem juros e em cem parcelas. O valor do financiamento é limitado a 1/3 do faturamento da empresa no ano interior.

Progex

Programa da Finep de subvenção a institutos de pesquisa para que se capacitem para auxiliar as empresas no seu esforço de exportação. É aberto a empresas de todos os tipos, mas tende a ser usado mais em transferência de tecnologia de institutos para indústrias tradicionais.

Sebrae-tec

Programa do Sebrae de financiamento a empresas inovadoras de pequeno porte. Os recursos são concedidos a incubadoras ou universidades para repasse para as empresas na forma de consultoria.

Prosoft

Programa do BNDES de financiamento às empresas de *software*, nas modalidades financiamento às empresas, às atividades de exportação e aos compradores. As empresas podem ser de qualquer tamanho e as taxas são bastante atrativas. As garantias podem ser substituídas por direitos de participação nos resultados da empresa.

Profarma

Programa do BNDES de financiamento às empresas de biotecnologia e produção de fármacos. Tem condições muito favoráveis de juros e contempla até a possibilidade de subsidiar as taxas com recursos do Funtec.

Rhae

Programa do CNPq de concessão de bolsas para projetos de P&D nas empresas. As bolsas podem ser de contratação de pessoal, de viagens, e de consultoria. Processo de seleção é lento e a aplicação das bolsas também.

Pappe

Programa da Finep em conjunto com as Fundacões Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAPs) de concessão de subvenção a profissionais nas empresas/universidades que queiram transformar seus projetos de desenvolvimento em empresas.

Fundos de investimento

Fundos que congregam recursos públicos e privados para investimento nas empresas na modalidade do capital de risco. Como o número de fundos e o volume de recursos ainda são pequenos, as empresas investidas tendem a ser empresas mais consolidadas.

Tabela 2. Características dos programas existentes

Programa	Empresa tipo	Setor	Tipo do $	Financia -mento	Buro-cracia	Tempo	Condições/ ano	Entidade
Pro-Inovação	5,6	Todos	FIN	1-10M	Alta	12	TJLP-5/TJLP+5	FINEP
Progex	4,5,6	Indústrias	SUB	N/A	Média	6	N/A	FINEP
Juro Zero	1,2	PITCE	FIN	100-900k	Baixa	1	IPCA + 0	FINEP
Pappe	1	Todos	SUB	50-300k	Média	6	N/A	FINEP+ FAPs
Prosoft	1,2,3	Software	FIN	400k-6M	Alta	6	TJLP+1/TJ LP+3	BNDES
Profarma	1,2,3	Biotecnol ogia	FIN	variável	Alta	6	6	BNDES
Sebrae-Tec	1	Todos	SUB	30-100k	Alta	6	N/A	SEBRAE
Fundos Inv	1,2,4	Todos	CAP	1-3M	Alta	8	N/A	Várias
Rhae	1,2,3	Todos	SUB	5-100k	Alta	12	N/A	CNPq

Tabela 3. Aplicação dos programas existentes

Forma do dinheiro	Programa	1	2	3	4	5	6
Financia-mento	Pro-Inovação			X			X
	Juro Zero	X	X				
	Prosoft	X	X	X			
	Profarma	X	X	X	X	X	X
Subvenção	Sebrae-Tec	X					
	Progex				X	X	
	Pappe	X					
	Rhae		X				
Capital de risco	Fundos Inv		X			X	

7. PRINCIPAIS AÇÕES NECESSÁRIAS A CURTO PRAZO

A análise da tabela 3 nos leva a algumas conclusões e sugere alguns caminhos a seguir. Os financiamentos tradicionais às empresas já têm diversos programas em funcionamento. A questão complicada hoje é o acesso a estes programas, principalmente para as empresas menores. As subvenções ainda são muito tímidas, até por restrições legais. Com a aprovação da Lei de Inovação em dezembro de 2004, e sua posterior regulamentação (março de 2005), a subvenção às empresas na forma de desenvolvimento de projetos de P&D contratados diretamente pelo governo deve finalmente tornar-se uma realidade. No capital de risco, entretanto, a disponibilidade ainda é muito pobre, com poucos fundos, poucas empresas investidas, praticamente nenhuma atividade relacionada a empresas nascentes.

A partir desta análise, podemos sugerir uma agenda de medidas tanto de alterações dos programas em andamento quanto de criação de novos programas.

SIMPLIFICAÇÃO RADICAL NOS PROGRAMAS DE FINANCIAMENTO

O acesso aos programas de financiamento existentes deve ser radicalmente simplificado, com eliminação de exigência de apresentação de documentos irrelevantes, simplificação dos formulários e substituição por versões eletrônicas, introdução da assinatura digital, implantação do conceito de calendário para aprovação dos projetos, submissão eletrônica de projetos, tudo feito de forma adequada aos diversos tamanhos de empresas.

Criação de programas de contratação de projetos de P&D nas empresas (Lei de Inovação)

Com a regulamentação da Lei de Inovação, o governo passará a poder contratar projetos de P&D, na forma de subvenção, a empresas privadas. É importante preparar os programas que vão implementar o "espírito" da lei o quanto antes. Sugere-se a definição de grandes problemas nacionais cujas soluções seriam licitados competitivamente a consórcios de empresas e ICTs, tais como desenvolvimento de vacinas e fármacos de doenças negligenciadas, soluções de governo eletrônico para atendimento aos cidadãos, soluções inovadoras na área de segurança pública, inclusão digital, etc.

Criacão de um fundo-de-fundos de *venture capital* para aumentar a escala dos fundos atuais

A indústria do capital de risco ainda é muito pequena no país. Uma forma de incrementar esta escala seria a criação de um fundo-de-fundos de *venture capital*. O governo federal entraria com recursos dos fundos setoriais (por exemplo, pelo descontingenciamento do estoque acumulado) aos quais se somariam recursos dos fundos de pensão (que se sentiriam mais confortáveis de participar da administração de um fundo-de-fundos do que de vários fundos menores) e de outros grandes investidores tanto nacionais quanto internacionais. Este fundo-de-fundos poderia ser de R$ 500M, para provocar o impacto necessário na estrutura existente.

Criação de um conjunto de fundos-semente para investimento em empresas nascentes

Conforme vimos na tabela 3, os fundos de investimento existentes concentram seus investimentos em empresas estabelecidas, onde o risco é menor. É natural que isto aconteça, pois a indústria de capital de risco tende a começar por aí. Uma vez que o mercado vai ficando saturado, com a existência de muitos fundos de *venture capital*, os investidores começam a se movimentar para baixo, na linha de maturidade das empresas, para buscar oportunidades de negócio ainda sem concorrência. No pico da especulação da internet nos EUA, a corrida pelas melhores oportunidades de investimento era tão grande que os investidores chegavam a buscar novas idéias ainda nos bancos dos cursos de MBA das universidades, onde um simples plano de negócios preliminar era capaz de levantar alguns milhões de dólares de

investimento. No estágio de desenvolvimento em que nos encontramos no Brasil, no entanto, o investimento em empresas nascentes ainda precisa ser incentivado pelo governo, a exemplo do que foi feito na Inglaterra e em Israel, por exemplo.

Incentivos tributários

O tratamento fiscal dado aos investimentos de risco ainda é o mesmo de qualquer outro investimento. É preciso regulamentar os incentivos fiscais previstos na Lei de Inovação e calibrar o tratamento fiscal para o investimento de risco, de forma torná-lo claramente mais atrativo do que os investimentos comuns do mercado.

Poder de compra do Estado

Pergunte a qualquer empresa e você ouvirá que ainda melhor do que o financiamento é a oportunidade de mercado. Os governos diretamente, e também por meio das suas empresas públicas ou estatais podem usar o seu poder de compra para alavancar o mercado para as empresas de suas regiões, respeitadas naturalmente as legislações pertinentes. Essa poderosa ferramenta não foi ainda colocada em prática e pode substituir, com vantagem, qualquer esquema de financiamento. Um contrato de fornecimento com o governo pode, inclusive, servir de garantia de financiamentos tradicionais, diminuindo o seu custo para a empresa tomadora. As chamadas PPPs, principalmente no setor de serviços, podem também representar oportunidades de negócio para propostas inovadoras de terceirização de serviços públicos e mesmo para a criação de novos serviços.

Referências

1. COSTA, Eduardo da. *Global e-commerce strategies for small businesses*. Cambridge: MIT, 2001. 202 p.

2. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMENTOS INOVADORES (Brasília, DF). *Relatório anual 2004*. Brasília, [2004?].

3. LASTRES, Helena Maria Martins; CASSIOLATO, José Eduardo; MACIEL, Maria Lúcia (Org.). *Pequena empresa*: cooperação e desenvolvimento local. Rio de Janeiro: Reluma Dumará/UFRJ, 2003.

Propriedade intelectual

Fernando Galembeck[*]
Wanda P. Almeida[**]

Uma nota introdutória

Este texto apresenta e discute dados sobre a situação da propriedade intelectual no Brasil, no contexto da inovação. O texto também incorpora alguns relatos e opiniões, baseados na experiência dos autores.

Para que a sua leitura seja proveitosa, ela deve ser feita sem maniqueísmos. "Propriedade" e "intelecto" não são intrinsecamente bons ou ruins e a análise da propriedade intelectual não pode ser feita desconsiderando seus muitos aspectos, positivos e negativos. Qualquer ação relativa à propriedade intelectual tem de ser examinada considerando-se com clareza quais são os agentes, quem sofre as suas conseqüências, quais são os seus contextos no tempo e no espaço. As justificativas das ações, as expectativas a que elas atendem e o seu significado estratégico nunca são universais ou consensuais. Ao contrário, a propriedade intelectual é objeto de tensões e disputas, porque envolve enormes interesses.[1,2]

---

[*] Fernando Galembeck é professor titular do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), diretor da Academia Brasileira de Ciências, e presidente da Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise.
[**] Wanda P. Almeida é diretora da Divisão de Química Medicinal da Sociedade Brasileira de Química (SBQ).

[1] Lia Valls Pereira, Situação de Propriedade Industrial no Contexto Internacional, em Ciência e Tecnologia no Brasil Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio, Simon Schwartzman (ed.) <http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/summ2.htm>.

[2] Um exemplo instrutivo é o das patentes relativas ao processo Ziegler-Natta de fabricação de poliolefinas estereoespecíficas. O valor em disputa judicial chegou a atingir muitos bilhões de dólares.

Embora o Brasil tenha sido um dos primeiros países a aderir às convenções internacionais de patentes, e embora haja patenteadores brasileiros importantes no cenário internacional, a questão da propriedade intelectual é estranha à maioria dos pesquisadores brasileiros profissionais, que são os docentes universitários. Esta situação merece uma análise histórico-sociológica, que escapa à competência dos autores mas tem sido tratada em outros textos.[3] Entretanto, não se pode esperar que um país com as mesmas raízes do Brasil e que não tenha passado por um processo de ruptura com muitas dessas raízes seja uma potência mundial em propriedade intelectual. Este é um novo momento de um debate que já vem de longa data. Alguns momentos importantes desse debate estão bem documentados e devem ser relembrados, para que o debate progrida.[4]

Antecedentes recentes

A 2ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia, realizada em setembro de 2001, incorporou uma vertente de Inovação como um critério fundamental para a competitividade. O Livro Branco[5] reúne os resultados da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e apresenta propostas estratégicas para uma política de longo prazo, de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil. Uma infra-estrutura moderna e eficiente de pesquisa e de serviços tecnológicos é um instrumento importante para que haja uma transformação econômica necessária, cabendo "ao poder público um importante papel na oferta desta infra-estrutura de apoio à Inovação e competividade em especial no segmento da Tecnologia Industrial Básica (TIB), que inclui a normalização, certificação, metrologia, informação tecnológica e a propriedade industrial".[6] As propostas para a implantação de um efetivo Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação incluem "aprimorar o marco regulatório relativo à propriedade intelectual e o que regula as condições e o incentivo à inovação, a exemplo de Lei de Inovação".[7]

---

[3] S. Schwartzman "*Um Espaço para a Ciência*" em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/spacept/Prefacio%20a%20nova%20edicao.pdf>.

[4] Por exemplo, há uma interessante ata da Terceira Reunião Plenária da Comissão de Prospectiva, Informação e Cooperação Internacional, realizada no dia 5 de fevereiro de 1998, em <http://www.mct.gov.br/cct/ata_cpici_3.htm>.

[5] Livro Branco 2002-2012, publicado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em junho de 2002. <http://www.cgee.org.br/arquivos/livro_branco_cti.pdf>.

[6] Livro Branco, página 51.

[7] Diretriz Estratégica I, Livro Branco 2002 – 2012, página 50.

De fato, a estreita relação entre patenteamento e competitividade, implica na reorganização do sistema responsável pela coordenação das políticas de proteção à propriedade intelectual. Atendendo a esta necessidade, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior tem sob sua responsabilidade alguns projetos inseridos no PPA 2004-2007, voltados para a propriedade intelectual.[8] O programa como um todo tem por objetivo garantir a proteção dos direitos relativos à propriedade intelectual, considerando o seu interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do país, incluindo os projetos de Implantação do Sistema Epoque de busca no banco de dados do Escritório Europeu de Patentes,[9] e o de reforma do edifício-sede do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi). O programa ainda inclui ações para concessões de patentes, registros de desenho industrial, indicações geográficas e de marca, além da disseminação da informação tecnológica e da cultura da Propriedade Intelectual, por meio da realização de eventos e ampliação da meta de consultas atendidas.

TIPOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL

A propriedade intelectual se refere à marca, desenho industrial, indicação geográfica, aos direitos autorais e direitos conexos, patentes, registros de *software* e de cultivares. Ela pode ser expressa em diplomas legais, como as patentes, registros de *software* e de cultivares. Estas formas são explícitas e sujeitas à análise por indicadores. Este texto considera especialmente as patentes, que ao lado das marcas e desenhos industriais são os principais objetos da propriedade industrial e, juntamente com os registros de *software* e de cultivares, são os objetos da propriedade intelectual mais estritamente ligados à inovação.

Por outro lado, também há propriedade industrial sigilosa, cuja existência pode ser inferida, eventualmente, a partir de uma análise de produtos e processos. A propriedade sigilosa não consta de qualquer documento ao qual o público, ou mesmo as autoridades, tenha acesso e está quase desprotegida pela lei.[10]

---

[8] Programa 0393 – Propriedade Intelectual, do PPA 2004 – 2007:

[9] Implantação do Sistema Epoque: Projeto 5078; reforma do Edifício Sede do Inpi: Projeto 3578.

[10] Apesar disso, ações judiciais por quebra de sigilo são comuns. Um caso atual é o de uma ação movida pela *Resolution Performance Products* contra a *Taiwan's Formosa Plastics Corp.* e alguns indivíduos em um tribunal do Texas. A ação alega prejuízos de mais de US$ 100 milhões devido a *"... unfair competitition, misapropriation of trade secrets..."*. Chem Eng News, 82 13/9/2004, p.10.

A propriedade intelectual sigilosa é extremamente importante no caso de produtos de grande sucesso, mas cujo tempo de vida supere largamente o tempo de proteção oferecido pelas patentes. Ela é um fator de diferenciação e de lucratividade em produtos agrícolas, alimentícios e em muitos produtos e processos da indústria de transformação. Há exemplos importantes que demonstram que o sigilo é uma forma eficiente de proteção da propriedade intelectual.[11]

No Brasil, a utilização da informação sigilosa é feita, freqüentemente, por profissionais de assistência técnica, que difundem informação entre os clientes de suas empresas, mas o fazem na forma da venda de seus produtos, ou associando a informação à venda. Ao lado de outras práticas de circulação de informação em *clusters* produtivos, esse é um vetor poderosíssimo de difusão das práticas inovativas.[12]

Conhecimento e propriedade intelectual

A íntima associação entre conhecimento, poder e riqueza é bem conhecida de todos e não será discutida neste texto. Por outro lado, muitas pessoas que repetem e elaboram esse discurso são completamente desatentas a um simples fato: o conhecimento é objeto de apropriação, constituindo-se em propriedade intelectual. O conhecimento pode ser gerado, em diferentes circunstâncias, por qualquer pessoa. O conhecimento científico-tecnológico é o resultado do trabalho de cientistas, pesquisadores, professores e membros de várias outras categorias profissionais, mas a simples produção do conhecimento não garante ao produtor a riqueza e o poder derivados desse conhecimento.

Quem realmente colhe benefícios do conhecimento novo é o seu proprietário, ou seja, o detentor de propriedade intelectual. Este tipo de propriedade pode ser adquirido de várias maneiras, por algum dos vários mecanismos de apropriação que são praticados regularmente, ao abrigo da legislação internacionalmente vigente.

---

[11] Dois exemplo óbvios são as fórmulas da Guaraná e da Coca-Cola.

[12] É notória a importância da assistência técnica ao cliente no grande sucesso alcançado por algumas empresas, como ocorreu no passado com a Rhodia Têxtil e ocorre hoje com a Oxiteno.

O conhecimento pertence ao descobridor ou inventor apenas se ele estiver registrado em seu nome, ou se for mantido em sigilo. Na legislação brasileira, o conhecimento adquirido no exercício de função assalariada nunca pertence ao inventor, e sim ao empregador.

APROPRIAÇÃO E PUBLICAÇÃO

A questão da propriedade intelectual deve ser considerada à luz da prática, estabelecida há muitos anos, do fomento à atividade científica no Brasil. Nós privilegiamos e até mesmo exigimos a publicação de resultados, com a maior rapidez possível e dando-lhes a mais ampla divulgação possível. Esta prática da comunidade e das agências de fomento brasileiras é um eficiente mecanismo de dissipação da propriedade intelectual.[13]

Este mecanismo é obviamente fomentado de inúmeras maneiras por pessoas, órgãos, revistas, sociedades científicas e órgãos de governo dos países centrais bem como dos organismos internacionais controlados por estes. O resultado, bem visível na comunidade científica brasileira, é que o grande e bem-sucedido esforço de produção científica feito no Brasil não se traduz em propriedade intelectual protegida pela lei.[14] Esta é uma das causas de o Brasil não ser um produtor de patentes importante, estando mal situado em qualquer *ranking*.[15,16]

Por outro lado, a publicação científica é importantíssima para garantir que a produção científica brasileira mantenha um padrão global e resista robustamente aos exercícios de *benchmarking*. A publicação internacional garante visibilidade à comunidade científica e é um ponto positivo nas avaliações de "status" internacional do próprio país. Portanto, a publicação de resultados científicos não é absolutamente positiva ou negativa: ela tem características positivas e também negativas, que devem ser conhecidas e bem administradas.[17]

---

[13] Ao invés do *Publish or perish*, praticamos o *Give away or perish*.

[14] Talvez devêssemos refletir um pouco sobre a passagem bíblica de Esaú e Jacó.

[15] Éric Archambault, *Methods for using patents in cross-country comparisons*, *Scientometrics* 54 (2002) 15-30

[16] Edgar Dutra Zanotto, *Scientific and technological development in Brazil. The widening gap, Scientometrics* 55 (2002) 411 – 419.

[17] Todo este trecho se refere à publicação em veículos significativos, sujeitos à avaliação por pares competentes. Não é possível omitir, aqui, a existência de uma vasta atividade econômica de "publicação científica" ditada pelo faturamento obtido, mais do que por critérios científicos.

O comportamento negligente e predatório da comunidade científica e das agências de fomento contrasta fortemente com o comportamento de empresas interessadas em novo conhecimento.[18,19] A experiência dos autores em negociações com empresas transnacionais de grande porte mostra que estas nunca entram em negociação sem que o conhecimento em questão esteja devidamente protegido por patentes depositadas, pelo menos, no país de origem ou seja, o Brasil. Além disso, as empresas mostram um grande empenho em conseguir melhorar a qualidade da proteção intelectual, por meio das suas próprias equipes de propriedade intelectual.

Já no caso das empresas nacionais, é possível observar diferentes padrões de comportamento. Algumas delas valorizam muito as patentes, enquanto outras não lhes dão importância. A Tabela 1 mostra alguns dados sobre patentes depositadas por empresas brasileiras que depositaram patentes no USPTO e por empresas estrangeiras com características semelhantes às das brasileiras.

As empresas estão sempre agrupadas segundo o setor de atuação, de maneira que seja possível comparar o que é comparável. Esse cuidado é necessário para evitarmos, por exemplo, repetir os comentários críticos a respeito do pequeno número de patentes da Embraer, que são ouvidos com freqüência. Esse número só pode ser analisado por comparação com outra empresa de mesmo porte e que dispute com a Embraer o mercado mundial de aeronaves regionais, que é a canadense Bombardier.

A tabela mostra que a Bombardier, embora estabelecida há mais tempo que a Embraer, não é uma patenteadora significativa, na área aeronáutica – embora o seja na área de equipamentos de lazer, em que também atua. Portanto, o pequeno número de patentes da Embraer tem de ser analisado à luz do padrão de inovação no setor e não pode ser adotado como uma evidência da falta de inovação por parte da empresa.

---

[18] Tribuna da Imprensa em 17/1/2005 segundo, <http://www.financeone.com.br/noticia.php?lang=br&nid=12536> (acesso em 4/3/2005).

[19] Um estudo rico sobre o patenteamento por empresas, no Brasil, é o de Eduardo da Motta e Albuquerque <http://www.ie.ufrj.br/revista/pdfs/empresas_transnacionais_e_suas_patentes_no_brasil_resultados_iniciais_de_uma_investigacao.pdf> (acesso em 4/3/2005).

Tabela 1. Patentes publicadas no período 2001-2004 por algumas empresas e universidades brasileiras, bem como por empresas estrangeiras de mesma área.

Nome da empresa	Número de patentes publicadas em 2001-2004	
	USPTO[20]	País de Origem
Petrobras	12	114
Halliburton	431	431
Statoil	16	31[21]
Braskem	2	1
Oxiteno	0	2
Dow	479	479
Hercules	21	21
Embraer	0	1
Bombardier	0	7[22]
Avibras	0	1
Copersucar	0	14
Tate & Lyle	1	0[23]
Embrapa	2	37
USDA	2	2
Fiocruz	2	8
Institut Pasteur	36	(-)[24]
Companhia Vale do Rio Doce	1	57
Rio Tinto	0	3[25]

A comparação entre a Petrobrás e a norueguesa Statoil deixa a Petrobrás em uma posição confortável. Já no setor químico, a comparação de números de patentes da Braskem e da Oxiteno com a Hercules é desfavorável às empresas nacionais. Entretanto, ambas são detentoras de tecnologias próprias e são competitivas globalmente, o que significa que no setor químico há uma participação significativa de inovação desvinculada de patentes.

Chama a atenção, na Tabela 1, a ausência de empresas brasileiras dos setores de semicondutores, microeletrônica e de tecnologias de informação.

[20] <http://patft.uspto.gov/netahtml/search-adv.htm>. Período consultado: 01/01/2001 a 31/12/2004. (Acesso em 27/02/2005).
[21] Registro no Banco Europeu de Patentes <http://ep.espacenet.com>. (Acesso em 28.02.2005).
[22] <http://patents1.ic.gc.ca>. (Acesso em 28/02/2005).
[23] Não há registros no Banco Europeu de Patentes <http://ep.espacenet.com>, no período estudado.
[24] Relatórios de Propriedade Industrial do Inpi/Fr. Download a partir do site: <http://www.inpi.fr/front/?ref=http://www.sedetec.ufrgs.br/eitt/links_eitt.php?link_id=5undefined>. Apenas as empresas indexadas com número de patentes superior a 33 (período: 2001 a 2003).
[25] No banco europeu de patentes: <http://ep.espacenet.com>.

O problema, neste setor, não é que as indústrias brasileiras sejam pouco inovadoras; de fato, não existe uma indústria brasileira desse setor, por isso não existem as patentes. Essa observação mostra a inocuidade de se discutir dados relativos a patentes brasileiras comparando-os com dados relativos (por exemplo) à Coréia, que tem uma vigorosa indústria de semicondutores e de equipamentos para as tecnologias de comunicação e de informação. Em todo o mundo, essa indústria é uma grande patenteadora.[26]

A Tabela 2 apresenta números de patentes publicadas no mesmo período (2001-2004) por outras empresas brasileiras, que têm números importantes de patentes depositadas no USPTO. Esta tabela mostra uma grande capacidade de inovação no setor metal-mecânico,[27] que foi primeiramente destacada por Furtado,[28] mas continua sendo pouco mencionada no debate sobre inovação.

Tabela 2. Empresas brasileiras que detêm números importantes de patentes publicadas no USPTO (período 2001-2004).

Nome da empresa	Número de patentes publicadas em 2001-2004	
	USPTO	INPI
Multibrás S/A Eletrodomésticos	20	84
Máquinas Agrícolas Jacto	3	44
Embraco	20	62
Dana Industrial S/A	10	67
Metagal Indústria e Comércio	7	8
Forjas Taurus S/A	2	5

É ainda importante considerar as patentes depositadas pelas universidades brasileiras e institutos de pesquisas, que estão na Tabela 3. A Unicamp ocupa a primeira posição dentre as universidades do Brasil e é a quarta maior patenteadora do país, nos três últimos anos.[29] No caso das universidades, a extensão para o exterior depende, quase sempre, da

[26] A maior patenteadora do mundo é a IBM.

[27] No período de 1998 a 2001, 81% das empresas que investiram em P & D são da indústria de equipamentos e máquinas, segundo Rita Pinheiro Machado em "Os indicadores de sucesso dos investimentos em C&T no Brasil: Positivo ou negativo?" <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/sti/proAcao/proIntelectual/proInt_Seminarios.php>, que usou como fonte o IBGE. A divulgação dos dados da Pesquisa Industrial da Inovação Tecnológica (Pintec), prevista para junho de 2005, <http://www.ibge.gov.br>, será útil para traçar um perfil mais detalhado das atividades industriais em C,T&I.

[28] <http://www.inovacao.unicamp.br/report/entre-furtado041118.shtml>.

[29] <http://www.universiabrasil.net/pesquisa_bibliotecas/materia.jsp?id=4227>.

existência de um interessado na patente e, principalmente, do seu interesse em utilizar esta patente no Exterior.

Tabela 3. Universidades que detêm números importantes de patentes publicadas no período 2001-2004.

Instituição	Número de patentes publicadas em 2001-2004	
	USPTO + Espacenet	País de Origem
Unicamp	1	124
USP	0	30
UFMG	1	49
UFRJ	0	17
IPT	2	12
INPE	0	5
FAPESP	0	28[30]
CNPq	2	22
CNRS	22	110
MIT	87	87
Columbia University	88	88
Stanford University	119	119
Korea Institute of Science and Technology	173	(-)
Max Planck Gesellschaft	35	194

A grande maioria dos pedidos de patentes das universidades brasileiras tem a instituição de ensino ou de pesquisa como única titular. Por exemplo, das 124 patentes publicadas, da Unicamp, (tabela 3), apenas uma tem uma Empresa como co-titular. Portanto, os programas cooperativos entre Universidades e empresas e a criação de novos mecanismos para facilitar a mobilidade de pesquisadores entre empresas e instituições de pesquisa e de articulação entre os atores da C,T& I ainda não gerou resultados quanto ao compartilhamento de patentes.

Uma mudança na estrutura do Inpi foi a criação da Diretoria de Articulação e Informação Tecnológica (Dart), que tem como uma de suas atribuições "promover a articulação das atividades das diretorias integrantes da estrutura regimental do Inpi com universidades, institutos de pesquisas, agências federais, estaduais e regionais de fomento, entidades empresariais, representações de classe e outros organismos públicos e privados dedicados à pesquisa, ao desenvolvimento tecnológico, às atividades de extensão tecnológica e à inovação"[31]. Esta Diretoria vem participando do Grupo

[30] Destas 28 patentes, 12 são compartilhadas com empresas nacionais (2), universidades (5 com a USP. 2 com a UFSCar e 1 com a Unesp) e com institutos de pesquisas (2).
[31] Decreto 5.147, de 21/7/2004, Art. 10, II.

Interministerial em Propriedade Intelectual (Gipi) e, segundo o relatório de gestão do Inpi, deu início às suas atividades com a celebração de um acordo de cooperação técnica com a Unicamp,[32] visando a formação e a capacitação de pessoal e a promoção de atividades conjuntas para o desenvolvimento e o incremento de pesquisas básicas aplicadas naquela universidade, no plano da propriedade intelectual e na política de gestão de ciência, tecnologia e inovação. A multiplicação de ações como esta pode trazer reflexos importantes no cenário do desenvolvimento tecnológico.

Grupos de pesquisa sobre propriedade intelectual

Uma consulta ao Diretório Nacional de Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes[33] revelou a existência de 84 grupos de pesquisas no tema propriedade intelectual. Estes grupos se encontram distribuídos por seis grandes áreas, onde podemos constatar que o maior número de grupos está na área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, enquanto as áreas menos densas são as de Agropecuária e Biotecnologia, Ciências Exatas, Ciências da Terra e Meio Ambiente, conforme pode ser visto na figura 1.

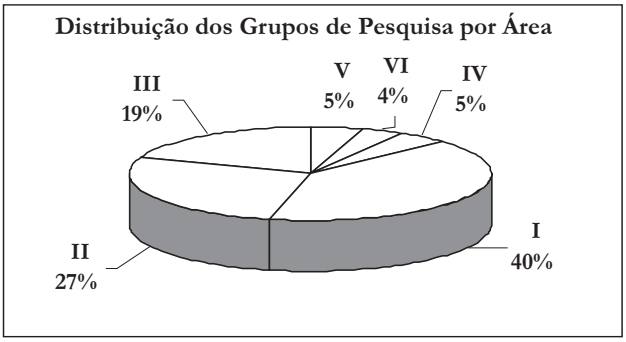


Figura 1. Distribuição de Grupos de Pesquisas em Propriedade Intelectual por Grande Área. I – Ciências Humanas e Sociais Aplicadas; II – Engenharias, Capacitação Tecnológica e Inovação; III – Ciências da Saúde e Biológicas; IV - Agropecuária e Biotecnologia; V - Ciências Exatas; VI – Ciências da Terra e Meio Ambiente.

[32] Celebrado em março de 2004 segundo o relatório de gestão (jan/set/2004) em <http://www.inpi.br>.
[33] Patentes e propriedade intelectual e industrial, além de marca, registros de *software* e cultivar foram as palavras-chaves empregadas nesta busca. Os resultados foram verificados para evitar contagem duplicada. Fonte: <http://www.cnpq.br> (acessada em 14/02/2005).

Os objetivos descritos nas linhas de pesquisas[34] relativas ao tema patentes e/ou propriedade intelectual podem ser resumidos da seguinte maneira, sendo que alguns grupos descrevem mais de um deles:

• Estudar o processo de geração de tecnologia da tríade universidade-empresa-governo;

• Pesquisar a participação de pesquisadores brasileiros como depositantes e como usuários de patentes como fontes de informações tecnológicas e científicas;

• Identificação dos principais gargalos do sistema responsáveis pela pouca participação de pesquisadores brasileiros nos depósitos de patentes feitos no Brasil;

• Avaliar e propor formas de apropriação intelectual do conhecimento tradicional;

• Estudo do impacto de novas tecnologias sobre a organização da produção e os novos profissionais requeridos;

• Desenvolver estudos sobre a interface propriedade intelectual e inovação;

• Desenvolvimento de estudos sobre propriedade intelectual dentro da área específica.

Portanto, há uma respeitável força de trabalho que está produzindo análises sobre a propriedade intelectual e as veicula de várias formas, inclusive na literatura internacional.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS NAS UNIVERSIDADES E A PROPRIEDADE INTELECTUAL

A principal atividade das universidades é a formação de recursos humanos, nos níveis formais superiores. Portanto, as universidades têm um papel decisivo na formação de uma cultura de propriedade intelectual e seria de se esperar que os cursos universitários equipassem os estudantes com alguns conceitos e habilidades básicos.

[34] Essas observações foram feitas abrindo-se os links na base de dados da plataforma Lattes que levam às linhas de pesquisas de cada um dos grupos.

Infelizmente, professores não podem ensinar o que desconhecem e não praticam, e os docentes do ensino brasileiro são, como regra, avessos às questões de propriedade intelectual.[35]

Curiosamente, os docentes universitários que, como grupo, praticam mais regularmente a proteção da propriedade intelectual são os das áreas de humanidades e artes. Nessas áreas, a produção intelectual é veiculada em livros, mais que em "papers", o que assegura os direitos autorais ao autor, como pessoa física – mesmo nos casos em que o autor seja empregado em regime de dedicação integral.

Nas áreas de ciências da matéria, biológicas, agrárias, das engenharias e da saúde a prática da proteção da propriedade intelectual foi sempre episódica e esporádica, com algumas poucas exceções.[36,37] Entretanto, o sucesso alcançado pelos pioneiros foi estimulante para outros docentes e motivou algumas instituições a se organizarem para protegerem sua propriedade intelectual e dela colherem benefícios.[38]

O ensino de ciências e tecnologia no Brasil ignora as patentes. Este fato pode ser constatado por meio de uma consulta direta aos catálogos de disciplinas de várias instituições de ensino superior, ou mesmo pela internet.[39] Excetuando-se os cursos de Direito, obviamente envolvidos com os aspectos legais do tema, o número de registros encontrados foi baixo. Foram localizados

[35] Nesta questão, como em muitas outras, há o forte efeito do ranço ideológico: o autor presenciou, durante reunião do Conselho Universitário da Unicamp declaração a favor da inexistência de registro de propriedade de descobertas, invenções e criações realizadas no âmbito da universidade. A justificativa da declaração foi a seguinte: tudo o que fosse gerado com recursos públicos deveria ficar amplamente aberto ao público e disponível ao livre uso por parte do público.

[36] A exceção notável é a Unicamp, que oferece apoio aos docentes para a proteção intelectual, desde os anos 80. Por essa razão a Unicamp era, já em 2001, uma das poucas organizações brasileiras que tinham conseguido obter alguma receita, em acordos de cessão de uso de propriedade intelectual.

[37] A USP tomou iniciativas institucionais sobre propriedade intelectual em 1988, segundo Hernan Chaimovich e Guilherme Ary Plonski, "A Gestão da propriedade intelectual da USP", <http://www.usp.br/jorusp/arquivo/1999/jusp485/manchet/rep_res/rep_int/pesqui2.html>.

[38] Iniciativas relevantes, nos anos 90, foram tomadas pela Fapesp e CNPq. A Unicamp, em 2002, deu um novo passo criando a Agência de Inovação que concentrou-se, inicialmente, em dinamizar a exploração de patentes depositadas anteriormente.

[39]Foi realizada uma busca através do *Google*, utilizando as palavras-chaves: "catálogo de disciplinas", "diretrizes curriculares" e "cursos de patentes". Uma outra busca foi feita nos *sites* das principais IES do país: USP, Unicamp. UFRJ, UFMG, UFRGS e outras menores, além de institutos tecnológicos. As palavras "patente", "marca", e as expressões "propriedade intelectual" e "propriedade industrial", "registro de *software*" e "cultivar" foram pesquisadas nas estruturas curriculares, disciplinas e respectivos ementários dos cursos de graduação dessas instituições, em Química, Física, Computação,

registros de disciplinas com nomes sugestivos, como por exemplo: Introdução à Tecnologia e à Pesquisa Científica, Metodologia Científica, Pesquisa e Desenvolvimento em Química, que nem ao menos mencionam em seus ementários as seguintes palavras: patentes, marca, propriedade intelectual.

Entre as estruturas curriculares que fazem menção clara ao tema em questão estão as do curso de graduação em Química da Unicamp (modalidade tecnológica),[40] de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (São Carlos),[41] de Pós-Graduação em Materiais da Universidade de Caxias do Sul,[42] de Aplicações de Técnicas Nucleares no Ipen, em São Paulo,[43] a disciplina de Ferramentas de Gestão da Tecnologia no curso de especialização em Gestão Industrial, Conhecimento e Inovação do Cefet-PR, em Ponta Grossa.[44]

Os conteúdos curriculares dispostos nas *Diretrizes Curriculares* aprovadas no Conselho Nacional de Educação[45] não dão importância à preparação do aluno para a consulta a patentes, como fonte de informação técnica.

Desenho Industrial, Engenharias (Química, Metalúrgica, Elétrica, Materiais, Alimentos, Transportes, Produção e Telecomunicações), Agronomia, Arquitetura e Urbanismo, Biologia (Genética), Farmácia e Medicina. Ementas de disciplinas de cursos de pós-graduação em áreas técnicas nas mesmas Instituições também foram examinadas.

[40]QG074 Normas Técnicas em Tecnologia Química. Ementa: Normatização na indústria química. Normas de ensaios técnicos. Normas de qualidade. Introdução à legislação ambiental. Patentes. <http://www.unicamp.br/prg/dac/catalogo/>.

[41]SEM202. Projeto do Produto. Tendências sobre o processo de desenvolvimento do produto e propriedade industrial, fontes de informação, patentes e marca. <http://www.eesc.usp.br/dac/graduacao/pub/disciplinas/disciplinas.php?id_programa=1>.

[42]PGM0101. Metodologia da Pesquisa. Ementa: O pesquisador e a comunicação científica...Estrutura dinâmica de uma proposta de registro de propriedade intelectual sobre produtos, métodos ou processos e marcas. Dentre os objetivos destaca-se: "Capacitar o aluno a estruturar uma proposta intelectual de produto, método, ou processo e marca. Ênfase especial e particular para a expressão em língua inglesa". <http://www.ucs.br>.

[43] Disciplina ministrada pelo Dr. Luc Quaniam, email: luc@cendotec.org.br com a seguinte ementa: Ciência da Informação e da comunicação. Inteligência competitiva, econômica, empresarial. Tratamento automatizado na informação para tomada de decisão. Tecnologia da informação. Bases de dados. Text, *data, web mining*. Análise de conteúdo. Extração de informação. Indicadores de ciência e tecnologia. Política científica. Inovação. Propriedade intelectual. Patentes. Ligação ciência-indústria. Centro de informação. Ensino a distância. Videoconferência. Difusão de informação.

[44]Ministrado por Antonio Carlos de Francisco, carga horária: 45 horas. Ementa: Noções de prospectiva tecnológica. Árvores tecnológicas. Análise de patentes. Auditoria tecnológica em processos industriais. Gestão de portfólio de projetos industriais. Avaliação de projetos industriais. Propriedade Intelectual em processos industriais. Gestão de interfaces, indicadores (key performance indicators). <http://www.pg.cefetpr.br/downloads/gestaoIndustrial.doc>.

[45] <http://www.mec.gov.br/Sesu/diretriz.shtm#diretrizes>

Na realidade, a introdução de graduandos e pós-graduandos ao tema "patente" vem sendo feita principalmente em atividades extracurriculares, por meio da participação em mini-cursos oferecidos regular ou periodicamente pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi), pelos institutos de pesquisa, sociedades científicas e algumas associações de classe.[46]

A pós-graduação é o caso mais lamentavelmente notório de descaso com a propriedade intelectual. O sistema brasileiro de pós-graduação é uma grande realização nacional e o crescimento da produção científica brasileira é motivo de orgulho para todos os brasileiros. Portanto, estamos formando, cada vez mais intensamente, recursos humanos altamente qualificados para a investigação.

Por outro lado, qualquer exame de projetos submetidos às agências e de teses de mestrado e doutorado revela a sistemática ausência de referências a patentes.[47] Portanto, a quase totalidade dos mais qualificados recursos humanos produzidos nas universidades brasileiras não lê e nem escreve patentes. Isso tem várias conseqüências graves:

1) A ignorância, por parte do proponente, do real "estado da arte" sobre qualquer assunto que tenha alguma relevância tecnológica, uma vez que uma parcela importante do estado da arte, em muitos temas, está contida em patentes e jamais chega a ser publicada na forma de "papers".[48]

2) Quem não lê não aprende a escrever. Pós-graduandos brasileiros lêem "papers" e aprendem a ler "papers". Não aprendem a escrever patentes.[49]

---

[46] Pesquisa Google em 10.02.2004 revelou a existência de 182 cursos já oferecidos, destacando-se pela sua regularidade os do Inpi, do Museu Emílio Goeldi, através de seu Núcleo de Propriedade Intelectual, e os organizados pela Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei).

[47] No biênio 2000-2001, entre 20 e 25 patentes foram citadas em referências bibliográficas, distribuídas entre as áreas de Engenharia (a maior), Biociências, Química e Física. Dados obtidos do seminário de Rita de Cássia Machado Pinheiro (Instituto de Ciências Biomédicas - UFRJ) apresentado no MDIC. <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/sti/proAcao/proIntelectual/proInt_Seminarios.php>

[48] Por isso mesmo, a prática de realização de estudos prospectivos baseados em opiniões de pesquisadores acadêmicos tem produzido muito poucos resultados úteis.

[49] As estatísticas de acesso ao portal de periódicos CAPES <http://www.periodicos.capes.br>, em 10/02/2005) revelam que foram baixados 8.021.023 textos completos, e que o número. total de acessos das Universidades Brasileiras ultrapassa os 14 milhões. Em contrapartida, o Inpi forneceu ao todo, ao usuário nacional, independentemente do caráter institucional do requerente 53.945 documentos de patentes no mesmo período de 2004. Fonte: Inpi. <http://www.inpi.gov.br/relatorio_gestao/dados_historicos/informaçao/orientaçao.htm> (em 12.02.2005).

3) Pesquisadores brasileiros publicam seus resultados na literatura aberta, com a maior rapidez possível e procurando obter a maior visibilidade possível. Portanto, a quase totalidade do conhecimento novo gerado no Brasil, mesmo o que poderia ser convertido em propriedade intelectual gerando produção, riqueza e empregos, é doada graciosamente ao *pool* de conhecimento aberto globalizado, estando à disposição de toda a humanidade por pressão das agências de fomento brasileiras, estaduais e federais. Esta situação explica que o número de artigos publicados em periódicos científicos internacionais seja cerca de três vezes o número de patentes concedidas no Brasil a residentes e mesmo que supere o número total de patentes concedidas, como está mostrado na Tabela 4.[50]

Tabela 4. Artigos publicados em periódicos científicos internacionais indexados no ISI e patentes concedidas no período 1995-2002.

Ano	Número de Artigos	Patentes (total)	Residentes
1995	5512	4069	1445
1996	6053	2600	924
1997	6749	3156	1292
1998	7919	5925	2513
1999	8954	8185	3605
2000	9524	9259	3025
2001	10557	7576	3619
2002	11285	8864	3724
Total	60834	49634	16528

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia, que usou como Fonte o Inpi. <http://www.mct.gov.br>. (Acesso em 14/02/2005).

[50] De fato, trata-se de um grave problema de natureza ética, tratado por um dos autores Galembeck, F.; em *Ethical Issues of Nanotechnology, Third Session of the World Commission on the Ethics of Science Knowledge and Technology,* Vol. 1, pp.127-132, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004, como segue:

Intellectual Property

It is obvious that any new technology is strongly associated to intellectual property. What I will say now is from the perspective of a Brazilian scientist, living in a country that struggles to build and maintain a significant scientific system while it pays more interest to the international capital than is spent in public education and public health, together.

Brazilian scientists now make a significant scientific input to nanotechnology, as measured by the number of publications in international refereed journals. Some publications were very well received and made their way to the covers of prestigious journals.

On the other hand, Brazilian scientists do not pay attention to patents, as a rule. Most researchers in Brazil as well as in other countries beyond the G-7 do not read patents and also do not even consider applying for patents, even when their effort is justified in the paper preambles by the possibility to achieve some important practical result.

This leads to two clear consequences:

4) A exploração do conhecimento novo exige uma grande capacidade de sua transformação em receita gerada pela venda de produtos e serviços. Esta capacidade reside na empresa privada, concentrando-se nas empresas globalizadas. Portanto, a prática generalizada da difusão irrestrita de conhecimento é um mecanismo de subsídio do sistema público brasileiro de C,T&I às grandes corporações, inclusive (ou especialmente) as globais.

Inovação no Brasil: discurso *vs.* realidade

Há um discurso muito difundido no Brasil de hoje, segundo o qual há pouca inovação neste país, e que as atividades de P&D estejam grandemente confinadas às universidades e institutos de pesquisa oficiais. Esse discurso tem sido propagado por muitas pessoas, inclusive (no passado) por um dos autores deste texto e se tornou um discurso oficial. Entretanto, há também uma realidade que desmente o discurso.

Uma demonstração cabal da capacidade brasileira de inovação é encontrada no setor do açúcar e álcool, que é vigoroso, expande-se a taxas muito elevadas e opera tecnologias nativas produzindo açúcar e álcool a preços imbatíveis, com grande vantagem sobre qualquer competidor global.

O Brasil é hoje o único país do mundo que produz combustível líquido de fonte renovável, a preço absolutamente vantajoso face ao preço do petróleo, sem subsídios.[51] Essa é uma meta prioritária da agenda de qualquer

---

i) A significant part of our scientific effort is completely wasted, because the objectives of the projects may have already been reached by others and they may be within some patent document. To stress the quantitative importance of this problem, I recall that an estimated 50% of the scientific contents of patents are never published in the open literature. This means, the "state of the art" within which we operate is only a part of the actual recorded information, and the missing part is at least as important as the other, from the point of view of property and creation of wealth.

ii) Brazilian scientists are contributing to the literature at a growing rate, bringing in information that will be freely appropriated by other individuals and corporations, much likely abroad. This new information will be finally transformed into products and processes that will be imported into the country, bringing in modernity but also unemployment and pressures on the economy.

This picture can be much improved if only we take seriously patent reading, writing and filing, as individuals, and if our organizations start to give some attention to patents. What is now practiced in Brazil and certainly in other countries is an excessive emphasis on indicators like numbers of publications and impact factors of journals that end up being a mechanism for the transfer of knowledge and intellectual property from the poor to the rich.

[51]Esse fato tornou-se absolutamente claro, pela primeira vez, em fevereiro de 2002, na Conferência sobre Energia realizada na Unicamp e organizada por Isaías Macedo e F. Galembeck. Até hoje, tem merecido muito pouca atenção da mídia.

país desenvolvido, mas ela só foi atingida pelo Brasil depois de 30 anos de um esforço intensivo de pesquisa e desenvolvimento.[52] Grande parte desse esforço foi realizado no âmbito empresarial e não pode ser detectado cientometricamente, pois não gerou números importantes de "papers" em revistas de alto impacto, nem de patentes. Essa realidade mostra que o discurso oficial é incorreto ou, pelo menos, admite uma grande exceção. Como já foi mostrado neste texto, há tantas outras exceções que a regra está, provavelmente, errada.

Há outros elementos no discurso que merecem uma crítica severa. Um deles é a fundamentação, muito freqüente, em dados relativos a números de artigos científicos e patentes em vários países, com destaque para a Coréia e eventualmente Taiwan e alguns outros. A simples tabulação desses números coloca o Brasil em uma posição realmente desvantajosa. Entretanto, uma análise séria desses números tem de levar dois fatos em consideração: primeiro, uma grande fração das patentes depositadas por inventores destes países se refere a produtos de microeletrônica, optoeletrônica e tecnologias de informação ou comunicação. Em segundo lugar, no Brasil simplesmente inexiste uma atividade industrial significativa, nestas áreas. Portanto, o problema real é a falta de indústria em setores importantes, mas o discurso oficial apenas percebe a falta de pesquisa na indústria. A falta de pesquisa na indústria de microeletrônica é real, mas apenas porque não há indústria de microeletrônica no Brasil. Não é possível resolver um problema cujo enunciado esteja errado, mas isto é o que estamos, coletivamente, tentando fazer.

Finalmente, há um dado freqüentemente difundido como evidência da falta de inovação na indústria brasileira, que é o pequeno número de doutores empregados nas empresas. Essa evidência é muito fraca. Em primeiro lugar, porque confunde diploma de doutor com competência inovativa, o que foi claramente rejeitado por pelo menos uma autoridade acadêmica gestora de C&T.[53] Em segundo lugar, porque ignora a realidade das empresas brasileiras inovadoras, como é o caso da Embraco: "A empresa conta com

[52] O Brasil passou a ser, em 2004, o primeiro país do mundo a usar o álcool como combustível de aviação, com vantagem econômica sobre os derivados de petróleo.

[53] "No Pipe não queremos diplomas. Queremos que o pesquisador se identifique por meio de seu currículo e experiência", explica o diretor-científico da instituição, professor José Fernando Perez, citado em <http://www.usp.br/jorusp/arquivo/1997/jusp403/manchet/rep_res/rep_int/univers3.html> (acesso em 5/3/2005).

cerca de 400 profissionais atuando em P&D integral ou parcialmente, entre a equipe de 150 engenheiros, mais os pesquisadores e técnicos do Departamento de Gestão de Tecnologias de Produtos e Processos (GTPP). Muitos pesquisadores estão na Embraco há mais de 10 anos. Alguns chegaram antes mesmo da formação da equipe de P&D, como o pesquisador sênior do Departamento de Engenharia Mecânica da empresa, Dietmar Lilie, técnico mecânico formado em 1978 pela Escola Técnica Tupy, em Joinville. Começou a trabalhar na Embraco em 1980, em manutenção, mas sempre foi muito curioso e desmontava todas as máquinas que caíam nas suas mãos. Em 1983, ele passou para a área de desenvolvimento de produto, integrando o primeiro grupo de pesquisa."[54]

Recomendações para a mudança

Continuação do processo de criação de uma cultura de propriedade intelectual

É preciso corrigir a supervalorização do "paper" como produto da atividade de pesquisa, ao mesmo tempo em que se valorize a patente em todas as suas etapas: leitura, redação, citação, negociação com empresas, exploração. Esse terá de ser um processo de ruptura cultural, provavelmente doloroso. Entretanto, nós já passamos por um processo semelhante, que foi o do aumento do prestígio do "pesquisador produtivo" em substituição à "autoridade no assunto" e que foi implementado pelas avaliações da Capes, pelas bolsas de pesquisa (produtividade) do CNPq e pela atuação de comitês assessores, especialmente os do PADCT e do CNPq. Felizmente, o Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) para 2005-2010 propõe, além dos critérios tradicionalmente empregados na avaliação de cursos de pós – graduação,[55] "a avaliação da produção tecnológica e seu impacto e relevância para os setores econômico, industrial e social, através

indicadores, que estimem o aumento do valor agregado de nossos produtos e a conquista competitiva de novos mercados no mundo globalizado.[56] Um maior peso[57] deve ser dado a processos inovadores, que refletirão em maiores oportunidades de emprego e renda para a sociedade".

Outra ação importante já foi mencionada na seção sobre "antecedentes recentes" e na nota 9 deste texto, sendo representada pelo Programa 0393 – Propriedade Intelectual, do PPA 2004-2007, tendo como executor o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC).

Resta acompanhar cuidadosamente a implementação destas propostas.

DIVULGAR OS CASOS DE SUCESSO

A divulgação de casos de sucesso e a discussão dos insucessos são instrumentos muito poderosos na mudança de atitudes e de cultura. A mídia de ciência poderia dedicar aos casos de sucesso na gestão da propriedade industrial uma pequena fração do espaço que dedica à divulgação de eventos galácticos ou arqueológicos, ou ainda à repetição *ad nauseam* de (quase) sempre os mesmos temas. Essa recomendação é feita reconhecendo que, muitas vezes, a divulgação de informação sobre propriedade intelectual esbarra nas necessidades de sigilo estratégico, por parte de titulares ou interessados.

CRIAR UM INTENSO DIÁLOGO ENTRE PESSOAS LIGADAS À UNIVERSIDADE, AOS INSTITUTOS E À EMPRESA.

É preciso criar e manter um diálogo intenso e contínuo entre pesquisadores e pessoal de empresas, nos planos pessoal e institucional. Esse diálogo deve utilizar todos os meios existentes: palestras, seminários, mesas-redondas, sistemas de consulta e de busca pela Internet. No passado e mesmo atualmente, tem havido muitas ações de cúpula, sempre com

[56] A avaliação de projetos, baseada em estimativas sólidas dos resultados, isto é, do retorno obtido, em faturamento, em lucratividade e *market-share*, é uma prática saudável de P&D industrial e a sua adoção como um dos elementos de avaliação da pós-graduação também é saudável. Entretanto, não se pode esquecer que o tempo de maturação de um projeto industrial é de poucos anos, enquanto que projetos bem-sucedidos no Brasil, como o da Petrobras, da capacitação para a produção aeronáutica, da indústria química, do açúcar e do álcool, além de vários outros produtos do agronegócio, só se mostraram bem-sucedidos depois de algumas décadas. Portanto, uma avaliação concentrada em resultados de curto prazo poderá mostrar-se tanto ou mais nefasta que a avaliação centrada apenas na produção científica de qualidade.

[57] Grifo dos autores.

resultados medíocres. Mais do que ter ações de cúpula é necessário ter ações de base engajando os maiores números possíveis de pesquisadores. Afirmo, baseado em uma experiência de 20 anos e vários sucessos, que esse diálogo vai revelar à academia e às empresas oportunidades de trabalhos conjuntos que não seriam percebidas de outra forma. Vai revelar também as muitas vantagens mútuas das parcerias.[58]

Manter a vinculação entre a questão da propriedade intelectual e as macro-questões pertinentes, em outros foros

A questão da propriedade intelectual está estreitamente ligada a questões muito amplas de política industrial, de comércio internacional e acesso aos frutos das novas tecnologias. Tratá-la em separado é um erro que já teve conseqüências negativas muito importantes sobre a atividade econômica brasileira, nos anos 90. Esse erro não deve ser repetido.[59] Uma ilustração deste problema pode ser encontrada em um discurso do presidente Fernando Henrique Cardoso, em 2001: "A Alca será bem-vinda se a sua criação for um passo para dar acesso aos mercados mais dinâmicos; se efetivamente for o caminho para regras compartilhadas sobre *antidumping*; se reduzir as barreiras não-tarifárias; se evitar a distorção protecionista das boas regras sanitárias; se, ao proteger a propriedade intelectual, promover, ao mesmo tempo, a capacidade tecnológica de nossos povos. E, ademais, se for adiante da Rodada Uruguai (rodada de negociações que resultou na Organização Mundial do Comércio) e corrigir as assimetrias (ler desigualdades) então cristalizadas, sobretudo na área agrícola. Não sendo assim, seria irrelevante, ou, na pior das hipóteses, indesejável".

[58] Há casos exemplares de aproximação mútua bem-sucedida, conduzida por sociedades científicas ou profissionais, especialmente a Abrafati (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas), ABPol (Associação Brasileira de Polímeros), a ABM (Associação Brasileira de Metais) e a SBQ (Sociedade Brasileira de Química).

[59] Ao mesmo tempo em que adotou normas internacionais para a propriedade intelectual em fármacos, o Brasil passou a importá-los de países que, à época, não reconheciam estas mesmas normas.

A LEI DE INOVAÇÃO

A recente Lei de Inovação, cuja regulamentação foi aprovada recentemente, aborda a questão da propriedade intelectual e tem um grande potencial de mudança. Ela não altera a situação nas universidades estaduais paulistas, cuja importância como detentoras de patentes já ficou bem demonstrada neste texto. Por outro lado, ela reitera a necessidade de licitação para o licenciamento exclusivo de patentes, de forma coerente com a Lei nº 8.661. Esta coerência seria razoável se a eficácia da Lei nº 8.661, como elemento de proteção do patrimônio público, estivesse hoje bem demonstrada. Os autores desconhecem essa demonstração, mas conhecem os inúmeros entraves criados pela lei à boa gestão dos recursos públicos e as várias facilidades que ela cria para a malversação dos recursos públicos.

Portanto, vincular o licenciamento exclusivo a uma lei já antiga e de eficácia duvidosa poderá prejudicar iniciativas de inovação, por uma razão muito simples: ela obrigará empresas a revelarem interesses e estratégias de inovação, publicamente.[60] De qualquer forma, a lei é positiva porque poderá intensificar os cuidados com propriedade intelectual nas universidades e institutos de pesquisa federais.

USAR INFORMAÇÃO SOBRE PROPRIEDADE INTELECTUAL EM PROSPECTIVA

Uma necessidade de qualquer sistema de C&T é a de prospecção, de visão antecipada do futuro. A leitura e análise de patentes são uma ferramenta extremamente poderosa para esta finalidade, e um dos autores realizou recentemente um trabalho de prospecção em nanotecnologia, baseando-se principalmente na análise de patentes nesta área.[61]

O *pipeline* de patentes de uma empresa revela, em muitos casos, qual é a sua estratégia de acesso e proteção a mercados e como ela se prepara para obter um bom posicionamento por meio da propriedade industrial. Ela

[60] Da experiência de um dos autores constam pelo menos dois casos em que grandes empresas preferiram custear um projeto com recursos próprios a terem de expor suas iniciativas e estratégias aos órgãos públicos de fomento. Em um dos casos o produto chegou com sucesso ao mercado internacional, no outro caso a empresa está atualmente iniciando a introdução do produto no mercado europeu.

[61] F. Galembeck e M. M. Rippel, Nanotecnologia: estratégias institucionais e de empresas. Relatório ao CGEE, setembro de 2004.

permite que se separem as possibilidades reais de desenvolvimento em prazo médio (pelo menos até 15 anos) da simples ficção científica.

Essa leitura tem de ser feita cuidadosamente e por quem conheça ciência, tecnologia e empresas, porque as patentes também são uma maneira usada pelas empresas para imobilizarem concorrentes ou para fecharem caminhos que poderiam ser usados pelos concorrentes.[62]

[62] Uma das observações que fazem parte do "folclore" mundial da área é que cerca de 80% das patentes de uma das maiores patenteadoras do mundo jamais deverão ser usadas. O seu papel é o de impedir inovações de concorrentes.

Inovação tecnológica – marco regulatório

*Francelino Lamy de Miranda Grando**

1. Contextualização

A crescente preocupação com a qualidade do desenvolvimento econômico das nações com menor grau de crescimento relativo aos países desenvolvidos e os fortes impactos sociais conseqüentes de políticas econômicas, em sua maioria pouco agregadoras de políticas sociais, têm norteado o governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva no delineamento de ações de políticas que levem à inclusão social da maioria da população brasileira.

No âmbito das ações de governo, o Ministério da Ciência e Tecnologia tem constituído um esforço significativo ao formular políticas que visem os seguintes objetivos: conduzam à estratégia de desenvolvimento fundamentada na criação de emprego, desconcentração de renda e inclusão social por via de um vigoroso crescimento, ambientalmente saudável e redutor das disparidades regionais, dinamizado pelo impulso às atividades superadoras da vulnerabilidade externa.

Os avanços tecnológicos, em sua maioria obtidos a partir dos avanços científicos, têm se dado em uma velocidade tão assustadora, dentro de um processo de inovação tão dinâmico, que acabam perpetuando a defasagem tecnológica já existente e criando novas. Mesmo em um país com o nível de desenvolvimento econômico-tecnológico como o Brasil, notadamente fatores internos e externos têm contribuído sistematicamente em sua

* Francelino Lamy de Miranda Grando é secretário de Desenvolvimento Tecnológico e de Inovação, do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

performance econômica, não somente do Brasil, mas de boa parte dos chamados países em desenvolvimento.

Reconhecidamente, criamos ao longo das últimas quatro décadas um forte sistema universitário e um bem-estruturado sistema de pós-graduação, assim como um conjunto considerável de instituições de pesquisa científicas e tecnológicas. Tais instituições têm nos credenciado a um crescimento expressivo da produção científica nacional com uma grande abrangência das nossas competências científicas. Esse esforço tem se traduzido no crescente número de artigos publicados em periódicos internacionais alcançando, em duas décadas, a expressiva marca de 1,5% da participação do Brasil em relação aos demais países no mundo.

Esses resultados expressam a qualidade da nossa capacitação de gerar conhecimento científico. Entretanto, não encontram a devida correspondência no desenvolvimento tecnológico brasileiro, de modo a agregar conteúdo tecnológico aos nossos bens e serviços que levem a uma participação crescente nos mercados doméstico e internacional e que reflitam os necessários benefícios econômicos e sociais para a população brasileira.

É importante lembrar que os gastos do governo federal em ciência e tecnologia sempre foram marcados pela instabilidade do fluxo desses recursos. De modo a contornar essa dificuldade foram criados 14 Fundos Setoriais para pesquisa que responderam por um acréscimo mínimo de R$ 600 milhões no orçamento do MCT em 2003, que tem como perspectiva uma duplicação do orçamento do ministério saltando de cerca de R$ 3,5 bilhões em 2004 para R$ 7 bilhões até o final de 2006. Esses números irão consolidar um cenário de aplicação de cerca de 2% do PIB em ciência, tecnologia e inovação, reiterando assim o compromisso do novo governo com as necessidades de C,T&I do Brasil e, particularmente, com a devida incorporação desses temas à agenda econômica do país.

Novos mecanismos e instrumentos que permitam a geração de riqueza que levem a uma participação efetiva e sustentável da economia brasileira em um cenário internacional, que se apresenta cada vez mais competitivo e desagregador, são prementes. Mas isto requer um esforço conjunto de todos nós. Em uma economia altamente globalizada onde o conhecimento tem um papel relevante e marcadamente crescente, conhecimento quase sempre proprietário, a propriedade intelectual constitui um instrumento fundamental

de geração de riqueza e tem uma função social importante que não devemos esquecer no processo de inclusão das camadas menos favorecidas da sociedade brasileira.

Adicionalmente, a discrepância existente entre a nossa capacidade de gerar o conhecimento científico, da apropriação deste resultado através da propriedade intelectual e sua transformação em tecnologias que tenham valor comercial contribui para aumentar o hiato existente entre a geração própria do conhecimento e a inovação tecnológica. Neste contexto, a promoção de um ambiente favorável à pesquisa e à inovação requer uma participação ativa do setor produtivo, em particular das empresas, no sentido de absorção e transferência das tecnologias geradas nos centros produtores de conhecimento.

2. Marco legal/institucional em propriedade intelectual

Ao longo dos últimos anos ampliamos a nossa infra-estrutura legal e institucional no campo da propriedade intelectual, com leis modernas e abrangentes realizando um esforço no sentido de harmonizar os sistemas de propriedade intelectual aos padrões internacionais, tendo como fundamento que a adequada proteção à propriedade intelectual irá aumentar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, e a necessária transferência de tecnologia.

Relacionando os mais expressivos, desde maio de 1996 dispomos de nova legislação que "regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial", a Lei nº 9.279/96 e seus decretos regulamentares: Decreto nº 2.553/98 (regula patentes de interesse da defesa nacional); Decreto nº 3201/03 (dispõe sobre a licença compulsória nos casos de emergência nacional e interesse público), para citar alguns.

Sob a ótica da proteção dos direitos relativos à propriedade intelectual das variedades vegetais, a Lei nº 9.456/97 institui a Lei de Proteção de Cultivares, de modo a estabelecer normas legais para a "utilização de plantas ou de suas partes de reprodução ou de multiplicação vegetativa no país".

Sob a ótica dos direitos de autor e conexos, a Lei º 9610/98 consolida a legislação sobre direitos autorais e, em marco legal específico, a Lei nº 9609/

98 "dispõe sobre a proteção de propriedade intelectual de programa de computador, bem como sua comercialização no país".

Mais recentemente, as preocupações legítimas de proteção à biodiversidade brasileira, a MP nº 2.186 (16/01) "dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e a transferência de tecnologia para sua conservação e utilização", dentro dos preceitos constitucionais brasileiros (art.225) e conforme o estabelecido na Convenção sobre Diversidade Biológica, da qual o Brasil é um dos signatários.

Cabe ressaltar, que a legislação brasileira em propriedade intelectual encontra-se em consonância com os acordos oriundos da Rodada Uruguai de Negociações Multilaterais do Gatt, como estabelece o Acordo de Trips – *Trade Related Aspects of Intellectual Property* (Acordos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio), incorporado à normativa legal do país desde 1º de janeiro de 1995, que constitui originalmente o Anexo 1C do Acordo Constitutivo da Organização Mundial do Comércio (OMC).

Sob o escopo institucional, no âmbito da Câmara de Comércio Exterior (Camex), foi criado em agosto de 2001 o Grupo Interministerial de Propriedade Intelectual (Gipi) de modo a coordenar as posições de Governo em matéria de propriedade intelectual, tanto das políticas interna e externa.

Mais recentemente, sob o comando do Ministério da Justiça, foi criado em novembro de 2004 o Conselho Nacional de Combate à Pirataria e Delitos Contra a Propriedade Intelectual, com o firme propósito de estabelecer ações efetivas contra os efeitos danosos das atividades ilícitas e de desrespeito aos direitos de propriedade intelectual que repercute na economia brasileira.

3. Deficiências estruturais

Embora dispondo de um marco legal considerado moderno e avançado em propriedade intelectual, o argumento utilizado de que haveria uma diminuição do hiato tecnológico entre os países detentores de tecnologias avançadas e os compradores de tecnologia não tem ocorrido, como demonstrado em diversos trabalhos de organismos internacionais que analisam os avanços tecnológicos no mundo. É sempre interessante recordar

que muitos países, hoje pertencentes ao grupo de países altamente desenvolvidos, introduziram um marco normativo mais forte de propriedade intelectual em setores estratégicos de sua economia somente depois de terem alcançado níveis elevados de competência tecnológica e competitividade internacional. Tendo em vista as desigualdades existentes na capacidade de criação, absorção e difusão de tecnologias, bem como as restrições ao acesso à informação tecnológica, essa defasagem tecnológica só tende a se aprofundar.

Entendemos que o processo de inovação e transferência de tecnologia tem no setor produtivo um forte ponto de apoio às políticas de governo, em particular por meio do estabelecimento de parcerias não só para estimular o processo de inovação e transferência de tecnologia mas, principalmente, no estímulo ao desenvolvimento tecnológico conjunto privilegiando a utilização da capacitação local existente, que no caso brasileiro tem demonstrado elevado nível de competência científica.

O papel secundário que a ciência e tecnologia tem desempenhado no desenvolvimento tecnológico do país tem se refletido nos limites para a geração de tecnologias avançadas em produtos e processos de uso comercial. Por outro lado, o esforço do setor privado não tem se traduzido em expressivos resultados no campo da propriedade intelectual, em particular nos títulos de direitos de propriedade, quando, por exemplo, observamos que em 1980 o número de patentes concedidas correspondentes ao Brasil no escritório americano USPTO é de 24, e em 2000, ou seja 20 anos mais tarde, é de apenas 98.

Esses dados não diferem muito quando tratamos do número de pedidos de patente de invenção depositados no escritório norte-americano: em 1980, cerca de 53 pedidos, e em 2000 em torno de 220 pedidos de patentes de invenção. Comparativamente a outros países com níveis de crescimento econômico próximos aos do Brasil naquele período, como a Coréia que salta de 33 pedidos de patentes para 5.705, Singapura de 6 para 632, ou mesmo a China que cresce de 7 para 469 pedidos de patentes de invenção, os resultados do Brasil não expressam o elevado nível de crescimento econômico que sempre nos foi atribuído. Esses dados nos levam a uma reflexão mais cuidadosa do papel que o setor produtivo deve desempenhar no processo de desenvolvimento tecnológico e inovação.

Mesmo se analisarmos os depósitos de pedidos de patentes efetuados via o Acordo de Cooperação em Patentes/*Patent Cooperation Treaty (*PCT), da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (Ompi) que possibilita os pedidos em 123 países, sinalizando o desempenho da inovação tecnológica desses países e tem impulsionado os pedidos de patentes brasileiras, observamos resultados pouco expressivos para o Brasil. Nesse ranking a posição brasileira é da ordem de 0,2% do total de pedidos feitos, correspondendo a 221 pedidos de patentes no mundo em 2003. Comparativamente à China com 1205 pedidos e à India com 611, o Brasil se coloca em 6º lugar no ranking dos países chamados emergentes. A Coréia aparece em 7º lugar no ranking total dos países com 2.947 pedidos, representando 2,7% do total, atrás da Holanda com 4.180 (3,8%), França com 4.723 (4,3%), Reino Unido 6.090 (5,5%), Alemanha 13.979 (12,7%), Japão 16.774 (15,2%) e liderando o ranking os Estados Unidos com 39.250 pedidos de patente representando 35,7% do total desses países.

Estudos recentes, realizados por instituições internacionais como o *World Economic Forum* e o *International Institute for Management Development,* que analisam indicadores de competitividade e conseqüentemente têm impactos na comunidade internacional de negócios, ressaltam a importância da capacidade dos países de criar inovações tecnológicas para alcançar e manter o diferencial competitivo nas relações de comércio, sejam internas ou externas. Entretanto, os indicadores apresentados para o Brasil demonstram claramente a nossa posição de desvantagem não somente em relação aos países desenvolvidos, mas também a alguns países chamados emergentes, considerando os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, sejam os gastos totais, a participação percentual no PIB ou os gastos do setor privado, entre outros, estando em 2004 na 46ª posição de um total de 104 países analisados e na 57ª posição no ranking total de competitividade no mesmo ano, apresentando tendência de queda em relação a 2003 (54%).

Segundo análises da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), apenas para citar alguns números, comparativamente aos Estados Unidos, que gastam cerca de US$ 282 bilhões e a China com US$ 12,6 bilhões, os dispêndios totais de P&D do Brasil são da ordem de US$ 4,6 bilhões em 2000. A representatividade desse número em relação ao PIB brasileiro é menos de 1%, semelhantes a países como a Espanha, mas significativamente distante das economias desenvolvidas. Os

investimentos americanos em pesquisa e desenvolvimento são de 2,8% do PIB daquele país e da China 1,1%. Os indicadores para os investimentos realizados em P&D pelo setor privado brasileiro também estão bem distantes em relação a esses países, representando para os Estados Unidos e a China US$ 209,9 bilhões e US$ 7,6 bilhões, respectivamente, enquanto os gastos atribuídos ao Brasil são da ordem de US$ 2,79 bilhões.

Na atribuição dos gastos em pesquisa e desenvolvimento no Brasil, o governo federal responde por cerca de 42% e embora o setor empresarial tenha uma participação crescente neste processo da ordem de 35%, pesquisas realizadas por instituições brasileiras junto ao empresariado nacional revelam que no universo analisado, que congrega empresas multinacionais e de capital nacional, bem como empresas de pequeno e médio porte, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento raramente ultrapassaram 1% do faturamento anual das empresas. Adicionalmente, revelam que não somente investem pouco em P&D como desenvolvem poucas atividades inovativas no país. Na análise das próprias empresas ocorre uma "falta de cultura corporativa de valorização do conhecimento local". As empresas analisadas reconhecem, porém, "a importância de restaurar um espírito empreendedor em suas empresas, reconhecendo que as inovações raramente ocorrem em organizações pouco empreendedoras".

Essas avaliações acrescentam um aspecto importante para a nossa discussão de fomento à criação nas empresas e universidades: o reconhecimento do potencial no ambiente brasileiro, que dispõe de pessoas com criatividade e versatilidade que não estão sendo devidamente utilizadas nas atividades inovativas, reforçando pontos que devem ser explorados. O baixo índice de pesquisadores engajados nas atividades das empresas contra o elevado índice dos que estão na academia, proporção de 20% contra 80%, respectivamente, tem sido um dos fatores apontados para o baixo desempenho atribuído aos indicadores de inovação tecnológica. Essas constatações reiteram a questão mencionada anteriormente: a necessidade de utilização da capacidade local existente para agregar os esforços desse governo no estímulo à transferência de tecnologia e à promoção da inovação tecnológica.

Considerando que o conhecimento estabelece as bases para a geração de novos conhecimentos e cria novas oportunidades para as empresas, se faz necessário um engajamento cada vez maior do setor produtivo não apenas

nas atividades de pesquisa e desenvolvimento mas principalmente restaurando e estreitando as parcerias tecnológicas, mobilizando as competências existentes nas universidades, empresas e instituições de pesquisa tanto no país como no exterior. Nesse contexto, a propriedade intelectual, particularmente as patentes, tem se apresentado como um instrumento fundamental, fornecendo o estímulo necessário para a cooperação mais estreita entre o meio acadêmico e a indústria.

O estabelecimento de um ambiente institucional adequado e de mecanismos que estimulem a transferência dos resultados de pesquisa na esfera de C&T para o setor produtivo, de modo a tornar efetivo o desenvolvimento tecnológico por meio das inovações decorrentes dos resultados das atividades criativas financiadas por recursos públicos que levem a resultados comerciais com benefícios econômicos e sociais constitui um grande desafio. Esse é o nosso propósito na construção de uma nova política de inovação tecnológica para o país. Além de ampliar o esforço do setor privado no estímulo à inovação tecnológica , inclusive com repasse de recursos financeiros, é também importante incentivar os estados a investirem em pesquisa e desenvolvimento, considerando que constitui uma obrigação de todos construir alternativas para o futuro.

4. Lei de Inovação Tecnológica

a) Evolução

Para alcançarmos os objetivos mencionados, a superação do desenho da ciência e tecnologia atual passa pela necessária formulação de um estatuto voltado ao aperfeiçoamento dos mecanismos (i) de gestão das universidades públicas e institutos de pesquisa, (ii) de parceria com a iniciativa privada e (iii) de dinamização da transferência de tecnologia ao setor industrial. Em linhas gerais, o encaminhamento do Projeto de Lei de Inovação Tecnológica, PL n.º 7282/2002, teve como finalidade atender a essas necessidades. Muito embora o reconhecido avanço, o projeto de lei original apresentava pontos sensíveis que requeriam maior avaliação e poderia conter ainda proposições mais ousadas.

O Ministério da Ciência e Tecnologia, em âmbito interno e com a colaboração de atores interessados da sociedade, em um amplo processo de

discussão baseado em um conjunto de estudos analisou os pontos polêmicos ou omissos, eventualmente contidos no projeto de lei original, os quais apresento a seguir de forma resumida:

• Transferência e licenciamento de tecnologia (art. 3º): o PL original não ultrapassou o desafio de propor regras inovadoras de escolha pública para licenciamento de tecnologia ao setor produtivo, de forma a dinamizar o processo que hoje observa a legislação de licitações, cujo conteúdo sabidamente não atende às peculiaridades da área de ciência e tecnologia;

• Relação entre as instituições de pesquisa e as fundações de apoio: (i) a criação de mecanismos transparentes de flexibilização do objeto dos contratos firmados entre as instituições de pesquisa e as fundações de apoio à pesquisa, e (ii) definição das regras envolvendo a remuneração de pesquisadores pelas fundações de apoio à pesquisa.

• Licença temporária do pesquisador para constituição de empresa de base tecnológica (art. 13): a previsão contida no projeto de lei não especificava pontos cruciais do afastamento do pesquisador para desenvolver empresa de base tecnológica, tais como, (i) a titularidade das criações ou contrapartida à instituição licenciadora, e (ii) as exceções nos casos de criações de interesse à defesa nacional ou relevante interesse público.

• Exoneração solicitada pelo pesquisador para continuidade da empresa de base tecnológica (art. 14): o projeto de lei, sob o pretexto de incentivar a inovação tecnológica, acabava não o fazendo com relevância e ensejava um ônus financeiro às instituições de pesquisa, cuja obrigação seria indenizar o pesquisador que solicitaria exoneração para criar empresa própria.

• Normas reguladoras das parcerias entre a União, instituições de pesquisa e agências de fomento com as empresas privadas (arts. 18 e seguintes): o capítulo destinado à regulamentação das ações de cooperação entre as entidades públicas e a iniciativa privada passava ao largo de uma definição de estratégia, de procedimentos e de princípios norteadores dessa relação. Era necessário definir um contexto normativo que viabilizasse a efetiva formulação de parcerias, e não a mera concessão de recursos públicos à iniciativa privada.

Esse conjunto de estudos apresentado nos principais eventos relacionados ao tema da inovação tecnológica contribuiu como subsídios

para o aperfeiçoamento do projeto de lei original, evidenciado não somente pela imprescindível participação da sociedade, mas também pela urgente mudança cultural na relação entre instituições públicas e empresas privadas. Os elementos nascidos dos debates foram analisados e delineados como contribuição efetiva do Executivo ao processo democrático de discussão e enviado ao Congresso Nacional pelo Excelentíssimo Sr. Presidente da República, do PL nº 3.476/04, em maio de 2004, que resultou em sua aprovação.

É relevante destacar que este novo projeto de lei do Executivo tramitou em 60 dias na Câmara para o aperfeiçoamento do texto normativo da Lei de Inovação e foi aprovado com amplo apoio de todos os partidos políticos, bem como no Senado Federal. Com este instrumento de política o governo e a sociedade reconhecem a importância estratégica e apoiam decididamente uma virada dos esforços para focar o desenvolvimento tecnológico do parque industrial brasileiro.

A Lei de Inovação "que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica no ambiente produtivo e dá outras providências" foi sancionada pelo Presidente da República como Lei nº 10.973, de 02 de dezembro de 2004. O conjunto de medidas contemplados na Lei de Inovação apresenta uma significativa reestruturação do texto original de modo a formular medidas de incentivo à inovação científica e tecnológica, com um esforço concentrado na pesquisa, desenvolvimento e inovação que contribuam para aumentar a competitividade nos mercados interno e externo e o melhor aproveitamento do capital intelectual do país.

b) Novo Arcabouço Legal – Lei nº 10.973/04

No escopo da nova Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), desenhada neste governo, a inovação e o desenvolvimento tecnológico constituem elementos centrais para atender os objetivos nacionais juntamente com a inserção externa, a modernização industrial e a capacidade em escala produtiva do país. Estas questões são direcionadas para reforçar segmentos prioritários cuja atividade econômica são fortemente baseadas no conhecimento que avançam muito rapidamente, ou sejam, bens de capital, *software*, microeletrônica e fármacos e cujo dinamismo tem enorme impacto nas respectivas cadeias produtivas.

É importante observar porém, que prioridade não significa exclusividade; a prioridade fixa o rumo preferencial, apontando para setores que pelo seu caráter transversal implicam em maior efeito sobre os demais. Além disso, o MCT tem perfeita consciência de que o que será vital para o desenvolvimento tecnológico do país em um horizonte de 30 anos deve ser objeto da pesquisa científica hoje, o que remete para a necessária abrangência da política de C,T&I, em relação às demais, sem que se perca de vista a necessária organicidade das políticas públicas.

As condições de acesso à tecnologia mudaram significativamente nos últimos 50 anos. Com efeito, as tecnologias dominantes, notadamente no que se refere à indústria pesada e de bens de capital, estavam disponíveis para transferência na forma de pacotes, no início do processo de substituição de importações. Hoje, ao contrário, as tecnologias nos setores de fronteira estão mais distantes dos mecanismos usuais de transferência ou cercados por salvaguardas, o que remete para a necessária construção de estratégias que nos permita reduzir o hiato tecnológico, inclusive pela criação de mecanismos de incentivos de parcerias. Nesse contexto, a nossa capacidade de gerar propriedade intelectual com potencial de realização no mercado é fundamental, de modo a possibilitar o avanço tecnológico e o aumento da competitividade nos mercados nacionais e internacionais.

A objetividade e a transparência nas parcerias entre as entidades públicas e a iniciativa privada, bem como a criação destes novos mecanismos de fomento à inovação tecnológica viabiliza uma cultura empreendedora que irá permitir significativos avanços no fortalecimento da competitividade do setor produtivo nacional, conseqüentemente fortalecendo as relações comerciais internacionais mas sobretudo gerando novos empregos, aumentando a renda e o desenvolvimento econômico visando a melhoria da qualidade de vida e o bem-estar da população.

De modo a estimular o processo de inovação nas instituições públicas de pesquisa, a Lei de Inovação apresenta um mecanismo de grande relevância que é a transferência e o licenciamento de tecnologia das nossas universidades e institutos de pesquisa públicos para o ambiente produtivo. Ao trazer uma modificação no texto da Lei nº 8.666/93 dispensando das modalidades de licitação na contratação para transferência e licenciamento de tecnologia pelas instituições científicas e tecnológicas, permite o que chamamos de

encomenda tecnológica em consonância com as prioridades e estratégias das políticas nacionais voltadas para o desenvolvimento econômico. Nesse sentido, a nova lei aprovada estabelece duas formas de tratamento para viabilizar essas contratações: a contratação com cláusula de exclusividade para exploração da criação por meio de chamada pública objeto de regulamentação, e na outra hipótese, contratação sem exclusividade de exploração no que é permitido às instituições públicas de pesquisa fazê-lo diretamente.

Temos com este mecanismo um estimulo significativo para a construção de um ambiente de inovação, superando os obstáculos que impediam a exploração pela sociedade de produtos e processos inovadores por intermédio do aporte de recursos públicos direto às empresas nacionais, fomentando a pesquisa e o desenvolvimento no país. Nesse sentido, irá se consolidar de forma clara e objetiva a relação entre as entidades públicas e o setor produtivo nacional na exploração econômica de produtos e processos resultantes das pesquisas financiadas com recursos públicos.

Considerando ao mesmo tempo o papel desempenhado pelas micro e pequenas empresas, inclusive as nascentes e incubadas, notadamente entre as empresas de base tecnológica, é necessário articular, integrar e viabilizar órgãos, instituições, entidades e agentes regionais. É preciso investir mais, tanto o setor público como o setor produtivo privado, em infra-estrutura e serviços tecnológicos, por meio das ações do Programa Tecnologia Industrial Básica (TIB), do extensionismo tecnológico, da qualificação de recursos humanos e da inserção de técnicos qualificados no tecido produtivo.

No âmbito da Lei de Inovação, outro comando legal relevante é a permissão às instituições científicas e tecnológicas (ICT) para a prestação de serviços de consultoria especializada, regularizando a relação entre as instituições públicas de pesquisa, as fundações de apoio e o pesquisador público brasileiro, permitindo uma relação de parceria mais estreita e transparente, necessária no convívio público-privado, relacionamento que até o presente tem se dado de forma artificial, para não dizer mesmo "velada". O adequado tratamento dessa questão provoca uma conseqüência importante que é o pagamento de remuneração ao pesquisador envolvido através de adicional variável conforme previsto no art. 9º do novo texto legal.

Adicionalmente, essa parceria público-privada, para o desenvolvimento de projetos de pesquisa científica e tecnológica, prevista na Lei de Inovação, impõe a realização de contrato de modo a tratar da titularidade da propriedade intelectual das criações resultantes dessa relação de parceria, estabelecendo um percentual mínimo de 5% no oriundos dos ganhos econômicos da exploração comercial resultante da atividade criativa.

Nesse contexto, de modo a valorizar o pesquisador no processo de inovação, estão previstas modalidades para a contratação de pesquisadores através de: 1) bolsa de estímulo à inovação para as hipóteses de projetos cooperativos entre instituições públicas de pesquisa e empresas; 2) remuneração pecuniária para as hipóteses de prestação de serviços pelas instituições públicas de pesquisa às empresas; e, 3) a participação nos ganhos econômicos advindos da transferência de tecnologia em até 1/3 do total, em consonância com o estabelecido na Lei de Propriedade Industrial (Lei nº 9.279/96).

De modo a estimular atividade empreendedora latente nas instituições científicas e tecnológicas brasileiras, novas medidas foram adequadamente previstas. Após um amplo processo de discussão e análise de suas implicações foram estabelecidas as regras para que o pesquisador possa se dedicar a atividades em uma instituição privada e até mesmo migre da universidade para o setor privado, sem entretanto receber nenhum prêmio pecuniário.

Estas regras possibilitam que o pesquisador público interessado possa se afastar por um prazo de até três anos renovável por igual período para estabelecer atividade empresarial relativa à inovação. Dessa forma foi eliminada a proposta de indenização ao pesquisador, apresentada no projeto de lei original, considerando que essa medida não traria benefício relevante para a sociedade, conduzindo a um ônus injustificado para as instituições científicas e tecnológicas que além de terem suas próprias dificuldades de ordem financeira, estariam sujeitas à perda de seu capital intelectual e ainda seriam obrigadas ao pagamento de uma indenização por esta ausência dos seus quadros.

A Lei de Inovação também contempla o pesquisador independente, ao garantir uma interlocução entre esse particular e as instituições científicas e tecnológicas, de modo a garantir o suporte técnico necessário para a proteção de sua atividade intelectual criativa que possa resultar numa idéia inovadora.

Finalmente, é de destacar um importante aspecto do texto legal que prevê a possibilidade da concessão de recursos financeiros, humanos, materiais ou de infra-estrutura ao setor produtivo nacional. Essa medida sinaliza uma mudança cultural e ideológica significativa e ousada ao permitir a utilização de recursos públicos pela iniciativa privada superando um ponto polêmico na discussão da Lei de Inovação que é o fomento direto ao setor produtivo, de modo a fortalecer a atividade inovadora que resulte em produtos e processos que venham de fato a contribuir para o aumento da competitividade da indústria nacional.

O desenvolvimento de inovação com aporte de recursos públicos sob a forma de subvenção econômica, tal como estabelecido na Lei de Inovação, constitui uma novidade cujo comportamento ainda deveremos conhecer. Nossa percepção é no sentido de que o conjunto de instrumentos de C,T&I, como por exemplo a gestão dos fundos setoriais de maneira integrada, irá funcionar, com a progressiva inserção de empresas e de entidades empresariais, em uma cultura de inovação auxiliando as empresas a enfrentar os diversos desafios a que são permanentemente submetidas.

Cabe ressaltar, que a Lei de Inovação não constitui um instrumento de política isolado. Como disposto no art. 28, estabelece medidas tributárias favoráveis às atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação nas empresas, a ser implementado por lei, que se encontra em processo de construção e cujos pontos principais estão a relacionados a seguir:

• Recuperação e aperfeiçoamento dos atuais incentivos;

• Considerar o porte das empresas e localização em regiões incentivadas (Norte, Nordeste e Centro-Oeste);

• Introduzir automatismo em alguns incentivos, com controle *ex post* de resultados;

• Compensação de impostos:

– desoneração parcial de encargos sobre recursos humanos, para estimular a constituição das áreas de P,D&I nas empresas;

– estímulo à contabilização em apartado dos investimentos em infra-estrutura, recursos humanos e custeio das atividades de P,D&I nas empresas;

– sobre produtos novos de conteúdo inovador relevante;

– sobre os investimentos/aplicações feitos em empresas inovadoras (capital de risco);

– para o inventor independente;

– sobre resultados econômicos advindos da aplicação da Lei de Inovação pelas ICTs.

É importante enfatizar que o marco legal de estímulo às atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação permitirá viabilizar mecanismos de desenvolvimento tecnológico, tendo como elemento fundamental o ambiente produtivo estimulando a cultura de inovação nas instituições de pesquisa, mas tendo como foco principal as empresas e a agilização de mecanismos de transferência de resultados de pesquisa e tecnologia geradas no ambiente acadêmico para o setor produtivo.

5. TIB E A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Nesse ponto cabe uma referência mais detalhada ao Programa TIB. Se a Tecnologia Industrial Básica já era essencial para a competitividade das empresas na era anterior à caracterizada pela economia do conhecimento, ela se torna mais vital hoje, quando o diferencial de competitividade dos países em escala global é conferido por sua capacidade de desenvolvimento tecnológico e de inovação. Prova disso é a importância que vários países têm atribuído em suas respectivas políticas públicas em prol da inovação às estruturas de suporte tecnológico (metrologia, normalização e regulamentação técnica, avaliação da conformidade, informação tecnológica, gestão e propriedade intelectual, dentre outros serviços especializados de suporte à inovação).

De imediato se reconhece a necessidade de medir: medir mais, medir melhor, medir novas grandezas, medir valores menores, ensaiar... A medição é inerente ao processo de inovação seja ela transformadora – a menos comum, a que mais impacta e que muda radicalmente o modo de se fazer algo (o

automóvel, o computador, o telefone celular); substancial, quando apresenta grau significativo de novidade e valor ao cliente (o *walkman,* o celular com câmara); ou incremental, a mais comum e que traz alguma novidade a algo existente. Em cada etapa, da pesquisa científica ao controle do processo de produção, passando pelo desenvolvimento e ensaio do produto, medir com confiabilidade é essencial. Se reconhece também a necessidade de patentear e de demonstrar conformidade a requisitos especificados em normas e regulamentos técnicos, sem esquecer o *design*, essa importante tecnologia de produto, capaz de agregar valor de forma significativa ao objeto da inovação. Portanto, com a ênfase estratégica atribuída à inovação, prevê-se crescimento da demanda por serviços de TIB, os quais, por sua vez, devem ser cada vez mais ágeis e suas estruturas técnicas mais capilares.

Embora todos os serviços TIB sejam importantes para o processo de inovação, este artigo se atém mais à questão laboratorial, pois sua infra-estrutura é a mais complexa, a que mais demanda recursos financeiros e recursos humanos capacitados e representa a base para todas os outros serviços, indissociáveis da necessidade de medir. Assim, ao refletir sobre o contexto da metrologia e de ensaio e apontar alguns dos aspectos críticos da organização de suas atividades no Brasil, está-se, por extensão, apontando para seus reflexos nos demais domínios da TIB.

A preocupação com a medição tem se tornado cada vez mais presente nos mais variados setores e levou o Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) e os principais institutos nacionais de metrologia (INM) a estudar as necessidades em termos de metrologia no mundo, as quais vêm sendo espetacularmente ampliadas com o processo de globalização e face aos principais desafios científicos e tecnológicos. O relatório preparado pelo próprio CIPM, o estudo sobre cenários futuros de pesquisa e desenvolvimento preparado pelo Conselho Nacional de Pesquisa americano (*National Research Council* – NRC), por encomenda do *National Institute of Standards and Technology* (NIST), e o planejamento estratégico do NIST para 2010, por exemplo, são documentos que merecem leitura cuidadosa.

O cenário que se descortina para a metrologia está intimamente ligado ao ambiente no qual se processam os avanços científicos e tecnológicos e, conseqüentemente, a inovação. Esse ambiente é caracterizado pela rapidez das descobertas, pelas complexas transformações econômicas resultantes

dos avanços citados, pelo fato de que muitas empresas estão se tornando verdadeiramente globais em alguns setores, pelo tanto de inovações oriundas de setores e empresas sem tradição formal de pesquisa e desenvolvimento e, também, pelas preocupações sociais quanto aos efeitos das novas tecnologias. As áreas de maior potencial inovador são aquelas de caráter multidisciplinar e que representam interfaces entre vários campos do conhecimento e, naturalmente, apresentam maiores desafios em termos de metrologia – os principais exemplos são a biotecnologia, a nanotecnologia, novos materiais (incluindo os chamados materiais inteligentes) e a tecnologia da informação. Com os avanços da pesquisa científica, muitas vezes a metrologia disponível fica aquém das necessidades dos pesquisadores – e até dos regulamentadores logo depois, como foi o caso há pouco tempo com a determinação do conteúdo em alimentos de organismos geneticamente modificados. Em outras ocasiões, principalmente por conta dos progressos em áreas multidisciplinares e das tecnologias emergentes, não se tem a certeza do que realmente medir ou se descobre a necessidade de medir propriedades físicas para as quais ainda não foi estabelecida rastreabilidade. Portanto, a necessidade por metrologia básica é acompanhada, em muitos casos, pela necessidade do estabelecimento de toda a cadeia de rastreabilidade até se chegar ao usuário final das medições. Por outro lado, os avanços na metrologia científica têm permitido a realização de unidades de medição com base em fenômenos quânticos e sua utilização em instrumentos já disponíveis comercialmente a preços acessíveis. Aquelas empresas que têm necessidade de medições com a mais baixa incerteza disponível no mercado, sejam elas empresas que dispõem de laboratórios internos para controle de qualidade ou empresas prestadoras de serviços de medição e de calibração, têm adquirido padrões praticamente do mesmo nível daqueles disponíveis no instituto nacional de metrologia, o que provoca mudanças na estruturação e nas atividades de manutenção da cadeia de rastreabilidade em um país.

A percepção mundial, expressa nos documentos citados anteriormente, é que a demanda por medições exatas e confiáveis tem crescido não só no setor industrial e naquelas atividades relacionadas ao comércio, seja interno ou internacional, mas, também, nas áreas da saúde e segurança, da proteção do meio ambiente, das comunicações, do agronegócio e em todos os campos da ciência e engenharia. O cenário de grandes avanços científicos e rápidas mudanças tecnológicas motiva investimentos na pesquisa e desenvolvimento de técnicas de medição novas ou cada vez mais sofisticadas, também

necessárias ao desenvolvimento, reprodução e comercialização de um produto ou de um processo decorrente das inovações produzidas. Essa tem sido a principal razão dos maciços investimentos feitos pela Alemanha, pelos Estados Unidos e pelo Reino Unido, em metrologia de ponta e em novas e sofisticadas instalações laboratoriais de seus INM, exemplo esse que está sendo seguido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) com a implantação de seus laboratórios de metrologia em química e para materiais. No Brasil, entretanto, as outras áreas da metrologia, no nível de padronização nacional, carecem de mais investimentos para aperfeiçoamento de técnicas de medição e renovação de equipamentos, instrumentos e instalações, de modo a que o país possa acompanhar o passo da metrologia mundial e atender à demanda por rastreabilidade nos níveis requeridos pelo setor produtivo.

É de se destacar, também, que a metrologia se torna cada vez mais necessária em estágios cada vez mais precoces no processo de desenvolvimento tecnológico e de inovação, já que medições e ensaios de materiais, partes e componentes são necessários para verificação da adequação de características e respostas ao uso pretendido ou para estudo dos efeitos das modificações introduzidas, mesmo antes da etapa intermediária caracterizada por ensaios de protótipos e de corridas experimentais de processos. Espera-se, portanto, que cresça a demanda por laboratórios que possam dar suporte de medições, ensaios e análises, com a agilidade necessária, expectativa que ganha reforço quando também se pensa na modalidade mais comum de inovação, a incremental.

Cabe aqui uma reflexão quanto à adequação do número de laboratórios disponíveis e da abrangência de seus serviços tecnológicos à distribuição geográfica e à intensidade da demanda, levando-se em conta a expectativa do crescimento da atividade de inovação no Brasil, de modo a que se possa conferir prioridade aos investimentos a serem feitos.

Embora ainda não seja possível uma análise em profundidade dessa questão, já que se tem mais dados sobre a oferta do que sobre a demanda e ainda não se dispõe de uma estimativa do aumento desta como conseqüência indireta da Lei de Inovação, pode-se trabalhar com alguns grandes números da chamada matriz laboratorial brasileira. Sua identificação não é exaustiva, pois muitos laboratórios instalados dentro de instituições e empresas e até

fora delas não possuem vinculação a nenhuma estrutura formal de reconhecimento ou de associação, como a uma rede por exemplo. Pode-se analisar, entretanto, dados disponíveis sobre os laboratórios de calibração, ensaios e análises (i) acreditados pelo Inmetro (Rede Brasileira de Calibração – RBC e Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE), (ii) oficiais (Laboratórios Centrais de Saúde Pública) e habilitados pela Anvisa (Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde – Reblas), (iii) oficiais e credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa – Rede Vegetal e Rede Animal), (iv) do Serviço Nacional de Aprendizagem na Indústria (Senai), e (v) filiados às Redes Estaduais de Metrologia (Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul).

Os dados coletados em dezembro de 2004, nos sítios virtuais das instituições mencionadas, indicam que elas congregam cerca de dois mil laboratórios, descontando-se a acreditação ou reconhecimento por mais de um organismo, e apresentam uma concentração nas Regiões Sudeste e Sul (82%), ou seja, uma distribuição regional aparentemente coerente com a distribuição do produto interno bruto[1] (PIB): 75 % (SE+S) e 25% (N+NE+CO). Entretanto, os dados mostram que, tipicamente, um laboratório no Sudeste pode ofertar muito mais tipos de calibrações e ensaios do que outro no Nordeste, o que levará um mapeamento por tipo de serviço ofertado (por exemplo, ensaios de tração e de impacto, ao invés de ensaios mecânicos) a uma distribuição regional diferente. Tal distribuição mereceria análise mais cuidadosa para se poder comentar sua adequação, pois cada grande rede tem um objetivo diferente, como no caso dos laboratórios do Mapa, cuja distribuição poderia ser comparada com o PIB agropecuário (66% para Regiões Sudeste e Sul), e no caso da saúde, cuja rede é composta por laboratórios analíticos, de equivalência farmacêutica e de provedores de ensaios de proficiência da Reblas, os quais atendem ao setor produtivo prestando serviços laboratoriais relativos a análises prévias, de controle fiscal e de orientação de produtos sujeitos ao regime da vigilância sanitária, e por laboratórios centrais de saúde, que realizam análises de controle fiscal.

Quanto à abrangência dos serviços prestados, também se verifica uma concentração nas mesmas Regiões Sul e Sudeste, que ofertam 100% dos tipos de serviços, enquanto nas outras regiões esta oferta não passa de 50%,

[1] Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística referentes a 2001.

com poucos laboratórios instalados. Adicionalmente, existem muito poucos laboratórios no país para algumas áreas, como é o caso para acústica e vibração, óptica, viscosidade, vazão, eletromédicos, dentre outras. A indisponibilidade de certos ensaios dificulta o processo de inovação, tornando-o mais lento.

Outro ponto a notar é que 53% dos laboratórios do Senai e 20% daqueles filiados às redes estaduais são acreditados pelo Inmetro. No primeiro caso, verifica-se a importância conferida pelo Senai a poder ofertar serviços acreditados ao setor produtivo, assim contribuindo para sua competitividade. No caso das redes estaduais, fica confirmado seu importante papel na disseminação da cultura metrológica, já que atingem laboratórios que, de outra maneira, teriam poucas oportunidades de conscientização da importância da acreditação como reconhecimento de sua competência técnica e muito mais dificuldade de acesso a importantes informações, disponibilizadas pelas redes por meio de eventos, cursos e consultoria.

Constata-se, também, que no Brasil o número de laboratórios acreditados pelo Inmetro para ensaios e para calibração é praticamente o mesmo. Nos países desenvolvidos, seguindo a lógica da pirâmide da rastreabilidade (do instituto nacional para os laboratórios de calibração para os laboratórios de ensaio para o usuário final), há um número muito maior de laboratórios de ensaios acreditados do que aqueles de calibração: um mero exemplo – ensaios de impacto e calibração de máquinas de ensaio de impacto – extraído dos dados disponíveis no sítio do *United Kingdom Accreditation Service* (Ukas), mostra uma relação de sete para um. Há de se perguntar por que no Brasil é diferente: são os usuários finais muito diferentes daqueles dos serviços de calibração? falta divulgação? falta exigência de ensaios e análises acreditados por parte dos órgãos regulamentadores?

Cabe aqui enfatizar que a análise da oferta, em termos absolutos e relativos, pode lançar luz sobre lacunas qualitativas na matriz laboratorial brasileira, mas somente a avaliação da demanda de serviços, a qual não é trivial, permitirá quantificar as reais necessidades e auxiliar no estabelecimento de prioridades, face ao alto número de projetos apresentados que solicitam apoio para implantação, ampliação ou consolidação de laboratórios. Com relação a essa análise, dois cuidados se impõem: o primeiro se refere à disponibilidade do serviço nas regiões que concentram a demanda,

pois a correlação é natural e admissível, pelo menos em um primeiro momento; o segundo cuidado se refere ao processo de inovação, mormente com o ambiente que se espera instalar no Brasil com a Lei de Inovação, pois nesse caso a pouca dimensão da infra-estrutura nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste pode se constituir em fator inibidor do processo.

Vários pontos foram aqui levantados como contribuição à reflexão sobre as potencialidades e os desafios a serem enfrentados para que a infra-estrutura de laboratórios seja tal que os serviços e o intercâmbio de informações facilitem o processo de inovação. Entretanto, como mencionado anteriormente, outros serviços TIB também são fundamentais à inovação, devendo ser destacados aqueles relativos à propriedade intelectual, seja para patenteamento da inovação seja para negociação de direitos quando da transferência de tecnologia.

Outro aspecto central à política de inovação é a capacitação de recursos humanos em todos os níveis, o que implica em investimentos na formação de uma cultura inovadora que vá desde a popularização da ciência e tecnologia em geral, passe pela divulgação da importância da infra-estrutura tecnológica de suporte, pela capacitação das empresas e vá até cursos específicos e pós-graduação. Duas importantes estruturas, o Senai e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), desempenham papel estratégico nesse contexto não só pela compreensão e dedicação ao tema mas, também, por sua capilaridade.

A despeito dos importantes investimentos do Programa TIB a serem comemorados, há de se ressaltar que as necessidades e prioridades se modificam, com os próprios avanços tecnológicos e com as mudanças de paradigma e na economia do país e do mundo, e que os investimentos públicos e privados devem manter a continuidade, já que o melhor investimento em ciência e tecnologia é aquele que é permanente e que consolida a infra-estrutura necessária e estratégica ao desenvolvimento do país.

O aperfeiçoamento dessa mesma infra-estrutura, a qual necessita ser forte em todo o Brasil, deve se valer da identificação da existência de demanda e de oferta, da análise da vocação dos institutos e laboratórios e levar em conta as prioridades nacionais e regionais. Não se pode prescindir da existência da demanda local para, pelo menos, alguns elos de uma ou mais

cadeias produtivas, pois a sinergia gerada pela demanda é bastante importante para a inovação.

A identificação de institutos de pesquisa tecnológica, escolas e centros do Senai, universidades, organizações regionais de empresários, agregados no que se pode chamar de base tecnológica territorial, evidencia a necessidade da difusão tecnológica, do extensionismo tecnológico, da capilaridade de incentivos fiscais e creditícios visando a efetiva absorção de tecnologia e compreensão da importância dos serviços tecnológicos pelos próprios destinatários para cujo robustecimento a TIB tem papel importante.

Com esse conceito espera-se que o prestador de serviços especializados de TIB não se limite ao atendimento de demanda, mas seja também e sobretudo um agente catalisador dos elementos que condicionam o processo de inovação. Compreendida, pois, em uma dimensão de caráter estratégico, essa base tecnológica territorial constitui o *locus* privilegiado para a prática de TIB como instrumento de inovação, entre outros, e como facilitadora de acesso a mercados. É possível favorecer assim, pelo estímulo intrínseco às potencialidades regionais, o rompimento da disparidade que vem se perpetuando na distribuição do PIB industrial.

A PITCE e a Lei de Inovação são caminho e passo, marcadores de direção. O passo à frente representado pela Lei de Inovação contribui para romper o círculo vicioso que até hoje mantém o mútuo distanciamento entre a universidade e a empresa. Outras contribuições são necessárias, diretamente incidentes sobre o setor produtivo, para propiciar maior disseminação do valor econômico da inovação no negócio ou no ramo próprio de cada empresário. A sociedade tem energia e criatividade para avançar rapidamente e a Lei de Inovação é um passo importante para a construção do sistema nacional de inovação.

Referências

1. BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Dispêndios em pesquisa e desenvolvimento 2000-2002. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/portugues/2_Recursos_Aplicados/tabelas/tab2_5_2.htm.>.

2. _____. Pesquisadores e pessoal de apoio envolvidos em pesquisa e desenvolvimento em relevância de tempo integral, por setor institucional e categoria.

Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/portugues/3_Recursos_Humanos/tabelas/tab3_6_2a.>.

3. _____. Artigos publicados em periódicos científicos internacionais indexados no *Institute for Scientific Information (ISI)* e percentual em relação ao mundo, 1981-2002. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/portugues/6_Producao_cientifica/graficos/graf6_1_8.htm>.

4. OMPI. *WIPO statistics PCT international applications:* PCT and developing countries 2003-2004. Disponível em: <http://www.wipo.int/ipstats/em/statistics/patents/index.html>.

5. OCDE. OCDE science, technology and industry outlook 2004. *Executive Summary*, *in Industry*, *Services* & *Trade*, v. 1, n. 76, p. 10-74, 2004. Disponível em: <http://thesius.sourceoecd.org/vl=2288454/cl=91/nw=1/rpsv/cgi-bin/fulltextew.pl?prpsv=/ij/oecdthemes/9998010x/v2004n21/s3/p10.idx>.

6. WORLD ECONOMIC FORUM (Estados Unidos). *Growth competitiveness report*. Disponível em:<http://www.weforum.org/pdf/Gcr/Growth_Competitiveness_Index_2003_Comparisons>.

7. UNITED STATES PATENT OFFICE. Disponível em: <http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/cst_utl.htm>.

8. THE SCIENTIFIC impact of nations. *Nature*, v. 430, 15 July 2004. Disponível em: < http://www.nature.com/nature>.

9. ATLANTIC CANADA OPPORTUNITIES AGENCY. *Fast forward*: an innovation guide for small and medium enterprises. Disponível em: <http://www.acoa-apeca.gc.ca/innovatione/guide/action.pdf >.

10. FRANÇA. CIPM. *Evolving needs form metrology in trade*, *industry and society and the role of the BIPM*: a report prepared by the CIPM for the governments of the member states of the metre convention. [S. l.] : Bureau International des Poids et Mesures, 2003. Disponível em: <http://www.bipm.org/utils/en/zip/kaarls2003.zip>.

11. INGLATERRA. Department of Trade and Industry. *Competing in the global economy*: the innovation challenge - innovation report. [London], 2003. Disponível em: <http://www.dti.gov.uk/innovationreport/index.htm>.

12. IBGE. *Contas regionais do Brasil*. [S. l.], 2001. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2001/default.shtm>.

13. BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Programa tecnologia industrial básica e serviços tecnológicos para a inovação e competitividade*. [Brasília], 2001. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/Temas/Desenv/TIB.pdf >.

14. ESTADOS UNIDOS. National Institute OF Standards and Technology. *The NIST 2010 strategic plan*. [Gaithersburg, Md.], 2004. Disponível em: <http://www.nist.gov/director/planning/nist2010_plan.pdf >.

15. _____. National Research Council. *Future R&D environments:* a report for the National Institute of Standards and Technology. [Washington, D.C.], 2002. Disponível em: <http://books.nap.edu/catalog/10313.html>.

O financiamento de capital de risco para as pequenas e médias empresas (PMEs)

Guilherme Caldas Emrich[*]

Introdução

É indiscutível a importância da participação dos governos no estabelecimento de um sistema nacional de inovação eficaz, capaz de gerar uma infra-estrutura básica que estimule a P&D empresarial. Nesse sentido, as políticas de incentivo fiscal, incentivo ao emprego de pesquisadores, cooperação universidade-empresa, entre outras ações, são essenciais.

O estabelecimento de programas e políticas de apoio à inovação tecnológica, é uma condição fundamental para atingirmos um patamar mais elevado em relação ao nosso desenvolvimento econômico e social. Contudo, acreditar que só o governo deva fazer sua parte seguramente não trará os resultados esperados. A inovação implica a conjugação de esforços de todos os chamados agentes de inovação (empresas, governos, universidades).

No Brasil, as agências governamentais de fomento vêm se firmando como instituições de apoio ao desenvolvimento tecnológico com a ampliação dos programas de financiamento para além dos centros de pesquisas públicos e universidades. Atualmente, também as empresas podem recorrer aos recursos disponibilizados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e pelas Fundações de amparo à pesquisa (FAPs), é o caso, por exemplo, do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe).

A existência de uma estrutura de *venture capital* (capital de risco) amplia o fomento ao empreendedorismo, incentiva o surgimento de novas empresas

[*] Guilherme Caldas Emrich é sócio-diretor da FIR Capital Partners Ltda.

e o desenvolvimento tecnológico interno, concorre para a retenção dos talentos no país e cria novos empregos.

Nessa oportunidade, buscando trazer um novo olhar sobre o tema, vamos concentrar a atenção em um mecanismo pouco divulgado na sociedade brasileira e que se constitui como uma inovação no financiamento para o desenvolvimento econômico. O financiamento de *venture capital* e o papel do capitalista de risco no desenvolvimento das PMEs de base tecnológica.

A globalização dos mercados e a economia do conhecimento modificaram consideravelmente o ambiente econômico, o que afetou todas as empresas de qualquer tamanho ou setor industrial. Na nova economia, as empresas são diferenciadas com base naquilo que sabem. A empresa para se sustentar no mercado utiliza o conhecimento para fazer bem e rápido novas coisas, obtendo assim vantagem competitiva. As organizações necessitam ser ágeis, inovadoras e adaptáveis às mudanças necessárias para enfrentar a competitividade e identificar oportunidades em um ambiente instável e turbulento.

As PMEs desempenham papel fundamental para o crescimento e o desenvolvimento de uma economia. Sua contribuição social pode ser avaliada tanto na geração de oportunidades com o aproveitamento de uma grande parcela da força de trabalho, como no estímulo do desenvolvimento empresarial, ajudando na criação de um mercado interno capaz de funcionar como base sólida para uma economia sustentável. Sem o constante surgimento de novas empresas de orientação inovativa, o sistema econômico vê-se privado do dinamismo tecnológico necessário ao processo de desenvolvimento.

Muito tem se discutido sobre qual o tipo de empresa mais propício à inovação, todavia há relativo consenso de que para as empresas de base tecnológica essa é uma condição essencial, considerando que desde o seu nascimento elas concorrem no mercado internacional.

Os estudos sobre internacionalização das pequenas e médias empresas enfatizam que a opção de internacionalizar dá-se normalmente em uma etapa posterior ao processo de criação, ou seja, a empresa não nasce com a ambição de exportar. Oviatt e McDougall (1995) defendem um ponto de vista diferente. Para estes autores, algumas empresas já nascem com a ambição de ser global. A oportunidade de negócio visualizada transborda as fronteiras

do país, sede da empresa. Muitas vezes, para viabilizar esse negócio a empresa tem que necessariamente, desde muito cedo, estabelecer contatos com clientes, fornecedores e parceiros no exterior. É deste tipo de empresa que falamos quando nos referimos às empresas de base tecnológica, empresas criadas com o objetivo de serem internacionais. (Baêta; Vieira Jr.; Tremblay, 2004)

Nesse sentido, os empreendimentos de base tecnológica têm vocação internacional e inovadora. A velocidade com que surgem novas tecnologias leva conseqüentemente à rápida obsolescência de produtos e processos. O mercado é essencialmente dinâmico e o consumo efêmero. Mesmo em países como o Brasil com um grande mercado doméstico potencial, deve-se considerar que produzir apenas para o mercado interno é um equívoco. O mercado de empresas de base tecnológica é internacional e impõe que, para se manterem competitivas, as empresas devem atuar na fronteira tecnológica. A inovação é portanto a palavra chave para tais empresas. Isso requer aquisição e geração de conhecimento para a inovação.

A busca da inovação tornou-se central para a competitividade das empresas no mundo atual. Como conseqüência, o desenvolvimento econômico de qualquer país está associado à sua capacidade de financiar os empreendimentos inovadores e de modo especial aqueles ligados à ciência e tecnologia, como é o caso das pequenas e médias empresas de base tecnológica.

Convém observar que as empresas de base tecnológica têm origem na pesquisa científica e consolidam o paradigma do desenvolvimento tecnológico em diversos campos do conhecimento. Seu processo de produção tem como fonte básica o conhecimento cientifico e o dinamismo desse conhecimento exige inovação contínua do processo.

A pesquisa científica é a fonte básica de conhecimentos para o desenvolvimento de produtos e serviços biotecnológicos, e gerou o modelo empresarial clássico do setor: o "cientista-empresário" e a típica micro e pequena empresa *spin-off* universitária. Este modelo tem sido particularmente bem-sucedido nos Estados Unidos, onde o fenômeno emergiu (Kenney, 1986; Bullock , Dibner, 1995). Trajetórias similares têm sido estimuladas (ou emuladas) em outros países (Roberts, Mizouchi, 1989; Lex, 1995; Jank, 1995), consolidando a origem acadêmica e vínculo a fonte científica como o paradigma do desenvolvimento bio-industrial. (Judice; Baêta, 2003a)

Uma das condições primordiais para o processo de inovação passa pelas alternativas de financiamento e entre elas destaca-se o investimento de risco ou capital de risco, que tem se tornado valioso para financiar tais empreendimentos.

Estudos envolvendo discussões sobre gestão de inovação têm demonstrado a relevância de investimentos de *venture capital* para o desenvolvimento de PMEs de base tecnológica, dadas as características dessas empresas, anteriormente mencionadas. Nesse contexto, a inserção do capital de risco e de seu investidor em tais empresas, merece destaque pela sua importância para a manutenção e crescimento destas.

O FINANCIAMENTO DE RISCO

Pavani (2003) indica uma série de fontes por meio das quais as empresas podem se financiar: lucros acumulados, empréstimos bancários, doações/prêmios, adiantamentos de clientes, créditos de fornecedores, incentivos fiscais ou da venda de participações acionárias. Cada uma dessas fontes tem suas características e restrições. Lembra também aquela autora que de modo geral as formas de financiamento exigem garantias e condições que só podem ser possíveis a empresas estabelecidas e que tenham acumulado lucros ao longo dos anos. Tais alternativas vão desde empréstimos bancários até a de venda de ações.

O financiamento para as pequenas e médias empresas é feito por agências de fomento, de modo geral públicas e pelo capital de risco.

O capital de risco apresenta-se, portanto, como uma possibilidade de financiamento do processo de inovação para as empresas de base tecnológica em contraposição às outras formas de financiamento, por várias razões.

A primeira razão diz respeito à análise financeira dos bancos. A avaliação dos bancos se realiza sobre o desempenho passado da empresa, refletida em seus demonstrativos financeiros. Uma empresa emergente não possui tais demonstrativos e dificilmente preencherá condições exigidas. A segunda razão é que o empreendedor na área de base tecnológica, geralmente não possui garantias reais para tomar empréstimo nas instituições financeiras oficiais, são pesquisadores que iniciam um empreendimento sem condições financeiras para fazer endividamento.

Assim é que o capital de risco pode ser considerado o financiamento adequado para as empresas de base tecnológica, considerando que sua análise volta-se para o futuro da empresa. O capitalista de risco aposta na oportunidade do negócio e torna-se um sócio do empreendimento.

A lógica do investidor de risco é bem diversa do capitalista tradicional. Enquanto o capitalista analisa o passado da empresa, sua história de lucros, seu desempenho financeiro, propriedade, etc., o capitalista de risco avalia a potencialidade do empreendimento, sua capacidade de gerar lucros futuros, ainda que a longo prazo.

A terceira razão refere-se a relevância da participação do capitalista de risco na gestão das PMEs de base tecnológica. O papel do investidor de risco não se limita ao aporte de recursos financeiros para a empresa investida. Sabe-se que essa categoria de empresas é dirigida por empresários-pesquisadores, que possuem inegável conhecimento no *core technology* da empresa, mas cujo conhecimento na área de gestão é muitas vezes precário. Para uma empresa que visa competir no mercado internacional a exigência de uma administração competente é primordial. A atuação do capitalista de risco no negócio, seu conhecimento do mercado, sua rede de relacionamentos, sua competência na gestão de empresas é fator decisivo para o sucesso do empreendimento.

"As empresas de base tecnológica têm características bem diferentes das empresas tradicionais. Atuando em setores estratégicos da economia, como biotecnologia, química fina, microeletrônica, informática, mecânica de precisão, novos materiais, elas se originam da pesquisa científica realizada em centros universitários ou laboratórios industriais e não apresentam relação proporcional entre ativo fixo e faturamento. O maior ativo delas é o capital intelectual ou capital intangível. Para crescer e consolidar-se, elas precisam de aporte de recursos, mas não apresentam escala suficiente para interessar ao mercado de capitais, nem garantias para um projeto de financiamento tradicional.

Nesse contexto, o investimento via risco assume papel fundamental para as empresas de base tecnológica, que dispõem de idéias e projetos, mas não do capital para desenvolvê-los. A relevância do *venture capital* vincula-se ao fato de que ele viabiliza projetos em setores considerados estratégicos." (Emrich et Baêta, 2000)

Deve-se ter clareza de que para organizações intensivas em conhecimento, como pequenas e médias empresas (PMEs) de base tecnológica, caracterizadas pela vinculação a ambientes turbulentos, incertos e voltadas para tecnologias de curto ciclo de vida, o processo de inovação tecnológica deve ser considerado como aberto e simultâneo ao processo de "adoção". A atenção volta-se para os atores internos e externos e para os mecanismos por eles criados na formação de redes destinadas ao desenvolvimento de novas tecnologias e à criação de novos mercados. Na busca por soluções de problemas cada vez mais amplos e complexos, exigem-se, das empresas, abordagens interdisciplinares e sinergia dos atores e de instituições.

Segundo estudos de St-Pierre et Mathieu (2003), os setores intensivos em conhecimento como biotecnologia, por exemplo, são caracterizados por riscos variáveis, uma vez que a incerteza se modifica com a evolução do projeto. Todavia, são projetos que dificilmente são assumidos somente por investidores de risco. Aqui o papel do Estado também parece fundamental.

Como observa Chang (2004), são características do capital de risco:

a) A busca de altos retornos para o investimento;

b) Busca de qualidade na gestão e organização do negócio;

c) Atuar na fronteira tecnológica;

d) Buscar competitividade internacional;

e) Adequar a gestão da empresa com vistas à participação no mercado de capitais.

O papel do capital de risco para o processo de inovação

São características comuns à indústria emergente os processos de tentativa e erro, os comportamentos erráticos, uma vez que predominam a "incerteza tecnológica", a "incerteza estratégica" e os altos custos de produção. O surgimento de *spin offs* (empresas desmembradas de outras empresas ou da universidade e centros de P&D) e *start ups* (empresas iniciantes) resulta de inexistência ou de baixas barreiras à entrada, características da fase de emergência e da atratividade produzida pelos ganhos do pioneirismo no mercado.

Os usuários e consumidores também são iniciantes e desconhecem os produtos/serviços, devendo neste estágio serem informados sobre os mesmos, até que possam ser capazes de prover *feed back* mais completo de suas necessidades e experimentos de consumo.

Uma série de barreiras estruturais e fatores limitantes constrangem a ação das empresas no estágio industrial emergente: a ausência de infra-estrutura de instalações, de canais adequados de distribuição e suprimento de serviços complementares necessários, a qualidade irregular dos produtos, as dificuldades de obtenção de matérias-primas e componentes, a ausência de padronização, escala e externalidades de produção, além de um estado de "confusão" (ou as vezes desconfiança) por parte dos clientes e consumidores. (Judice e Baêta , 2003(b))

O surgimento de *spin offs* ou *spin outs* (empresas desmembradas de outras empresas ou de universidades e centros de P&D) resulta da atratividade dos ganhos do pioneirismo no mercado e inexistência de barreiras à entrada, característica da fase de emergência do setor industrial. Aquelas que conseguem ultrapassar a fase inicial, muitas vezes, apresentam dificuldades para gerenciar o negócio em crescimento e investir em P&D.

Inovações tecnológicas baseadas em conhecimento apresentam um longo prazo de espera entre o aparecimento de novo conhecimento e sua real aplicabilidade. Essas inovações raramente resultam de um único fator, mas da convergência de vários tipos de conhecimento, nem todos científicos ou tecnológicos. Ademais, pela imprevisibilidade inata (incerteza), seus riscos são altos (Drucker, 2002).

É então que a presença do capitalista de risco pode contribuir não somente com recursos financeiros, mas principalmente com a participação na gestão do negócio.

Em outra dimensão, há incertezas quanto a imagem e credibilidade das empresas iniciantes junto a comunidade financeira e, finalmente, há atrasos e transtornos na obtenção de aprovação às regulamentações que pouco a pouco se estabelecem (Porter, 1986).

Em seu estudo sobre as empresas emergentes de internet Chang (2004) assegura que o financiamento de risco é fator determinante na habilidade

dessas empresas para alcançar os recursos necessários para o seu crescimento. Tomando o momento do IPO[1] como medida de sucesso, aquele autor aponta três fatores que afetam positivamente o momento do IPO dessas empresas:

1. A reputação do capitalista de risco influi decididamente no desempenho da empresa para acelerar o IPO;

2. A participação do capital de risco favorece a obtenção de recursos financeiros;

3. Outro fator determinante é a facilidade de estabelecer uma rede de alianças estratégicas com a parceria do capitalista de risco.

Para Chang (2004), as empresas financiadas por respeitáveis capitalistas de risco desfrutam dos efeitos de sua reputação, o que contribui para o seu crescimento e concorre para facilitar o momento do IPO, ou seja, para que tais empresas tenham maior facilidade futura de colocar ações no mercado. Acrescenta, ainda, que as alianças estratégicas que são construídas pelo capitalista de risco favorecem o acesso a recursos sociais, culturais e comerciais que de outra maneira levariam anos para acessar, além de reduzir a desconfiança do mercado (*Liability of newness),* alcançam legitimidade no mercado e melhoram sua performance. O autor assinala que os capitalistas de risco promovem a aceleração do crescimento das empresas, pois têm grande interesse em colocar suas investidas no mercado de ações o mais rápido possível para realizar seus lucros e investir em outras *start ups*.

Lições para as empresas de capital de risco

No seu estudo sobre empresas emergentes (*start ups*) de internet, Chang (2004) comprovou as seguintes hipóteses:

1. Quanto maior a reputação das empresas de VC que investem numa *start up* maior a liquidez de suas ações (IPO).

2. Quanto maior o volume de recursos que a *start up* levanta do VC mais rapidamente ela alcança o IPO.

[1] IPO – Initial Public Offering.

3. Quanto maior a reputação dos parceiros de uma *start up* mais rapidamente ela terá o seu IPO.

4. Quanto mais ampla a rede de alianças de uma *start up* mais rapidamente ela terá o seu IPO.

Dessa perspectiva, a participação do capitalista de risco é uma fonte de recursos essenciais para as PMES principalmente as novas empresas, uma vez que esses investidores têm como objetivo promover o crescimento da empresa e torná-la auto-sustentável no devido tempo.

Entretanto, os acontecimentos que marcaram o período de 1999 a 2001 na economia americana resultaram num declínio sem precedentes da taxa de retorno dos investimentos de risco entre 2000 e 2003, lançando questionamentos sobre o desempenho do setor.

A partir de uma análise sobre os investimentos de risco e as empresas de internet, Green (2004) aponta algumas lições para as empresas de capital de risco:

1. *O excesso de capital é inimigo de altos retornos*

Quando há grande volume capital disponível para poucas oportunidades de negócios o caminho mais correto é não perder o foco do negócio e manter a disciplina sob pena de ficar fora do jogo, pois é nessa circunstância que a disciplina torna-se mais crítica e é mais facilmente ignorada.

2. *Incentivos econômicos orientam o comportamento*

De modo geral, a estrutura das sociedades de capital de risco tem feito um excelente trabalho de alinhamento de interesses dos sócios (*general partners*) e dos investidores (*limited partners*). A remuneração de capital de risco deve ser orientada pelos seus retornos, pois são eles que atraem seus investidores.

Da mesma forma que se espera que os empreendedores se beneficiem do seu trabalho e dedicação participando das companhias que eles ajudaram a construir, também os investidores esperam ser tratados pelos capitalistas de risco.

3. *Investir em empresas e não em produtos*

A única maneira de assegurar valorização sustentável e altos retornos é focar em oportunidades que são suficientemente singulares e amplas de modo a construir empresas independentes, lucrativas e com potencial de crescimento. Nesse sentido, a estratégia mais acertada é focar em determinado setor industrial e ter expertise suficiente para identificar oportunidades específicas.

4. Estratégia e foco

Existem razões para explicar por que as pequenas empresas de base tecnológica atraem o investimento da empresa de *venture capital*. De modo geral, as empresas de capital de risco se especializam em certos setores. Ao investir numa empresa, os capitalistas de risco buscam acompanhar seu desenvolvimento com o interesse de estar sempre aprendendo sobre aquele setor. Assim, ao investir em empresas de determinado setor industrial, buscam conseguir melhor inserção naquele mercado com vistas ao desinvestimento.

Muito do valor agregado pelo capitalista de risco é criado pela sua capacidade de partilhar não apenas a experiência pessoal, mas também recursos e lições aprendidas de outras companhias semelhantes.

5. Parcerias são difíceis de escalonar

O crescimento das companhias de capital de risco, com um portfólio muitas vezes de mais de 100 empresas, com 15 a 20 sendo acrescentadas anualmente, tornou-se difícil que todos os parceiros se envolvam profundamente nas decisões de investimento. Assim, por necessidade, em muitos casos um parceiro mais antigo ou um subconjunto deles assume o poder para monitorar e atuar na direção da firma . Quando este modelo não funcionar como uma estrutura de poder consistente e estável, o verdadeiro poder de uma parceria pode transitar para o pior o processo de tomada de decisão de investimento.

A queda dessa trasição para uma hierarquia formal pode levar à perda da dinâmica da verdadeira parceria . A sociedade torna-se uma coleção de praticantes o que difere da mentalidade de parceria: um por todos e todos por um.

6. Reputação e integridade são essenciais

Um fundo de capital de risco requer a compreensão de que o investimento do capital é feito por um conjunto limitado de parceiros, ou seja, poucos podem de fato influenciar as decisões da firma. O nível de confiança exigido é bastante alto. A despeito desse compromisso constar no contrato, essa é uma questão que deve ser tratada com o maior respeito. Muitas companhias tomam essas relações como estabelecidas a priori, entretanto, isso pode funcionar nos tempos favoráveis e a curto prazo, mas o assunto requer confiança de longo prazo. Da mesma forma para um empreendedor, fundador de uma companhia, a decisão de fazer uma parceria com um capitalista de risco requer enorme confiança. Identificar a liderança correta para a empresa é o melhor caminho. Porém, nada é mais crítico tanto para o empreendedor quanto para o investidor do que um tratamento justo e respeitoso a fim de manter a relação de confiança. Enfim, o negócio de capital de risco requer profunda relação de confiança de um amplo conjunto de *stakeholders* (apoiadores) para construir algo significativo no futuro. A confiança nas pessoas é mais importante do que um excelente projeto.

A POLÍTICA DE CAPITAL DE RISCO NO CANADÁ

Diferentemente dos Estados Unidos, onde quase todos os fundos são gerenciados por organizações com participação limitada, segundo Macdonald & Associates (1998)[2], no Canadá o mercado de capital de risco segmenta-se em cinco categorias: a) fundos privados; b) fundos corporativos; c) fundos governamentais; d) fundos híbridos; e) fundos patrocinados por trabalhadores (*Labor-Sponsored Venture Capital Funds* – LSVCFs). Os fundos patrocinados por trabalhadores dominam o mercado canadense de capital de risco desde a década passada. Em 1991 estes fundos (LSVCFs) proveram 40% do capital para novos investimentos de risco. Em 1995, o percentual capturado pelos LSVCFs foi de 80% do total levantado na indústria de capital de risco. Entre 1996 e 2000, conquanto tenha havido uma diminuição em termos do capital levantado pelos LSVCFs, eles continuavam dominando o mercado canadense de capital de risco (Ayayi 2002) e este padrão permanece até 2004.

[2] *Macdonald & Associates Limited* (1998). *The Canadian Venture Capital Industry: Sources of Capital an Implications for Industry Strauctre* Toronto, Canada: *Canadian Venture Association*. Citado por Ayayi, 2004.

Uma legislação federal e provincial assegura vários benefícios aos investidores nos fundos patrocinados por trabalhadores (LSVCFs), com o objetivo de garantir objetivos sociais como investimento prioritário em PMEs e criação de novos empregos. Segundo Ayayi (2004), dentre os benefícios que estes Fundos proporcionam à economia canadense incluem-se:

1. Os fundos fornecem capital de risco para PMEs que de outra forma não teriam acesso a tais recursos;

2. Os fundos permitem a manutenção de empregos, criação de novos e apoio a companhias com problemas financeiros;

3. O foco no trabalhador favorece melhor qualidade de vida à classe trabalhadora e indiretamente aumenta a produtividade;

4. Os fundos retêm capital nas próprias comunidades e usam para atividades econômicas com grande potencial para a criação de empregos de qualidade.

Há porém efeitos restritivos para a economia como um todo:

a) argumentos dizem respeito à alocação imprópria de recursos de capital de risco no mercado. As taxas associadas aos fundos distorcem os incentivos para investir.

b) A natureza especulativa da indústria de capital de risco fica restrita a um grupo especializado com acesso a informações privilegiadas do mercado.

c) As taxas privilegiando os canadenses restringem a entrada de investidores estrangeiro.

d) Além disso, considerando que os LSVCFs dominam 50% do capital de risco no Canadá, a indústria de risco é afetada por sérias limitações, como por exemplo, o fato de não usufruir das potencialidades do mercado global, o que faz a indústria de risco canadense menos competitiva.

e) Outro argumento aponta para o efeito das taxas subsidiadas que faz com que o investidor se satisfaça com baixos retornos. Essa distorção se faz sentir no resultado financeiro da indústria em geral.

Ayayi (2004) conclui que a despeito do seu potencial lucrativo os fundos de capital de risco no Canadá apresentaram um desempenho pobre

na última década. Em parte devido à medíocre gestão da maioria dos fundos, e em parte devido à legislação que tem restringido a utilização de seus recursos a aplicações que nem sempre atuam com agressividade no mercado e nem investem em projetos de qualidade.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A análise dos diferentes estudos sobre o financiamento de risco às PMEs nos permite assinalar a relevância do capital de risco para o crescimento e a sustentabilidade dessas empresas, e de modo particular para as empresas de base tecnológica.

O estudo evidencia que a participação do capitalista de risco favorece o acesso a vários recursos que de outra maneira as PMEs não alcançariam, tornando-as auto-sustentáveis e com grande potencial de crescimento.

Coloca em destaque o papel relevante que as PMEs investidas podem desempenhar numa economia por meio da manutenção e criação de empregos de qualidade e no desenvolvimento regional.

Os desafios, entretanto, não são poucos. Entre as condições necessárias para o fortalecimento da indústria de capital risco pode-se afirmar a participação do governo por meio de uma legislação adequada que estimule a população a investir mediante incentivos, principalmente investidores institucionais (fundos de pensão).

Todavia, é preciso deixar claro que o capital de risco é um investimento de longo prazo e tem especificidades que não podem ser descuidadas.

O apoio dos governos aos estágios precedentes de *business angels* e *seed money*, isto é, em fases anteriores ao financiamento de risco propriamente dito pode concorrer para o melhor funcionamento dessa categoria de empresas e para a dinâmica da economia.

Além disso, a capacitação do empreendedor internacional, que tem clareza quanto à necessidade de competir no mercado internacional é um aspecto importante para o desenvolvimento de uma mentalidade de parceria em que empreendedores e investidores possam cooperar na busca de seus objetivos. Outro aspecto relevante é a governança nos negócios, isto é,

transparência e confiabilidade fazem parte do ambiente de negócios necessário à atuação do capital de risco.

Referências

AYAYI, Ayi. The distinctive features of venture capital market. *Revue International de Gestion*, v. 26, n. 4, p. 23-33, 2002.

_____. Public policy and venture capital: the canadian labor-sponsored venture capital funds. *Journal of Small Business Management*, p.335-345, 2004.

BAÊTA, Adelaide M. C.; VIEIRA JUNIOR, Candido B.; TREMBLAY, Diane-Gabrielle. *International entrepreneurship:* the challenge of incubators in Brazil. [S.l.: s.n.], 2005. Trabalho aceito para ser apresentado 5th Triple Helix Conference. Torino, Italy , 18 a 21 de maio de 2005.

CHANG, Jin. Venture capital financing, strategic alliances, and initial offerings of Internet startups. *Journal of Business Venture,* n. 9, p. 721-741, 2004.

DRUCKER, Peter F. *Inovações e espírito empreendedor*: práticas e princípios. São Paulo: Pioneira, 2002.

EMRICH, Guilherme; BAÊTA, Adelaide M. C. Capital de risco. In: FILION, Louis Jacques; DOLABELA, Fernando (Org.). *Boa idéia e agora?*. São Paulo: Cultura Editores, 2000.

GREEN, Jason. Venture capital at a new crossroads: lessons for the bubble. *Journal of Management Development*, v. 23, n.10, p. 972-976, 2004.

JUDICE, Valéria M. M.; BAÊTA, Adelaide M.C. Biotecnologia e venture capital no Brasil: repulsão fatal? In: INTERNATIONAL CONFERENCE IBEROAMERICAN ACADEMY MANAGEMENT, 3., 2003, São Paulo. **Proceedings…** São Paulo: [s.n.], 2003.

_____. Modelo empresarial, gestão de inovação e investimentos de venture capital em empresas de biotecnologia no Brasil. In: ENANPAD, 27., 2003, Atibaia, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2003.

PAVANI, Claudia. Construindo o caminho do capital de risco no Brasil. *Revista Inteligência Empresarial,* n. 15, abr. 2003.

ST-PIERRE, Josée; MATHIEU, Claude. *Financement par capital de risque:* évolution des connaissancess des dix dernières années et avenues de recherche - rapport de recherce présenté à industrie. Canadá: Institut du Recherche sur les PME, 2003.

Eficácia, abrangência e aprimoramento dos marcos regulatórios em inovação

Jamil Zamur Filho[*]

Este artigo analisa o impacto do novo marco regulatório para a promoção da inovação no Brasil, em especial a eficácia da Lei nº 10.973 e legislação correlata frente a práxis das instituições científicas e tecnológicas alcançadas pelo diploma.

Observa as oportunidades de ampliação do marcos legais e aperfeiçoamento dos mecanismos de estímulo à inovação, de motivação e desimpedimento das pessoas para pesquisar e empreender e dos arranjos para sua viabilização econômica.

Conclui pela necessidade de avanços com relação à abrangência da lei sobre as instituições científicas e tecnológicas de direito privado, à ampliação do contingente de servidores amparados pela norma específica com potencial de empreender e à criação de dispositivos legais que vinculem a administração nos casos de licença ou afastamento para prestar colaboração. Destaca a necessidade regulamentação de incentivo ao desenvolvimento tecnológico pela iniciativa privada.

Prioridades

O Brasil vê aumentar a distância entre seus indicadores de propriedade intelectual e os de outros países em desenvolvimento, e ainda mais se comparado àqueles dos países desenvolvidos. Daí decorre o esforço de governo no sentido de criar condições de competitividade, o que pressupõe o desenvolvimento de políticas públicas que preparem um ambiente favorável

[*] Jamil Zamur Filho é membro do Conselho Consultivo do Instituto Nacional da Qualidade Judiciária.

à inovação, de modo a premiar as iniciativas que gerem resultados de maneira sustentável dentro das instituições, facilitar as parcerias com a iniciativa privada e fomentar o empreendedorismo dentro dos próprios quadros da administração pública.

Os elos dessa corrente crítica são formados por elementos indutores, caracterizados desde: 1) os processos de aprendizagem e desenvolvimento de competências – educação formal, treinamento técnico, extensões e especializações, desenvolvimento de habilidades específicas e experiência profissional criativa; 2) a geração e gestão do conhecimento; 3) aos mecanismos de inovação tecnológica; 4) aos incentivos à pesquisa; 5) ao relacionamento acadêmico-empresarial-governamental; 6) aos arranjos produtivos e *clusters* tecnológicos; 7) a formação de capitais e estímulo ao investimento nas pesquisas científicas e nos processos de inovação, até aqueles elementos de saída que demonstram a efetividade dos processos e os resultados obtidos, de modo a realimentar este ciclo virtuoso de inovação.

Nesse contexto, o atual marco regulatório busca criar o ambiente propício ao envolvimento de empresas nos processos de inovação tecnológica, fomentando parcerias tripartites para otimizar o uso de todo o conhecimento acumulado nas instituições científicas e tecnológicas e das infra-estruturas já instaladas. Assegura ao pesquisador o direito à participação nos ganhos auferidos e abre oportunidade para que este se afaste para constituir empresas voltadas à inovação.

Estas condições previstas pela Lei nº 10.973/2004 representam grandes estímulos à inovação, atuando em alguns dos elementos indutores que são chaves para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, despertando o interesse das empresas e o investimento privado quando estas já entendem o conhecimento como fator de produção e de incremento da proficiência preponderante sobre outros fatores competitivos (acesso a capitais, recursos naturais e mão-de-obra barata) que as nações oferecem no mundo globalizado.

EFICÁCIA DOS MARCOS REGULATÓRIOS

COMPETITIVIDADE

Competitividade é a palavra-chave para a análise do marco regulatório. Verificar o potencial competitivo gerado por este marco frente aos grandes exportadores de produtos, processos e serviços com alto valor agregado é benéfico para a sua análise e para a identificação das oportunidades de melhoria e de complementação legislativa.

Para delinear os fatores de competitividade das nações, a análise é demasiado extensa, pois os fatores históricos, culturais, políticos e econômicos são processos altamente imbricados e únicos. Há a possibilidade de redução a alguns indicadores quantitativos, outros estilísticos e a perspectiva temporal que pressupõe uma alavancagem do processo de inovação tecnológica pela consolidação e alargamento das parcerias estabelecidas, e o concerto social-econômico permitido por estas cooperações reiteradas.

Alguns indicadores quantitativos de análise são: a quantidade de instituições científicas e tecnológicas, a formação acadêmica, a produção acadêmica, a quantidade de patentes, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento estatais e privados. Outros indicadores estilísticos são: a pauta de exportações, a existência de *clusters* dedicados à inovação tecnológica, os elementos potencializadores dos marcos regulatórios.

Quadro 1. Análise do potencial inovador

País	Indicadores comparativos
Brasil	ICTs: 195 Formação Acadêmica 7000 doutores e 20000 mestres (2004): Patentes: 975 (de 1976 a 2005) Investimento em P&D (R$): 11,5 bilhões de reais (2000) Exportações Us$ Milhões (2004): Básicos: 28.518 Semimanufaturados: 13.429 Manufaturados: 52.949 (siscomex) Clusters: aeroespacial; biotecnologia; telecomunicações; materiais Marcos regulatórios: Lei 10793, de 02/12/2004 Vigência: 2005 Potencializadores: parcerias, direito à participação, empreendedorismo, incentivos à inovação, criação de fundos de investimento.

China	Patentes: 1370 Marco regulatório: Programa Nacional de Ciência e Tecnologia – 1978/1985 (Melhoria da capacidade de gestão das instituições de pesquisa); Decisão sobre a reforma do sistema de gestão de C&T e criação de um mercado tecnológico – 1985; Lei dos contratos tecnológicos – 1987 (Autonomia das IP's; Mobilidade de pesquisadores); Ampliação da Decisão – Imersão das IP's em empresas existentes – 1987; Torch Programme – Novas Empresas de Tecnologia - 1988 (Política de incentivo e regulação da NET's; Políticas de suporte à infraestrutura – criação de zonas industriais de novas tecnologias, incubadoras, fontes de financiamento para empresas coletivas e individuais)
Coréia	Patentes: 33.500 Investimento em P&D (Us$): 18 Bilhões (2000) Marcos regulatórios: Lei no. 1864 de 1967 – Lei de Promoção da Ciência e Tecnologia Nacional (A Lei regulamenta o estabelecimento de políticas e planos para ciência e tecnologia assim como os mecanismos de apoio a projetos e agências); Lei no. 2399 de 1972 – Lei de Promoção do Desenvolvimento da Tecnologia Industrial (Esta Lei regulamenta os mecanismos de incentivo financeiro e fiscal para estimular o desenvolvimento tecnológico do setor privado); Lei no. 2474 de 1973 – Lei de Promoção dos Serviços de Engenharia (A Lei objetiva promover a indústria de engenharia que contribui para o desenvolvimento da indústria de manufatura e torna mais eficiente a comercialização dos resultados de P&D); Lei no. 4196 de 1989 – Lei de Promoção da Pesquisa Científica Básica. (A Lei regulamenta o apoio financeiro para a pesquisa básica nos Institutos de P&D públicos e privados e nas Universidades); Lei no. 5340 de 1997 – Lei Especial para Inovação Científica e Tecnológica (O objetivo central desta Lei é o de prover os mecanismos legais para a coordenação interministerial das atividades de P&D e também para criar um sistema institucional para estimular a cultura inovadora na sociedade coreana); Lei no. 5535 de 1998 – Dual-Use Technology Program Facilitation Law (A lei objetiva fortalecer a competição industrial da nação e a eficiência do sistema de defesa através da promoção de trocas de tecnologia entre o setor privado e o setor militar). (Ministério das relações Exteriores – Brasil)

Da análise sobre os elementos comparativos acima indicados, depreende-se que, para a alavancagem do processo de inovação tecnológica no Brasil, que obteve normas de fomento à pesquisa e à inovação, é preciso a reunião de vários fatores indutores de modo a superar seus competidores – que têm maior capacidade instalada (infra-estrutura e relações institucionais) para gerar recursos e investimentos e obter ganhos em inovação, representados pelas tecnologias aplicadas nos processos produtivos e nos direitos derivados das patentes adquiridas. A reunião e a orquestração desses fatores, além da mitigação de gargalos e obstáculos organizacionais nas instituições científicas e tecnológicas, no governo e na iniciativa privada, é que poderão representar diferenciais competitivos fundamentais para o sucesso da sociedade brasileira.

Usos e costumes

Retomando os elos da "corrente crítica", temos alguns marcos legais, e, mais precisamente, alguns usos e costumes que vão estreitando e enfraquecendo esses mesmos elos, ou ainda, usando outra metáfora válida, como um funil, em cada fase há um grande estreitamento das chances de sucesso, que podem ser revertidos em prol da melhoria da competitividade brasileira:

1) Nos processos de aprendizagem e desenvolvimento de competências, todo o esforço governamental para reestruturar o ensino brasileiro, resgatando a qualidade do ensino básico, orientando o ensino de segundo grau para a formação e aproveitamento real de pessoal técnico – que já tem condições de empreender e inovar dentro da filosofia do *small business* em arranjos produtivos dedicados à inovação tecnológica, antecipando o retorno do investimento em formação de mão-de-obra especializada, e redesenhando o ensino superior e o contrato social com o corpo discente das universidades públicas e privadas, por meio da contratualização do retorno à sociedade daqueles investimentos públicos na capacitação individual, quer seja pela oferta do ensino gratuito ou pelo crédito educativo, o que permitirá a orientação e fixação das pessoas no interior do país, de modo a criar e desenvolver o mercado interno, nos termos do artigo 219 da Constituição Federal;

2) Na geração e gestão do conhecimento, há grande dissipação de esforços de pesquisa válida para o processo de inovação. A título de exemplo, as monografias finais dos cursos superiores não são orientadas a resultados práticos, nem há um planejamento mais apurado sobre os temas propostos e expectativas de tais instrumentos de aprendizado, carecendo também de encadeamento e orientação dessa atividade com a situação fática do início de carreira na juventude. Esse é um exemplo de ineficácia do instrumento e de ineficiência do modelo de ensino superior, que desperdiça grandes oportunidades de orientação vocacional à pesquisa e ao empreendedorismo, bem como de inserção da juventude nos mercados de trabalho e nos arranjos produtivos locais. Cabe a regulamentação e a premiação da aplicação destes instrumentos nos contextos locais de inovação;

3) Nos mecanismos de inovação tecnológica há de se observar a efetividade do modelo proposto, onde se espera que a demanda e oferta se

encontrem quase que de forma espontânea pela construção de pontes entre a academia e a empresa, o que causa descompasso e atrasos que são fatais no processo de inovação. Antecipar e potencializar este processo por grupos de *benchmarking*, tendo como tutores profissionais experientes da iniciativa privada e mestres e doutores pelas universidades é uma maneira muito eficiente de especular sobre as demandas, ofertar inovações tecnológicas e de transbordar as melhores práticas de um ramo de atividade para outros. Há expertise nacional já desenvolvida, com casos de sucesso relatados pelo Instituto Nacional de Desenvolvimento e Excelência em São Paulo (Inde) e da Fundação Getúlio Vargas no Rio de Janeiro. Essa atividade deve ser reconhecida e incentivada por políticas públicas, criando instrumentos de incentivo fiscal e de reconhecimento, ou seja, benefícios reais àquelas empresas que cedem tecnologia à sociedade de forma espontânea e gratuita.

4) Nos incentivos à pesquisa, além de analisar os fatores ambientais, pessoais e metodológicos atuais daquelas instituições científicas e tecnológicas alcançadas pela Lei nº 10.973/2004, importa reavaliar o papel de todo o sistema federal de ensino, incluídas as instituições de educação superior privadas e a possível qualificação destas como instituições científicas e tecnológicas, tendo em vista o que preconiza o artigo 86 da Lei nº 9.394/96, das diretrizes e bases da educação. Esta inserção das universidades privadas no contexto da pesquisa potencializará os resultados do esforço para a inovação, quer pelo acréscimo no número de pesquisadores, quer pelo aumento da colaboração e da competitividade com esses novos centros de pesquisa, ao mesmo tempo em que possibilitará o nivelamento dessas instituições num patamar mais elevado de ensino. O dispositivo legal que induza essa inserção deverá compor imposições qualitativas e quantitativas com expectativas de retorno às instituições, tendo em vista o caráter privado das mesmas, a fim de incentivar a adoção de uma postura pró-ativa das entidades, buscando a maximização dos resultados, em detrimento de comportamentos reativos, "de fachada".

5) No relacionamento acadêmico-empresarial-governamental, temos o paradoxo da gestão burocrática frente à gerencial: enquanto a organicidade universitária e os controles governamentais e das agências de fomento são quase sempre de caráter burocrático, ou seja, o encaminhamento de uma ação ou projeto estratégico é precedido de procedimentos de análise e

controle que tornam complexa sua aprovação; as empresas têm o imperativo da competitividade, onde a velocidade de resposta à concorrência e ao mercado impõe outra lógica de desenvolvimento – do planejamento sobre alguma inovação e verificação de mercado, parte-se logo para a ação. Regular estes procedimentos de modo a privilegiar a lógica gerencial é imperativo para a eficácia da Lei de Inovação. Exemplificando, as faculdades atribuídas ao pesquisador público pelos artigos 14 e 15 da Lei nº 10.973/2005 dependem de atos discricionários da administração: a conveniência da ICT será analisada monocraticamente ou pelo conselho universitário ou outro colegiado que o substitua. O que for objeto de regulamento determinará critérios meritocráticos para aproveitamento dessas janelas de oportunidade, condicionando o afastamento ou a licença à capacidade de substituição do pesquisador em suas atividades acadêmicas. A dilação de prazos e a incerteza jurídica de tais mecanismos prejudicarão o empreendimento em inovação. Importa conceber mecanismos que facilitem tais substituições e normas que vinculem a administração – governos, agências de fomento e ICTs ao esforço nacional pela inovação, dentro do espírito constitucional e pela administração gerencial.

6) Nos arranjos produtivos e *clusters* tecnológicos, a eficiência coletiva será maximizada a partir de instrumentos legais que incentivem a participação dos municípios e dos estados na consolidação de tais arranjos. Há necessidade de redesenho ou intensificação do processo de modernização de parques fabris e da indústria de serviços – em especial as de base tecnológica – em vários municípios de grande porte. Também há correlação destas necessidades com aqueles municípios que apresentam as maiores dívidas públicas – a Capital de São Paulo, o ABC paulista, a cidade de Campinas, entre outras. Conjugar o esforço federal na criação de condições de inovação – entendida como o momento em que há realização de negócios com base na nova tecnologia – com o equacionamento desse processo de transição e o serviço dessas dívidas com a União por parte dos municípios e dos estados da federação é uma oportunidade a ser analisada pela ótica de que tais investimentos redundarão futuramente em maior capacidade de pagamento dos compromissos atuais. Criar o ambiente favorável à inovação implica também na orientação do crescimento das cidades e na melhoria das condições de vida e chances de sucesso dos cidadãos.

7) Na formação de capitais e no estímulo ao investimento em inovação há algumas frentes de trabalho para o ajuste entre a legislação e as práticas governamentais, empresariais e das ICTs: em princípio, os fundos legais criados à época das privatizações, somados aos recursos do fundo verde-amarelo devem estar acessíveis para o investimento em inovação. Formar um fundo e contingenciá-lo causa efeito de confisco – a sociedade saca contra as gerações futuras quando promove o desinvestimento no desenvolvimento nacional. É necessário destacar tais patrimônios do esforço fiscal, pois esse tipo de investimento difere daqueles em que há acumulação de custeio futuro. Pelo contrário, o que se vislumbra é a possibilidade de retorno em *royalties* e aumento da pauta de exportações em produtos com maior valor agregado. Ainda nesse esforço de governo importa a desburocratização e o aumento da eficiência dos órgãos de registro, a fim de assegurar os direitos com agilidade, permitindo negociações com maior certeza jurídica sobre tais direitos. Do lado empresarial, alguns mecanismos de incentivo fiscal ao *venture capital*, um regime trabalhista especial à contratação de mestres e doutores pelas empresas, por prazo certo e tempo parcial, aliado à liberação dos regimes estatutários de dedicação exclusiva nas universidades, de modo a permitir a migração desse contingente para dentro das empresas de maneira gradual.

POLÍTICAS PÚBLICAS

As expectativas da sociedade incidem sobre as políticas públicas já formuladas e ainda em desenvolvimento a fim de acompanhar a efetividade dos resultados esperados. Tais resultados serão produzidos se os mecanismos previstos tenham eficácia, e que sejam suficientemente abrangentes para garantir o retorno por meio da participação do maior número possível de agentes.

EFICÁCIA DA LEI

Por esta ótica, a eficácia da Lei nº 10.973/2004 deve ser objeto de análise e acompanhamento permanente, em especial naqueles dispositivos que remetem para regulamentação posterior ou delegam à administração das ICTs a definição dos procedimentos necessários para a obtenção de recursos e de outros benefícios previstos.

Quadro 2. Análise da eficácia da Lei nº 10.973/2005

Artigo	Benefício	Responsável	Forma	Prazo	Eficácia
4º	Compartilhar recursos	Órgão Máximo da ICT	Ato publicado	Não há data limite	Limitada
6º	Contratos de transferência de Tecnologia e Licenciamento	ICT	Regulamento	Não há data limite	Limitada
8º	Prestação de Serviços	Órgão Máximo da ICT	Aprovação	Não há data limite	Limitada
8º § 2º	Retribuição pecuniária	ICT ou instituição de Apoio	Cláusula Contratual		Potencial
11	Cessão de Direitos ao criador	Órgão ou autoridade máxima	Regulamento	Prazo a ser definido	Limitada
13	Participação nos Ganhos Econômicos	ICT	Ato discricionário		Contida
14	Afastamento	ICT	Regulamento	Não há data limite	Limitada
15	Licença	Administração	Regulamento	Não há data limite	Limitada
19	Incentivo à Inovação	Administração	Regulamento	Não há data limite	Limitada
23	Autorização para a instituição de fundos de investimento	Comissão de Valores Mobiliários	Normas comple-mentares	90 dias da publicação	Plena
27	Diretrizes de Fomento	Administração	Não menciona	Não há prazos	Potencial
28	Incentivos Fiscais	Poder Executivo	Projeto de Lei	120 dias da publicação	Plena

Abrangência da lei

Segundo destaque de Ângela Uller no VII Encontro de Propriedade Intelectual e comercialização de Tecnologia (Coppe/UFRJ) "A inovação tecnológica envolve mais do que P&D. Os avanços nos processos de gestão: marketing, distribuição, vendas e informação são inovações tão importantes quanto aquelas geradas nos laboratórios".

É importante a maximização da utilização dos recursos disponíveis para a inovação. Destarte, há a necessidade de especulação sobre a ampliação da incidência dos marcos regulatórios sobre as universidades privadas, que, apesar de constituírem a maioria das instituições de ensino Superior no Brasil, não se igualam ao ensino público na produção acadêmica e na pesquisa e desenvolvimento.

Sobre a capacidade e competência de inovar, a Lei nº 10.973/2005 demonstrou arrojo ao quebrar paradigmas do serviço público, em especial ao abrir a possibilidade de empreender ao pesquisador público. Cabe destacar também que as competências necessárias ao empreendedor não são suficientemente cultivadas, quer seja nos campi universitários, quer seja no serviço público em geral. Ainda não há cultura empreendedora instalada. Para aumentar as chances de sucesso desta "mineração de talentos" cabe questionar sobre a validade de ampliação do dispositivo ao funcionalismo em geral, excluídas as funções típicas de estado.

Tal medida ampliará as possibilidades de empreendimentos de base tecnológica, ao mesmo tempo em que as relações de confiança anteriormente desenvolvidas com o pessoal administrativo poderão ser replicadas fora da esfera pública. Os benefícios à administração são evidentes: aumento da cultura empreendedora, fundamental para a modernização das instituições públicas; possibilidade de geração de empregos pelo aumento da taxa de sucesso de tais empreendimentos – quer pelo nível de compromisso mútuo, quer pela expertise em gestão já adquirida pelos quadros administrativos, que é relativamente maior que a dos pesquisadores públicos; possibilidade de políticas de *outplacement* nas instituições públicas de modo positivo, com a adoção de políticas de desenvolvimento de recursos humanos que premiem a educação continuada e a excelência em gestão, de modo a formar competências que extrapolem as necessidades dos cargos e que estabeleçam um ciclo virtuoso de seleção, preparação das pessoas e crescimento profissional.

CONCLUSÕES

SOBRE A EFICÁCIA DA LEI DE INOVAÇÃO

A Lei de Inovação é um marco de extrema importância para a concepção de uma nova realidade nacional. A possibilidade do relacionamento transparente e próativo entre o Estado, a academia e as empresas pressupõe um desenvolvimento e uma sofisticação da gestão pública e de seus instrumentos gerenciais sem paralelo. A responsabilidade dos administradores, dos pesquisadores e dos empresários com relação à efetividade da norma frente as expectativas da sociedade é ímpar. Cabe acompanhar a tradução das determinações legais pelos regulamentos e a

eficiência dos dispositivos de cada ICT. É imperativa a construção de sistemas de acompanhamento permanente dos resultados pela sociedade. Para essa finalidade, há de se mobilizar o terceiro setor, de modo a garantir eqüidistância entre os agentes e seus interesses imediatos. Para essa função já há proposição de criação de um Observatório Permanente. Importa que este seja constituído de forma autônoma, em que o interesse social prevaleça sobre o estatal ou o privado. Tal formulação encontra respaldo na Lei nº 9.790/99, que trata das Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público, de modo a distribuir as funções de planejamento e fomento (Estado, instituições científicas e tecnológicas e organizações sociais) de execução (empresas públicas e privadas) e de acompanhamento (sociedade civil, associações e Oscips).

Sobre a abrangência da Lei de Inovação

A Lei incide sobre parte do universo de instituições científicas e tecnológicas (apenas as universidades e instituições públicas) e também sobre pequena parcela do serviço público (apenas os pesquisadores). Tal situação restringirá os resultados da política formulada. Pelos argumentos já esboçados, deduz-se que a ampliação dos ambientes em que se produz inovação, e do contingente das pessoas com capacidade e competência para empreender potencializará os resultados imediatos do esforço nacional pela inovação, ao mesmo tempo em que estabelece uma cultura empreendedora no serviço público, capacitando as pessoas para o processo de modernização das instituições públicas.

Sobre os fatores indutores da competitividade

O sucesso da sociedade brasileira está vinculado à capacidade de inovar. Os fatores indutores da inovação permeiam vários processos em que o Estado pode intervir com efetividade. Mais do que marcos legais, importa à sociedade a orquestração entre vários processos e agentes para que a resultante de inovação seja vigorosa. A União tem meios de compor arranjos com os outros entes federativos de modo a gerar ganhos mútuos às comunidades, com retorno econômico sobre os investimentos no desenvolvimento local. Cabe desenvolver, por meio de práticas democráticas, participativas e inclusivas, propostas mais sofisticadas e audaciosas sobre projetos de desenvolvimento e meios de aferir o retorno à

sociedade sobre os investimentos do Estado, quer seja pela liberação de fundos, quer seja pela ampliação dos incentivos fiscais, em especial o volume dos incentivos atuais e a ampliação para práticas ainda não contempladas, como o exemplo citado do franqueamento de processos e tecnologias de modo não oneroso pelas empresas à sociedade por meio de grupos de *benchmarking*.

As idéias são fundamentais, mas colocá-las em prática é essencial. A edição da lei já é algo extremamente prático e uma vitória por si. Caberá a todos os agentes atingir os resultados esperados. O processo de inovação ganhou um grande impulso que deve ser mantido e alavancado por meio de novos instrumentos.

Estruturas e dispositivos nacionais de produção e difusão de indicadores de C,T&I: deficiências e possíveis avanços

Regina Gusmão[*]

1. Antecedentes

Governos, gestores e pesquisadores de países industrializados têm se dedicado à mensuração dos esforços nacionais e atividades em ciência e tecnologia (C&T) há mais de 50 anos. A coleta de informações e a produção de estatísticas de C&T, que vêm sendo realizadas de forma cada vez mais ampla e sistemática, derivam, em grande parte, de duas fontes principais: dos trabalhos pioneiros realizados por organizações governamentais como a National Science Foundation (NSF), nos anos 50, e por organismos multilaterais como a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), nos anos 60. Assim como as estatísticas sociais, as estatísticas relativas ao setor C&T são quase que exclusivamente produzidas pela esfera pública; por outro lado, sua produção envolve, simultaneamente, as dimensões nacional e internacional. A mensuração das atividades de C&T constitui, portanto, um sistema de múltiplos atores, operando de acordo com uma divisão de trabalho baseada no emprego de uma variedade de metodologias específicas (Godin, 2000).

De uma maneira sintética, as principais famílias do que se convencionou chamar de "indicadores de ciência, tecnologia e inovação" (C,T&I), baseiam-se no modelo, muitas vezes implícito, de *inputs* e de *outputs*, ou seja: investimentos (*inputs*) são dirigidos a atividades de pesquisa e desenvolvimento, os quais produzem resultados (*outputs*) que, por sua vez,

[*] Regina Gusmão é assessora técnica da presidência da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e coordenadora da série *Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo.*

determinam impactos econômicos, sociais e culturais (OECD, 1993). Trata-se de um modelo idealizado, que pretende abarcar as principais dimensões da ciência e da tecnologia. Desde os inícios dos esforços de mensuração, essas dimensões não foram, porém, medidas de maneira similar e simultânea. Até o início dos anos 90, as estatísticas oficiais de C&T concentravam-se quase que totalmente nos insumos ou *inputs* alocados para P&D (particularmente dos gastos realizados em P&D e dos recursos humanos disponíveis), e raramente cobriam os *outputs* (os produtos) e seus impactos.

Na última década, o mundo da pesquisa científica e tecnológica tem passado por transformações profundas, que têm exigido a adoção de novos instrumentos de intervenção e, em decorrência, o tratamento mais criterioso e coordenado da informação. Atualmente, a compreensão e análise desta nova realidade, de sua dinâmica e complexidade, demanda a produção de indicadores quantitativos mais "robustos". Indicadores que permitam, de um lado, a apreensão e interpretação das novas formas de produção, difusão e transferência de conhecimentos científicos e, de outro, a caracterização, de maneira detalhada, das capacidades nacionais em C&T no atual cenário mundial de desenvolvimento científico e tecnológico.

Como apontam vários autores, as motivações principais para o crescente interesse dos países na coleta e processamento de dados quantitativos enquanto insumo para o planejamento e avaliação dos esforços nacionais em C&T, estão associadas: ao desenvolvimento institucional do aparato governamental da política de C&T, que passa a ocupar uma posição central no conjunto das políticas públicas; à mudança na visão predominante sobre o papel da C&T no desenvolvimento e competitividade das economias nacionais; e, também, à evolução teórica e metodológica das disciplinas que constituem os chamados estudos sociais da ciência (Velho, 2001). Em vista disso, o tratamento de informações quantitativas sobre as atividades de C&T passa a fazer parte da agenda de um número cada vez maios de países, demandando esforços consideráveis de definição de conceitos, técnicas e bancos de dados complexos para a construção e publicação periódica de indicadores quantitativos de C&T.

Uma ação dessa natureza tem-se ajustado, nos últimos 15 anos, ao formato de "observatórios de C&T", nos moldes de iniciativas que foram sendo adotadas com sucesso em países desenvolvidos, como a França, o

Canadá, a Holanda, entre outros. Uma das características principais desta nova estrutura e de seu caráter de certa forma "inovador" reside no fato de elas não estarem associadas à produção de dados primários. A missão principal dos chamados "observatórios de C&T" é justamente a de viabilizar a agregação, sistematização e tratamento "inteligente" e coordenado de uma enorme gama de dados, oriundos de fontes diversas (nacionais e internacionais), de forma a garantir um maior grau de compatibilidade, complementaridade e comparabilidade entre eles. Em outros termos, trata-se de identificar e processar de uma maneira "original e integrada" dados já existentes, mais do que produzir ou simplesmente armazenar dados cadastrais e séries estatísticas detalhadas de fontes primárias oficiais.

A produção de indicadores de C,T&I – entendida como a missão primeira dos observatórios de C&T – está destinada a permitir um melhor conhecimento dos sistemas nacionais de pesquisa e inovação e de seu posicionamento no panorama internacional. Busca-se, com isso, identificar as principais forças e debilidades dos esforços nacionais (ou de uma região, de uma instituição, ou mesmo de um setor) em P&D, e oferecer elementos para a produção de prognósticos – em nível nacional e internacional; por outro lado, de prover informações para o monitoramento de novas oportunidades e empreendimentos nos setores público e empresarial da P&D, incluindo programas internacionais de cooperação técnico-científica (Gusmão, 2000).

Nesse sentido, o princípio fundamental que deve nortear a constituição de estruturas como os "observatórios de C&T", como tem sido cogitado no caso brasileiro, está relacionado à concepção propriamente dita dos indicadores a produzir; precisamente, a seleção daqueles considerados como mais pertinentes para a identificação e análise de determinados fenômenos. Como já amplamente discutido na literatura especializada, a construção de conhecimentos quantitativos sobre as relações ciência-tecnologia-sociedade deve estar inserida num modelo conceitual que represente este sistema, e capazes de descrever a natureza e dinâmica dos fenômenos que se propõe medir (Barré, 1997 e 2001; Velho, 1998; Sirilli, 1998). Nesse sentido, à imagem do que já é feito em boa parte dos observatórios em operação, faz-se necessária a condução de estudos abordando a nova dinâmica de produção de conhecimentos e suas formas organizacionais alternativas, como por exemplo, dos novos mecanismos de transferência de conhecimentos e

interações entre o setor acadêmico e o mundo empresarial, na tentativa de estabelecer formas de medir empiricamente o alcance das grandes transformações em curso.

2. Experiências internacionais

Nos últimos 15 anos, um número crescente de países vem se dotando de estruturas semelhantes àquelas de iniciativas pioneiras criadas sob a denominação de "observatórios de C&T", em diferentes partes do mundo. Simultaneamente, constata-se o aparecimento ou consolidação de um número consideravelmente maior de centros e núcleos especializados que desenvolvem o mesmo tipo de atividades e as mesmas atribuições, mas sem que lhes seja atribuída a denominação de "observatório".

Entre os pioneiros e mais ativos, com maior visibilidade internacional, destacam-se[1]:

- *Observatoire des Sciences et des Techniques* (OST) – França
- *Observatoire des Sciences et des Technologies* (OST) – Quebec, Canadá
- *Netherlands Observatory of Science and Technology* (NOWT) – Holanda
- *Observatoire EPFL – École Polytechnique Federale de Lausanne* – Suiça
- *Observatório das Ciências e do Ensino Superior* (OCES) – Portugal
- *European Science and Technology Observatory* (ESTO) – União Européia

Com base nessas experiências, de êxito incontestável, iniciativas de criação de "observatórios de C&T" no âmbito dos países da América Latina foram, pouco a pouco, ganhando força, como revela o aparecimento mais recente de observatórios como:

- *Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnologia* (OCyT) – Colômbia
- *Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnologia e Innovación* (OCTI) – Venezuela
- *Observatório de Tecnologia e Inovação* (OTI) - Estado de São Paulo, Brasil

[1] Para maior detalhamento ver Gusmão (2001).

A esta lista pode-se ainda agregar exemplos de estruturas análogas, já bastante consolidadas, mas que não operam sob a denominação de "observatório", guardando sua denominação original ou primeira ("centros", "núcleos" ou "institutos de informação"). Dado o conteúdo equivalente dos trabalhos que desenvolvem, o tipo de abordagem e, sobretudo, a ampla experiência que já possuem na área de indicadores de C&T e de estudos prospectivos, estas estruturas passaram a integrar, direta ou indiretamente, a "rede de observatórios de C&T" que se consolida em nível internacional. Entre os exemplos mais significativos destacam-se:

- *Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC/CSIC)* – Espanha
- *VTT Information Service* (*VTT*) – Finlândia
- *Institute Systems and Innovation Research (ISI-Fraunhofer)* – Alemanha

Como os parágrafos acima sugerem, os observatórios de C&T que foram se constituindo ao longo da última década acabaram assumindo formatos diversos, segundo esquemas institucionais variados, de acordo com as condições mais ou menos favoráveis e, sobretudo, com as especificidades e condicionantes dos sistemas nacionais de C&T e de inovação nos quais estão inseridos. A título de ilustração, uma breve e sintética tipologia permite traçar os contornos desta diversidade:

• modelo tipo "consórcio": são estruturas relativamente "autônomas", de caráter essencialmente público, que congregam agências, ministérios, instituições de pesquisa e/ou representantes do setor produtivo. Dispõem, assim, de um maior grau de flexibilidade e de articulação com os diferentes atores do sistema nacional de C&T, e de uma maior autonomia na adoção de um programa de trabalho próprio. Exemplos mais significativos desta modalidade são os observatórios francês (OST) e o colombiano (OCyT);

• sob tutela absoluta do Ministério de C&T: estruturas que têm um caráter marcadamente governamental, diretamente ligados às decisões políticas e à formulação de estratégias nacionais para o setor, dispondo, dessa forma, de um menor grau de autonomia operacional e financeira, e maior vulnerabilidade frente a eventuais entraves burocráticos. A esta categoria pertencem os observatórios de Portugal (OCES) e da Venezuela (OCTI);

• de natureza fundamentalmente acadêmica: trata-se de núcleos nascidos no interior da infra-estrutura universitária, a partir de trabalhos de cunho marcadamente teórico-metodológico, desenvolvidos em parceria com grupos de pesquisa das universidades de tutela; por experimentarem um maior distanciamento da esfera governamental, possuem uma maior liberdade programática. Entre as experiências mais bem-sucedidas destacam-se os observatórios de C&T do Canadá (OST, nascido na Universidade do Quebec), da Holanda (NOWT, criado a partir de uma aliança entre o Centre for S&T Studies da Universidade de Leiden e o Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology da Universidade de Maastricht) e da Suíça (vinculado à École Polytechnique Federale de Lausanne);

• núcleos de informação e documentação de agências governamentais do setor: trata-se, em geral, de estruturas pequenas, bastante especializadas, que operam no interior de organismos já consolidados em atividades de gestão da informação científica como conselhos nacionais de C&T, institutos nacionais de informação e de documentação científica, institutos de pesquisa tecnológica, etc.; mesmo não adotando a denominação de "observatórios de C&T", tais unidades têm tido uma participação ativa nas colaborações promovidas pelas redes de integração dos observatórios existentes. Entre os mais visíveis internacionalmente estão o Cindoc, da Espanha, o VTT, da Finlândia, e o ISI-Fraunhofer, da Alemanha;

• "redes" ou estruturas de cooperação multilateral: congrega agências, conselhos de C&T e/ou institutos de estatística de diferentes países com vistas à concepção, definição e uso de indicadores regionais de C&T. No âmbito da América Latina, é o caso da Ricyt; do continente europeu, do Esto, o qual congrega mais de 20 instituições dos estados-membros da UE.

A primeira e principal função associada aos chamados "observatórios de C&T", em termos de recursos humanos, materiais e financeiros mobilizados, é a preparação e publicação, a cada dois ou três anos, de um completo volume contendo um conjunto detalhado de indicadores sobre o estado da arte da ciência e da tecnologia, em nível nacional e regional, e sua participação no cenário mundial (OST, 2004; NSB, 2004, dentre outros). Mais além dos indicadores "clássicos" relativos aos recursos humanos e dispêndios em P&D (*inputs*) e dos indicadores que permitem acompanhar a

produção científica e tecnológica derivada das atividades de pesquisa e inovação *(outputs)*, procura-se também divulgar famílias de indicadores um pouco mais complexos, de caráter mais "experimental", em temas e setores complementares (como, por exemplo, os relativos à mobilidade internacional de pesquisadores, aos programas multilaterais de cooperação tecnológica, à transferência de conhecimentos entre universidades e empresas, à expansão das tecnologias de informação e redes digitais, etc.).

De maneira complementar à concepção e produção coordenada e sistemática de indicadores quantitativos, de sua difusão e valorização, os observatórios têm a sua atuação associada ao avanço dos conhecimentos sobre as metodologias de produção dos indicadores de C&T, sobre as condições de sua pertinência e confiabilidade, assim como sobre as análises estratégicas e prospectivas que eles suscitam. Para cumprir mais essa missão fundamental os observatórios definem anualmente um "projeto de conjunto", dentro de um esquema funcional preciso. Com base na experiência francesa, os três componentes centrais desse grande projeto correspondem às funções de concepção, de produção e de difusão e valorização dos indicadores produzidos (Barre, 1997).

Primeiramente, a função de concepção traduz-se na determinação dos eixos e métodos de análise a serem atacados prioritariamente, assim como a seleção dos indicadores a serem produzidos e divulgados. A função de produção implica, fundamentalmente, a mobilização de diferentes bases de dados, o processamento, atualização e reorganização dos mesmos em um sistema integrado de bases relacionais, para produção das diferentes classes de indicadores quantitativos. Finalmente, a função de difusão-valorização abarca, por um lado, os produtos regularmente realizados e difundidos, tais como publicações, extrações especiais, *dossiers* temáticos, etc.; por outro lado, a organização e pilotagem de grupos de estudo e seminários para o avanço dos conhecimentos e capacitações em determinados temas e aspectos metodológicos relacionados à construção dos indicadores (especialmente no concernente às nomenclaturas e classificações a serem adotadas para tratamento e análise dos dados coletados).

É importante ressaltar que esse "projeto de conjunto" anual implica, por sua vez, uma série de atividades de colaboração e parcerias, envolvendo agências governamentais de coordenação e fomento em C&T, órgãos públicos

setoriais, empresas privadas, setor acadêmico e outras instâncias internacionais. De forma sintética, as relações que os observatórios mantêm com o meio externo podem ser brevemente classificadas em três categorias (Barré, 1997): 1) relações de *orientação* e de *decisão*, as estabelecidas com as entidades mantenedoras (membros), que são, via de regra, os destinatários preferenciais dos trabalhos e dos dados quantitativos produzidos, e que se beneficiam de um acesso privilegiado à infra-estrutura material e operacional disponível; 2) relações de *colaboração* (*partnership)*, constituindo a "rede" de colaboradores regulares que foi sendo construída ao longo dos anos, formada basicamente por "consultores regulares" para apoio à construção, aperfeiçoamento e/ou atualização do banco de dados, e por "colaboradores institucionais", que participam diretamente do programa de trabalho; 3) relações com *prestadores de serviços especializados*, aos quais são confiados trabalhos que não podem ser conduzidos internamente e de forma autônoma, como serviços de informática e estatística, de condução de enquetes específicas, serviços editoriais e de divulgação, organização de eventos, etc.

De uma maneira sintética, as estruturas definidas como "observatórios de C&T" possuem missões específicas que, por definição, implicam um conjunto de atividades variadas, mas que se articulam entre si. Independentemente do modelo de operação e do formato institucional que assumem, os observatórios existentes executam, de forma direta ou indireta e com diferentes graus de intensidade, cada uma destas atividades. Dentro dos limites do presente trabalho, elas podem ser agrupadas em sete grandes categorias:

• concepção, montagem e atualização permanente de um banco de dados complexo e de grande porte, composto de diferentes bases inter-relacionadas, a partir das quais são produzidos os indicadores de C,T&I regularmente divulgados. Ressalte-se que, para um bom número dos observatórios existentes, esse banco de dados é concebido como um "equipamento científico", de natureza pública e compartilhada, que deve ser disponibilizado e acessível a pesquisadores e estudantes de diferentes áreas do conhecimento;

• produção e difusão periódica de séries de indicadores de C,T&I, envolvendo também contribuições no campo do planejamento estratégico e da avaliação de programas e ações governamentais, bem como realização de projetos temáticos e enquetes de maior amplitude e alcance realizadas, em regra geral,

em cooperação com outras instituições (como por exemplo *surveys* nacionais de inovação, insumos para a preparação de estudos prospectivos, aportes para medição do potencial C&T em setores transversais, congregando diferentes setores industriais – como espaço, meio-ambiente, energia, etc.). A esses aportes pode-se associar a construção e análise de toda uma gama de indicadores de desempenho e indicadores de resultado de programas, assim como trabalhos de cunho conceitual para a definição e interpretação de indicadores de impacto socioeconômico da P&D (OECD, 2001);

• atividades de pesquisa e desenvolvimento e promoção de estudos setoriais voltados, por um lado, ao tratamento avançado da informação, estatísticas e metodologias modernas de prospecção tecnológica e, por outro lado, a aportes de tipo analítico e metodológico para o aperfeiçoamento de um conjunto de indicadores essenciais para a tomada de decisões estratégicas (como as relativas à reorientação de programas de ação e diretrizes governamentais, e à atribuição de recursos, inclusive novas alternativas de empreendimento em infra-estrutura e capital humano);

• ações de treinamento e de capacitação de pessoal especializado (formação de recursos humanos qualificados para a gestão da informação e operação de sistemas de produção de indicadores). Isso implica a promoção de cursos de treinamento para técnicos vinculados a agências governamentais do setor de C&T, mediante os quais se procura garantir a adoção de conceitos, procedimentos e metodologias comuns.

• constituição de um fórum de discussão e de debates sobre a condução da política científica nacional e de seus instrumentos, o que envolve a organização de seminários e debates sobre questões relativas à C&T. Mediante a mobilização de grupos de trabalho setoriais, alguns observatórios contribuem também para a montagem de uma infra-estrutura de apoio à operação de redes de *experts* (pareceristas) em temas específicos, reunindo representantes em função nos diferentes ministérios, agências, institutos de pesquisa, setores empresarial e acadêmico;

• atividades de divulgação e cultura científica, envolvendo o estímulo a interfaces com o meio externo, assim como a participação em comitês, comissões, instâncias ministeriais, e em organismos internacionais e em redes de organismos congêneres; acrescente-se, ainda, a manutenção de um "centro

de documentação", aberto a todos os colaboradores regulares, estudantes e pesquisadores que atuam no setor.

A título de conclusão, a experiência internacional, especificamente dos "observatórios de C&T" criados nos países desenvolvidos, revela que a produção de indicadores de C&T deve estar fortemente imbricada e articulada com estudos qualitativos. Trata-se da adoção de um marco teórico ou quadro de referência geral, capaz de contextualizar e de dar sentido aos indicadores quantitativos, integrando os condicionantes básicos dos sistemas nacionais de inovação aos quais se referem. Com mais de 15 anos de existência, os primeiros observatórios, particularmente o francês, que foi pioneiro, ainda inspiram a criação de estruturas similares em diferentes países. De acordo com seus gestores, a razão do êxito dessas entidades e de sua evolução institucional pode ser atribuída, em parte, ao principio fundamental que motivou a sua fundação, ou seja, não apenas manter uma estrutura capaz de produzir indicadores sofisticados e estatisticamente confiáveis, mas sobretudo fazer com que isso contribua à reflexão e ao debate mais amplos, apoiados numa base ampla e variada de atores e co-participantes.

3. Cenário nacional: principais carências e lacunas

Como se procurou demonstrar nas seções precedentes, embora possuindo características bastante distintas entre si, as diferentes experiências estrangeiras de constituição de "observatórios de C&T" revelam avanços significativos e resultados bastante positivos em termos de sua ação na integração e informação para a inovação. Entretanto, na sua grande maioria, essas novas estruturas e dispositivos inserem-se em economias altamente competitivas, nas quais o interesse do setor produtivo em inovar é muito elevado, marcadas pela força dos mercados internos e pela grande participação nos mercados globalizados. Essas condições são ainda bastante incipientes em países como o Brasil, o que demanda uma abordagem diferenciada para esse tipo de atuação pública, baseada fundamentalmente na articulação efetiva entre o governo, o setor produtivo e a comunidade de C&T.

Desde o final dos anos 90, porém mais intensamente a partir de 2001, com o agravamento da crise econômico-financeira que alcança todo o continente sul-americano, os governantes brasileiros – tanto em nível federal como estadual – passam a se mostrar cada vez mais sensíveis a questões

relacionadas ao papel do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação para um desenvolvimento sustentável. A consolidação e fortalecimento do sistema passam a integrar as pautas de discussão e as agendas de trabalho das políticas de desenvolvimento socioeconômico e industrial do país, que vêm impulsionando, de maneira deliberada, uma renovação de todo o setor.

De acordo com manifestações de importantes representantes dos setores público e privado, o início dos anos 2000 marca o surgimento de um "novo paradigma" de C&T no Brasil. A estrutura nacional de C&T e de inovação vem passando por mudanças importantes – em nível programático e institucional – que procuram dar um novo impulso às capacidades instaladas no país. Situam-se entre os mais significativos a implantação de novos instrumentos financeiros para a P&D – em particular a criação dos "fundos setoriais" –, a estruturação de redes nacionais e regionais de apoio à inovação, o apoio à incubação de empresas e ao capital de risco, a ênfase nos estudos prospectivos e novas estruturas de avaliação da P&D e, no plano legal, a sanção da nova Lei de Inovação, que prevê novos dispositivos facilitadores e fomentadores da cooperação entre o setor acadêmico e o setor empresarial. Mais recentemente, acrescente-se ainda a formalização de uma Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), articulando simultaneamente o estímulo à eficiência produtiva, ao comércio exterior, à inovação e ao desenvolvimento tecnológico como vetores dinâmicos da atividade industrial do país.

Nesse contexto de mudanças, e buscando dar continuidade ao significativo esforço realizado quando da elaboração do "Livro Verde" de C,T&I, em 2001, e visando dar um impulso renovado à produção de indicadores, o MCT propõe, em 2002, a criação de uma comissão especial voltada à elaboração de um plano de trabalho e de institucionalização de um Sistema Nacional de Indicadores. O objetivo fundamental deste sistema seria solidificar uma "base de indicadores brasileiros", ancorado na coordenação dos esforços dos agentes federais e dos diferentes agentes estaduais atuando em cada uma das unidades da Federação. Essa iniciativa reflete a preocupação em "regionalizar" os indicadores de C&T no Brasil, resguardando a comparabilidade entre os dados produzidos nos diferentes estados brasileiros.

No âmbito estadual, em 2002, a Secretaria de Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento Econômico e Turismo do Estado de São Paulo, por intermédio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) iniciou o processo de concepção e desenvolvimento da primeira fase de implantação de um "observatório de ciência, tecnologia e inovação" no Estado. Tal como foi concebido, o "observatório paulista" – hoje sob a designação Observatório de Tecnologia e Inovação (OTI) – teria como missão principal articular e complementar o Sistema Estadual de Inovação Tecnológica. Mais especificamente, trata-se de:

• subsidiar, junto com o sector produtivo e a comunidade de C&T, a formulação de uma estratégia de ciência, tecnologia e inovação para o Estado;

• construir um sistema permanente de articulação e coordenação entre o poder público, o setor produtivo e a comunidade de C&T, integrando e complementando as funções isoladas e dispersas já existentes no Estado;

• montar um sistema de informação confiável e elaborar estudos prospectivos de amplo alcance que permitam construir uma visão de futuro para o Estado de São Paulo, relativamente ao cenário nacional e mundial;

• apoiar e incentivar, junto ao setor produtivo, a implementação efetiva das estratégias tecnológicas formuladas e dos projetos considerados prioritários.

Apesar dos importantes avanços e dos esforços já realizados no país, e em alguns estados brasileiros, no sentido de implementação de sistemas de informação mais complexos e integrados, ainda se está longe da funcionalidade e adequação dos sistemas vigentes nos países centrais. Experiências importantes, como os sistemas de informação, diretórios e outros dispositivos já consolidados no âmbito de agências como o CNPq, a Capes e o IBICT, constituem um primeiro passo. O desafio maior subsiste: melhorar a qualidade da grande variedade de informações e técnicas de tratamento, particularmente no que concerne à superação dos inúmeros obstáculos e dificuldades ainda encontrados para a exploração dos recursos informacionais hoje disponíveis e acionáveis, nos âmbitos nacional e estadual.

Já são amplamente conhecidos os limites e lacunas que marcam a produção de estatísticas e de indicadores de C&T no Brasil[2]. Do ponto de vista das fontes disponíveis, de abrangência e cobertura geográfica bastante variadas, é flagrante a dificuldade de obtenção de dados atualizados e confiáveis para todas as categorias de análise. Acrescente-se a isso a frágil sistematização e padronização das informações armazenadas, comprometendo consideravelmente a sua comparabilidade. Apesar do esforço que vem sendo realizado e do avanço que representam novos sistemas disponibilizados em relação a um passado não muito remoto, tais dificuldades ainda decorrem, em grande parte, da própria natureza e estrutura das fontes primárias. De uma maneira geral, elas não foram, na sua origem, concebidas e estruturadas para a produção de indicadores de C&T, mas para outros fins – como o controle de registros contábeis, legais (patentes), financeiros ou bibliográficos –, dificultando ou mesmo inviabilizando a construção de séries temporais homogêneas.

Por outro lado, no caso brasileiro, essas dificuldades estão diretamente associadas, por sua vez, à falta de articulação existente entre os inúmeros agentes ou instituições produtores dos dados primários, o que impõe obstáculos ao estabelecimento e adoção de referenciais comuns (rotinas de armazenamento, técnicas e metodologias de tratamento, análise e difusão dos dados). Soma-se a isso a não interação entre esses produtores e os usuários finais das informações disponibilizadas, dificultando a incorporação de novas demandas e eventuais aperfeiçoamentos. Em suma, diferentemente de outros países em estágio de desenvolvimento científico e tecnológico comparável, no Brasil ainda não se dispõe de instâncias multi-institucionais plenamente dedicadas ao gerenciamento de informações e estatísticas relacionadas ao setor de C&T e à produção sistemática de indicadores nacionais e regionais.

Sob uma perspectiva mais operacional, com base na experiência de construção dos indicadores paulistas, quatro obstáculos maiores merecem ser destacados:

a) a ausência de critérios uniformes entre as diferentes fontes primárias – ou mesmo numa mesma fonte – na cobertura e seleção de conteúdos, como também nos níveis de agregação geográfica e de classificação das

[2] Extraído de Fapesp (2005).

variáveis, o que pode acarretar importantes imprecisões, duplas contagens ou publicação de valores contraditórios;

b) a adoção de diferentes temporalidades nas rotinas de atualização das bases, impondo importantes obstáculos à construção de séries históricas completas e coerentes;

c) a descontinuidade ou inconstância na adoção dos mesmos procedimentos metodológicos de armazenamento e classificação dos dados em cada nova atualização/edição, comprometendo comparações intertemporais;

d) a não disponibilidade ou heterogeneidade da qualidade dos dados desagregados por região administrativa ou unidade da Federação, dificultando a construção de famílias de indicadores compatíveis e homogêneos para diferentes localidades. Note-se que a "estadualização" ou "regionalização" de algumas bases de dados demanda trabalho árduo e criterioso de consistência, e importantes iniciativas do MCT buscam atender a essas necessidades. Trata-se de equipar os diferentes estados brasileiros de uma infra-estrutura e competências mínimas para a produção de estatísticas de C&T. Nesse aspecto, instâncias como o Fórum Nacional dos Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência e Tecnologia e o Fórum Nacional das Fundações e Entidades de Amparo à Pesquisa dos Estados e Distrito Federal têm um importante papel a desempenhar.

4. A experiência paulista

O Estado de São Paulo detém o maior e melhor complexo científico e tecnológico, e o maior parque industrial e de serviços do país. Não obstante, o setor de C&T, predominantemente público, atende apenas parcialmente às necessidades e oportunidades apresentadas pelo setor produtivo. Este último, por sua vez, apresenta significativas dificuldades para incorporar as vantagens de um processo contínuo de inovação e, com algumas exceções, para o desenvolvimento de capacidades de gestão desse processo. À imagem da situação nacional, o setor público do Estado, embora ativo em alguns aspectos, não tem uma atuação sistêmica de apoio e de promoção da informação para a inovação tecnológica.

Como mencionado na seção precedente, no final de 2001, por intermédio da Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia, o governo do Estado de São Paulo se compromete a formular uma nova estratégia de C,T&I de longo prazo, e a articular um sistema estadual de inovação tecnológica, complementando os esforços já realizados no passado. Estabelece-se, assim, um plano de trabalho e um projeto de estruturação desse processo de articulação estratégica e de coordenação sistêmica da inovação no Estado. Entre outros objetivos, prevê-se a montagem de um sistema integrado de informações, baseado na participação direta dos principais agentes estaduais de planejamento, execução e fomento à P&D.

Nesse contexto, e em conformidade aos propósitos do presente trabalho, duas ações da Fapesp merecem ser aqui destacadas[3]: a série produzida periodicamente sob a denominação *"Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo"*, que está na sua terceira edição, e o portal FAPESP.INDICA, disponibilizado no *website* da Fundação.

SÉRIE *INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM SÃO PAULO*

A partir da coleta e análise de uma variada gama de dados quantitativos, e centrada na análise da evolução mais recente da ciência e tecnologia paulistas e sua contribuição aos esforços nacionais, a publicação *"Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo"*, editada pela Fapesp, tem como objetivo principal construir um panorama completo sobre a situação atual da produção científica e tecnológica do Estado, no contexto mais amplo da dinâmica nacional e internacional do setor. Com relação à primeira edição, publicada em 1998, as últimas edições (2001 e 2004[4]) vêm evoluindo no sentido de incorporar, aos indicadores quantitativos, análises e interpretações mais aprofundadas das principais tendências observadas no período em exame, passíveis de subsidiar a formulação e acompanhamento de ações e políticas para o setor.

A preparação desse volume envolveu mais de 40 especialistas nos diferentes temas selecionados, provenientes, na sua maior parte, de instituições de ensino e de pesquisa do Estado de São Paulo, sob a

[3] Esta seção baseia-se no capítulo 1 da terceira edição da série Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo (Fapesp, 2005).
[4] Ver Fapesp (1998 e 2002), Fapesp (2005).

coordenação da Fapesp. Vale ressaltar que, em cada nova edição, procura-se envolver novas equipes para o tratamento de cada um dos temas abordados, de forma a ampliar o leque de colaboradores externos e mobilizar um número cada vez maior de especialistas, em direção à constituição gradual de uma rede de colaboração ampla e multidisciplinar.

Também como as anteriores, a edição 2004 compõe-se de uma dezena de capítulos que abarcam as principais famílias do que se convencionou chamar de "indicadores de ciência, tecnologia e inovação" (C,T&I), para o Estado de São Paulo, para o Brasil e algumas comparações internacionais. Assim, por meio de um conjunto de mais de 200 ilustrações, os onze capítulos temáticos abordam distintas dimensões das três grandes categorias de indicadores de C,T&I: indicadores de insumo (dispêndios públicos e privados em pesquisa e desenvolvimento; recursos humanos disponíveis em C&T; panorama do ensino superior); indicadores de produto (produção científica, produção tecnológica, comércio de produtos de alta tecnologia e empresas inovadoras); e indicadores de impacto (impactos socioeconômicos e culturais da C&T em setores específicos, tais como o de saúde e o de tecnologias da informação, assim como sobre a opinião pública). Em blocos específicos, o volume integra, ainda, as séries estatísticas a partir das quais esses indicadores foram construídos e a descrição dos procedimentos metodológicos adotados na coleta e no tratamento dos dados apresentados.

Na sua concepção, a série *"Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo"*, editada pela Fapesp, tem natureza eminentemente técnica e é voltada a gestores e formuladores de políticas de C,T&I, assim como a especialistas e pesquisadores que atuam no setor. Portanto, a linguagem é direta e precisa e, ao mesmo tempo, acessível a uma gama variada de usuários potenciais. Em outros termos, o texto não possui caráter puramente acadêmico nem procura abarcar discussões de fundo teórico; trata-se, na realidade, de um conjunto de diagnósticos e de informações atualizadas sobre a situação da C,T&I no Estado e no conjunto do país, passíveis de consultas regulares. Nesse sentido, para cada tema selecionado, os dados relativos aos esforços de C&T em São Paulo são sempre acompanhados de dados comparativos concernentes a outras unidades da Federação, ao consolidado em nível nacional, bem como a outros países. Por outro lado, sempre que disponíveis, são oferecidos aos leitores alguns elementos sobre a evolução recente do setor, por meio de

comparações de séries temporais mais longas ou da análise de alguns anos isolados de especial importância.

A cada nova edição, todo o esforço é feito para que cada um dos capítulos contenha análises gerais acerca dos contextos histórico, institucional e sócioeconômico vigentes, à luz dos quais os indicadores apresentados devem ser interpretados. Para cada tema, procura-se, também, indicar as implicações mais evidentes dos fenômenos analisados para a formulação de políticas para o setor de C&T, nos âmbitos estadual, regional e nacional. Nesse sentido, são relacionados e comentados os principais limites ou eventuais lacunas do indicador em questão, e os cuidados e reservas que devem ser tomados para sua correta interpretação.

No que diz respeito ao estilo gráfico e à editoração, a série *"Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo"* inspira-se no modelo das principais publicações internacionais de referência, em particular nos relatórios anuais ou bienais de indicadores produzidos por organismos como a National Science Foundation (NSF), a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), a Comissão Européia (UE) ou ainda a Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnologia (Ricyt)[5]. Seguindo tais modelos, o volume subdivide-se em três grandes partes: 1) apresentação dos capítulos relativos aos temas selecionados (incluindo texto e ilustrações); na definição das ilustrações, procura-se adotar soluções gráficas que facilitem a visualização do conjunto de variáveis e a identificação dos valores representados; 2) apresentação das séries estatísticas e tabulações a partir das quais foram originados os indicadores apresentados no corpo dos capítulos; 3) apresentação de anexos metodológicos, contendo o detalhamento dos procedimentos e das metodologias adotadas na coleta e tratamento das diferentes famílias de dados quantitativos, e outros documentos de apoio (tais como glossários, sistemas de classificação de variáveis, índices de correção, descritivos de fontes de dados primários, tabelas de correspondência, etc.).

A divulgação da publicação é feita em formato impresso e em formato eletrônico. Nesse último caso, são oferecidas duas opções: 1) por meio da

[5] Destacam-se como principais publicações de referência: NSB (2004), EU (2003), OECD (2002, 2003a e 2003b), OST (2004), Unesco (1998), UIS (2001) e Ricyt (2004).

versão *on-line* completa disponibilizada no *website* da Fapesp, através da qual é também possibilitado o acesso direto e individualizado – via *hyperlinks* – à todas as tabelas, gráficos e séries estatísticas que a compõem; 2) por intermédio do portal FAPESP.INDICA, descrito abaixo, a partir do qual os indicadores podem ser recuperados por intermédio de mecanismos de busca personalizada, segundo critérios e parâmetros pré-definidos. Ademais, visando uma maior divulgação dos indicadores paulistas e brasileiros de C,T&I junto à comunidade internacional, uma versão da edição 2004 no idioma inglês também será disponibilizada nos formatos impresso e eletrônico.

Portal FAPESP.INDICA

A edição 2004 da série *"Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo"* (Fapesp, 2005) marca a consolidação, no âmbito das atividades regulares da Fundação, de um núcleo voltado especialmente para o gerenciamento de um conjunto de informações capazes de viabilizar um trabalho permanente de descrição, acompanhamento e análise da realidade da produção científica e tecnológica paulista, e sua participação no esforço nacional. Esse processo, iniciado em 2002, envolveu também a concepção e implementação de um complexo sistema de informações sobre indicadores de ciência, tecnologia e inovação, que sistematiza e facilita o acesso às principais fontes primárias e documentais de indicadores de C,T&I nacionais e internacionais. Sob a denominação FAPESP.INDICA, este sistema *on-line* encontra-se atualmente disponibilizado na *website* institucional da fundação. Na sua concepção, o portal FAPESP.INDICA busca constituir-se numa importante ferramenta para a realização de novos estudos sobre o setor, bem como para o atendimento das necessidades de informação especializada por parte dos gestores públicos, de especialistas e da comunidade científica em geral[6].

Trata-se de uma proposta de gerenciamento de um conjunto de informações e de indicadores que permitam a descrição, acompanhamento e análise da realidade da pesquisa científica e tecnológica do estado, e sua participação no esforço nacional. O sistema proposto constitui-se ainda numa ferramenta importante para o processo decisório interno da fundação, e para o atendimento das necessidades de informação de C&T de seus gestores e parceiros regulares.

[6] A esse respeito ver Gusmão & Diaz (2002).

Voltado essencialmente a pesquisadores, especialistas, gestores e formuladores de políticas no setor de C&T, o FAPESP.INDICA fundamenta-se na seleção e sistematização das fontes primárias e secundárias de dados – nacionais e internacionais – indispensáveis à produção e análise de indicadores de C,T&I, facilitando ao usuário a identificação e acesso direto às mesmas. Diferentemente dos portais para a recuperação de informações em C,T&I já disponíveis, as três bases que integram o FAPESP.INDICA apóiam-se em sistemas de classificação diversos e criteriosos, a partir de tipologias pré-estabelecidas, definidas de forma a garantir a máxima cobertura e, ao mesmo tempo, a melhor sistematização dos registros armazenados. O sistema fundamenta-se, também, em buscas orientadas, baseadas em filtros pré-definidos, que permitem ao usuário obter respostas o mais próximo possível de sua demanda.

Atualmente, o portal FAPESP.INDICA reúne mais de 3.600 registros, abarcando:

• *links* para mais de 2.300 organizações, das quais mais de 1.200 da esfera internacional, envolvendo órgãos de gestão e coordenação em C&T, órgãos de financiamento, agências de normalização e regulação, institutos de estatísticas e de informação em C&T, instituições de ensino e pesquisa, academias e associações de P&D, incubadoras e parques tecnológicos, etc.;

• *links* para aproximadamente 180 programas tecnológicos e fundos de C&T, e mais de 220 portais e serviços de informação *on-line*, nacionais e internacionais;

• *links* para cerca de 700 fontes documentais, sendo mais da metade editadas em outros países, compreendendo publicações diversas sobre indicadores de C&T e sistemas de recuperação de dados *on-line,* enquetes e pesquisas amostrais, estatísticas socioeconômicas, metodologias e outros documentos de apoio, revistas e boletins especializados;

• visualização de aproximadamente 650 tabelas e gráficos relativos aos principais indicadores de C,T&I, incluindo inúmeras comparações internacionais, em temas como recursos financeiros e humanos disponíveis em P&D, ensino superior, produção científica, atividade de patenteamento, balanço de pagamentos tecnológico, empresas inovadoras, interação universidade-empresa, entre outros.

Esses números revelam um volume já considerável de registros cadastrados nas três bases do sistema, com um nível de cobertura superior nos casos do Brasil e de países da América Latina em comparação a outros países e regiões do mundo. A consolidação e crescente utilidade do FAPESP.INDICA requer, portanto, esforços de alimentação e aperfeiçoamento contínuos. Através da ferramenta *"fale conosco"*, a participação dos usuários, sugerindo novas inclusões e indicando atualizações dos registros cadastrados, é considerada imprescindível.

A título de conclusão, a criação de um sistema integrado de informações de C&T no âmbito da agência estadual de fomento – assim como de quaisquer outras agências do sistema estadual de C,T&I – facilita a produção e sistematização permanente de informações e de indicadores passíveis de subsidiar o processo decisório e as atividades de planejamento estratégico dessas agências. Trata-se, por um lado, de municiar os membros dos seus conselhos gestores com elementos de busca, identificação e escolha dos indicadores de C&T mais pertinentes em torno de questões que lhes são colocadas pela sociedade, pela comunidade científica, ou pela mídia. Por outro lado, estimula-se a reflexão e o debate mais ampliado sobre o estado da arte e principais debilidades da produção científica e tecnológica dos estados, fornecendo ainda resposta às novas necessidades de informação de forma articulada com os produtores de estatísticas oficiais.

5. Considerações finais

Como amplamente discutido na literatura especializada sobre o processo de inovação nas sociedades contemporâneas, não existe uma relação linear entre os *inputs* e os *outputs* das atividades de pesquisa e desenvolvimento. Os indicadores que os caracterizam oferecem informações e pistas importantes, porém não revelam a natureza dos fluxos nem das inter-relações entre os diferentes atores envolvidos nesse processo. Na realidade, os indicadores refletem as principais dinâmicas internas e externas dos esforços de P&D e as grandes tendências – mais ou menos significativas –, com o apoio de comparações internacionais. Nessa perspectiva, os relatórios anuais ou bienais de indicadores de C&T que são regularmente produzidos pela grande maioria dos "observatórios de C&T" existentes disponibilizam aos diferentes agentes do sistema não mais do que elementos importantes para a formulação de políticas e a definição de estratégias para o setor.

De uma maneira sintética, as experiências internacionais e nacionais brevemente comentadas neste texto revelam que o desenvolvimento e implantação de um sistema nacional de estatísticas e de avaliação da C&T implica, entre outros aspectos: a consolidação de uma estrutura eficiente de armazenamento de dados provenientes de fontes diversas, que permita tratamentos estatísticos complexos; a adoção de uma lógica comum de tratamento, de classificação e de atualização das informações, de forma a assegurar sua coerência e complementaridade em termos setoriais, geográficos, disciplinares e temporais; a articulação dos diferentes tipos de dados mediante uma nomenclatura comum, ou de categorias estabelecidas com esta finalidade; o desenho de um esquema de fácil atualização de séries temporais e de agregação, no tempo, de novas informações e de elementos suplementares; e, finalmente, a adoção de uma infra-estrutura técnica que permita uma evolução gradual do bancos de dados e das bases relacionais que o compõem (em número, tamanho, conteúdo e nível de complexidade).

Nesse sentido, o caráter sistemático e flexível do tratamento dos dados quantitativos constitui-se em requisito para a produção dos indicadores de C&T. Acrescente-se que a boa operação de um banco de dados de tipo relacional implica ainda uma ampla e importante atividade de classificação das informações armazenadas, assim como de agregação e desagregação das variáveis selecionadas no início e no final da cadeia.

No âmbito da série *"Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo"*, editada trienalmente, a análise e interpretação dos resultados são em grande parte favorecidas pelo perfil multidiciplinar do grupo de colaboradores externos mobilizados para a elaboração dos diferentes capítulos, assegurando abordagens complementares no exame dos fenômenos observados. Porém, de forma ainda mais direta, elas decorrem da possibilidade de consulta e exploração de diferentes fontes de dados primários, de maneira simultânea. Cada um dos capítulos temáticos que compõem o volume baseia-se em dados oriundos de mais de três fontes de informação distintas (mais de 45 fontes no total), o que implica esforços consideráveis de compatibilização e harmonização dos dados assim obtidos. Por outro lado, para fins de comparação dos resultados, diferentes sistemas de classificação ou de agrupamento de determinadas variáveis devem ser adotados.

Portanto, a preparação de publicações periódicas nos moldes dessa série da Fapesp, põe em evidência a necessidade de implementação, no âmbito das diferentes agências ou entidades de C&T do país, de sistemas de informação de C&T mais completos e compatíveis entre si, e inseridos num sistema nacional integrado de estatísticas de C&T. Promovendo a adoção de um marco conceitual e metodológico comum, tal sistema facilitaria a realização mais sistemática de estudos e compêndios estatísticos, compatíveis com as metodologias já consolidadas internacionalmente. Por outro lado, um sistema dessa natureza demanda também a criação e manutenção, no interior das diferentes agências, de uma infra-estrutura mínima e de competências específicas, muitas vezes inexistentes, para a viabilização de um processo permanente de acompanhamento e mensuração dos resultados e principais impactos de seus programas de ação.

Nesse sentido, espera-se que a experiência da Fapesp de produção e publicação periódica dos indicadores de C,T&I para o Estado de São Paulo, possa inspirar ou auxiliar outros estados brasileiros na consolidação dos seus indicadores estaduais, bem como incitar ações colaborativas interestaduais nessa área. Inserido nessa perspectiva, o lançamento de um sistema integrado de informações, facilitando o acesso a um amplo conjunto de fontes institucionais e documentais de indicadores de C,T&I, nos moldes do portal FAPESP.INDICA, significa um passo importante nessa direção. Adicionalmente, espera-se que tais iniciativas de divulgação de sistemas de indicadores de C&T sejam potencializadoras da formação de pessoal especializado e do fortalecimento gradual da rede de especialistas que vem se constituindo nesse contexto.

Finalmente, um novo "observatório de C&T", criado nos moldes das experiências consideradas exitosas, deve constituir-se como um pólo apto para responder a um conjunto diversificado de objetivos e missões, em estreita colaboração com outras entidades do setor. Assim definido, ele deve corresponder ao estabelecimento de uma plataforma, caracterizada por:

- um conjunto organizado de bases de dados diversificadas;
- a manutenção de capacidades de tratamento avançado desses dados;
- o domínio intelectual e operacional das ferramentas e métodos que permitem dar um sentido a esses dados.

Em outras palavras, trata-se não apenas de publicar, anualmente ou a cada dois ou três anos, um volumoso relatório de indicadores de C&T mas, essencialmente, de permitir que os diferentes atores e instituições envolvidos utilizem essa "plataforma" para produzir novos indicadores que correspondam às suas necessidades específicas.

REFERÊNCIAS

BARRÉ, R. La producción de indicadores para la política de investigación e innovación: organización y contexto institucional. In: JARAMILLO, H.; ALBORNOZ, M. (Comp.). *El universo de la medición*: la perspectiva de la ciencia y la tecnologia. Bogotá: Tercer Mundo, 1997, p. 5-32.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Sense and nonsense of S&T productivity indicators. *Science and Public Policy*, v.28, n. 4, p. 259-266, 2001.

EUROPEAN COMMISSION. *Third European report on science & technology indicators 2003*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003, 451 p.

SÃO PAULO. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. *Indicadores de ciência e tecnologia em São Paulo.* São Paulo, 1998. 144 p.

_____. *Indicadores de ciência*, *tecnologia e inovação em São Paulo, 2001*. São Paulo, 2002. 488 p.

_____. *Indicadores de ciência e tecnologia em São Paulo, 2004*. São Paulo, 2005. 992 p.

FRANÇA. Observatoire des sciences et des techniques. *Science & technologie indicateurs 2004*. Paris: Economica, 2004.

GODIN, B. *Outline for a history of science measurement*: project on the history and sociology of S&T statistics. Montréal: INRS. Observatoire des Sciences et des Technologies, 2000. 33 p. (Working paper, n. 1).

GUSMÃO, R. Nuevas estructuras de producción y difusión de indicadores de C&T: un panorama internacional. *Cuadernos del CENDES - Tercera Epoca*, Caracas, Venezuela, v. 19, n. 51, p. 19-41, sept./dic. 2002.

_____; DIAZ, C. Uma proposta de construção de um sistema integrado de informações CT&I no âmbito das FAPs: a experiência da FAPESP. In: Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 22., 2002, Salvador. **Anais**... São Paulo : PGT/USP, 2002.

NATIONAL SCIENCE BOARD (Estados Unidos). *Science and engineering indicators*. Arlington, Virginia, 2004. 2 v.

OCDE. *The measurement of scientific and technical activities*: proposed standard practice for surveys of research and experimental development. Paris, 1993.

_____. *Science, technology and industry outlook, 2002*. Paris, 2002. 327 p.

_____. *Main science and technology indicators, 2003*. Paris, 2003. 98 p.

_____. *Science, technology and industry scoreboard, 2003*. Paris, 2003. 96 p.

RED IBEROAMERICANA DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (Buenos Aires). *El estado de la ciencia:* principales indicadores de ciencia y tecnologia iberoamericanos/interamericanos, 2003. Buenos Aires, 2004, 380 p.

SILVA, Sylon Gonçalves da; MELO, Lúcia Carvalho Pinto de (Coord.). *Ciência, tecnologia e inovação:* desafio para a sociedade brasileira: livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia: Academia Brasileira de Ciências, 2001.

SIRILLI, G. Old and new paradigms in the measurement of R&D. *Science and Public Policy*, v. 25, n. 5, p. 305-311, Oct. 1998.

UNESCO. *World science report 1998*, Paris, 1998.

VELHO, L. M. S. Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos e impactos en la política científica. In: MARTINEZ, E.; ALBORNOZ, M. (Ed.). *Indicadores de ciencia y tecnología:* estado del arte y perspectivas. Caracas: Nueva Sociedad, 1998. p. 23-51.

_____. Estratégias para um sistema de indicadores de C&T no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, n. 13, p. 109-121, dez. 2001.

Propriedade intelectual: temas estratégicos

*Roberto Castelo Branco Coelho de Souza**

1. Introdução

O título da 3ª Conferencia Nacional da Ciência, Tecnologia e Inovação é "Ciência, Tecnologia e Inovação como Estratégia para o Desenvolvimento Nacional". A inclusão do tema propriedade intelectual é oportuna, pois traz a proteção da inovação para a agenda de debates de um fórum de alto nível e que conta com a participação dos setores mais representativos da comunidade cientifica e tecnológica do país. Essa inclusão ocorre quando é reconhecido que os países desenvolvidos alcançaram esta condição graças à implementação de políticas coordenadas que abrangem vários setores, dentre eles a propriedade intelectual.

Mais ainda, os países com economias emergentes que estão logrando crescimento acelerado fizeram reformas importantes e radicais em seus sistemas de propriedade intelectual no passado recente. Verifica-se um aumento significativo no número de pedidos de patentes desses países e isto, sem dúvidas, se deve à implementação de medidas de incentivo ao aumento da proteção. Todavia, também há um forte componente relacionado com a disseminação de informação de patentes. A publicação e o acesso a essa informação integram os conceitos fundamentais do sistema de patentes É necessário saber tirar proveito das facilidades que as redes de comunicação e a internet oferecem.

* Roberto Castelo Branco Coelho de Souza é diretor executivo da R. Castelo Branco Assessoria Empresarial.

Ao discutir a propriedade intelectual no âmbito da 3ª CNCTI deve-se faze-lo com uma visão prospectiva, levando em conta as potencialidades do Brasil e suas políticas relacionadas com o seu desenvolvimento. Deve-se levar em conta a necessidade do povo brasileiro por empregos, saúde, educação e inclusão social. Deve-se deixar de lado posições radicais que no passado não muito remoto buscavam transformar a propriedade intelectual em um sistema "do mal", passando a tratar do assunto de uma perspectiva "religiosa"

A economia do Brasil passou por importantes transformações com a abertura de seus mercados. Isso gerou um grande investimento de capital externo em setores de infra-estrutura e de serviços. Muito pouco investimento foi feito no âmbito industrial e quase nada no setor de pesquisa e desenvolvimento. Isso nos leva à conclusão, para alguns obvia, que o desenvolvimento destes setores terá que ser feito pelos brasileiros, com os poucos recursos que o país dispõe. A Lei da Inovação, aprovada e sancionada em novembro de 2004, vai propiciar uma sinergia maior entre o setor acadêmico e o setor produtivo. Espera-se muito dessa interação e será fundamental ser capaz de "focar" a ação desse esforço em setores que permitam obter resultados tangíveis em prazos condizentes com a premência da nossa precariedade social.

Ao mesmo tempo, a dimensão do país e o potencial da sua economia, moderna e dinâmica em vários setores, requer o acesso a tecnologias já existentes ou cujo desenvolvimento no país não seria viável. A propriedade intelectual oferece a possibilidade de acessar essa tecnologia, licenciá-la, adaptá-la ou modificá-la conforme interesses específicos. O esforço exportador precisa estar acompanhado de medidas que agreguem valor ao produto nacional e que aumentem a competitividade de nossos produtos. A comercialização de produtos que incorporem esses requisitos e a sua conseqüente circulação por mercados globais requer a proteção sistemática e disciplinada da inovação. A concorrência internacional é acirrada e utiliza todos os meios para melhorar, de forma contínua, a competitividade de seus produtos.

Por fim, parece que uma conexão deve haver entre a política industrial do governo brasileiro e as ações do sistema de propriedade intelectual. Ao eleger semicondutores, fármacos, *software* e bens de capital como setores prioritários, é necessário que venha acompanhado por iniciativas que visem

proteger a inovação que será gerada pelo resultado da ação do governo e do setor produtivo nessas áreas. Mais recentemente, o governo federal, por meio da ação conjunta de vários ministérios e entidades representativas do setor privado, criou o Fórum de Biotecnologia com a finalidade de transformar o Brasil em um *player* mundial nessa área em futuro não muito distante. Na verdade, essa iniciativa resgata a falha de deixar a biotecnologia fora da política industrial.

Portanto, ao abordar o tema da propriedade intelectual deve-se fazê-lo levando em conta as prioridades e como os países desenvolvidos adaptaram ou modificaram suas leis de propriedade intelectual para atender as necessidades dos seus segmentos inovadores.

2. ASPECTOS RELACIONADOS COM A PROTEÇÃO DO *SOFTWARE*

O governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva tomou uma decisão de grande relevância e alcance ao eleger o *software* livre como prioritário para os órgãos governamentais. Em principio, a decisão parece ter apenas um caráter de medida econômica, pois não há custo de aquisição nem taxas de manutenção do *software*. Todavia, há o grande mérito de desenvolver uma capacitação de empresas brasileiras especializadas em desenvolvimento de aplicativos que utilizem o *software* livre, um nicho de mercado ainda pouco explorado no mundo. O *software* livre tem uso crescente na internet e um grande número de empresas opta, de forma crescente, pelo uso do *software* livre para seus aplicativos. O Brasil tem uma posição de vanguarda e sua experiência tem despertado a atenção da indústria do *software* proprietário, que tem buscado iniciativas que aumentam a qualidade da concorrência. Mais ainda, líderes políticos mundiais passaram a acompanhar de perto o nosso caminho e isso tem gerado um debate em diversos fóruns que só enaltece a política nacional.

O movimento do *software* livre adotou um novo princípio com relação à propriedade intelectual do *software*, que foi tradicionalmente proprietário e protegido pela legislação do direito autoral, sendo que em alguns países também pela lei de patentes. O *software* livre refere-se ao desenvolvimento de *software* que fica disponível em seu código fonte, em conformidade com a certificação standard emitida pelo Op*en Source Initiative (OSI)*. O *software*, embora protegido pelo direito autoral, é distribuído livremente, sem restrições

de licenciamento, encorajando usuários a usar, modificar, copiar e distribuir o *software* livremente, desde que certas condições sejam observadas, inclusive que o programa e sua codificação permaneçam livre e disponível. Os proprietários do código fonte e da codificação não recebem *royalties*. O movimento objetiva o desenvolvimento cooperativo do *software*, promove a remoção de erros ou falhas (*bugs*) e promove trabalhos derivativos.

Com relação ao *software* proprietário, tradicionalmente a proteção do *software* tem se dado pelo direito autoral que oferece a vantagem de ser um processo de baixo custo, bastando comprovar a sua publicação. A Convenção de Berna, que conta com a adesão de 159 países e que é parte integrante do Acordo de Trips, garante a proteção simultânea e imediata nos países signatários da Convenção. A proteção é por 60 anos, o que corresponde a um período infinito para o *software*.

A Convenção de Berna oferece proteção para a cópia não autorizada. Todavia, o processo de combate à pirataria é complexo e essa proteção, em muitos casos, tem se mostrado pouco efetiva. Mais ainda, não há uma proteção efetiva contra práticas que fazem uso da engenharia reversa, onde a partir do código fonte o fluxograma do programa é identificado e uma nova codificação é realizada.

Em muitas circunstâncias, o direito autoral não oferece proteção adequada aos casos onde está envolvido segredo comercial. Criadores de *software* freqüentemente tem que tomar determinadas precauções. Enquanto é tipicamente desejável incluir o máximo de informação para provar o uso fraudulento de cópias, ao mesmo tempo é recomendável incluir o mínimo de segredo comercial. É difícil encontrar o ponto de equilíbrio. Há o risco de que um programador hábil possa abrir o programa e codificar o *software* de tal modo que possa evitar a violação do direito autoral

Em muitos casos têm sido usados certos mecanismos que podem ser úteis para provar o uso indevido de *software* protegido pelo direito autoral, tais como incluir certos códigos sem função especifica que fazem apenas um *loop* no programa. Em outros casos são incluídos códigos que sequer são processados pelo computador.

Outro aspecto importante na lei do direito autoral é a questão da propriedade. Embora não seja sempre viável, do ponto de vista legal é

preferível que somente funcionários escrevam programas de computador. Os funcionários devem ser, via de regra, sujeitos a contratos de trabalho nos quais eles concordam em manter confidencial qualquer segredo comercial ou *know kow*.Se funcionários temporários, bolsistas ou consultores participam da atividade de escrever programas, seus contratos devem prever que eles concordam em transferir toda a propriedade de qualquer trabalho que eles criem e que seja passível de proteção pelo direito autoral, e que concordam em abrir mão dos direitos morais de seus trabalhos e atribuições.

A historia da proteção do *software*, por meio da lei de patentes, começou nos Estados Unidos, nos anos 70. O Escritório Americano de Marcas e Patentes (USPTO) evitava conceder patentes para invenções que utilizassem um cálculo feito por programa de computador. O raciocínio era baseado no entendimento que patentes somente poderiam ser concedidas para processos, máquinas, artigos de manufatura e materiais compostos. Patentes não poderiam ser concedidas a verdades científicas ou suas expressões matemáticas. O USPTO via como algoritmos matemáticos programas de computador ou invenções contendo (ou mesmo relacionadas com) programas de computador e não os considerava processos ou máquinas e invenções relativas a *software* eram rejeitadas.

Nos anos 80, a Suprema Corte forçou o USPTO a mudar de posição. Em 1981, a Suprema Corte ordenou, pela primeira vez, a concessão de uma patente que utilizava um programa de computador. A invenção era relacionada a um método de como a borracha deveria ser aquecida e curada. A invenção utilizava um computador para calcular e controlar os tempos de aquecimento da borracha e suas reivindicações incluíam também etapas relacionadas ao aquecimento da borracha e a sua remoção da fonte de calor. A Suprema Corte entendeu que nesse caso a reivindicação da patente não era meramente um algoritmo matemático, mas era, na verdade, um processo de modelagem da borracha e, por conseguinte, era patenteável. Todavia, a única novidade da invenção era o tempo de aquecimento controlado por computador.

A partir dessa decisão, o USPTO e os inventores tiveram grandes embates para determinar quando uma invenção era meramente um algoritmo matemático e as opiniões eram conflitantes. O que ficou claro era que a patentabilidade de invenções relativas a *software* dependiam da forma como as reivindicações eram elaboradas.

No inicio dos anos 90 a Suprema Corte tentou esclarecer quando uma invenção relativa a *software* era patenteável. A corte estabeleceu que a invenção, como um todo, deveria ser analisada. Se a invenção se destinava unicamente a converter códigos binários em decimais, deveria ser rejeitada. Todavia, se a invenção utilizava o computador para manipular números que apresentam um valor concreto, tal como um programa que interpreta sinais de um eletrocardiograma para prever arritmia, então a invenção é um processo relacionado com o mundo real e, por conseguinte, patenteável.

Por causa dessas dificuldades e da controvérsia se era possível proteger o *software* pelas patentes, algumas empresas usavam apenas o direito autoral e os acordo de licenciamento para proteger seu *software*. Em 1995, o USPTO decidiu que era chegado o tempo de desenvolver manuais para examinadores que refletissem as recentes decisões judiciais. Novos manuais de patentes de *software* preparadas pelo USPTO facilitaram o processo de obter patentes para invenções relativas a *software*. Casos recentes demonstram que tem sido minimizada a quantidade de *hardware* que deve ser incluída nas reivindicações.

Muitos acreditam que a proteção oferecida pelo direito autoral, para o caso do *software*, perdeu eficácia. Para tornar a proteção mais efetiva, muitos têm preferido a proteção por patentes de *software* além da proteção do direito autoral. O registro do *software* por si só pode oferecer algumas vantagens importantes, mas não oferece proteção contra a violação do segredo comercial.

Em vista desses desdobramentos, a proteção para invenções relativas a *software* tem sido debatida em vários países em nível nacional e também internacional. A Comunidade Européia preparou uma diretiva sobre patentabilidade de invenções implementadas por computador. Esta diretiva tem sido discutida buscando a harmonização da interpretação dos requisitos nacionais para patentabilidade, entre os países membros da Comunidade, para invenções relativas a *software*. Embora as discussões mostrassem opiniões divergentes entre os países europeus, recentemente a Comissão Européia, que é o órgão executivo da comunidade, decidiu não reabrir o processo decisório de elaboração da legislação. A comissão recusou submeter uma nova proposta de diretiva para invenções implementadas por computador. A posição do presidente da Comissão Européia, José Manuel Barroso, tem recebido oposição de entidades oponentes que querem evitar a extensão da

proteção de patentes ao *software* e o parlamento mostra-se dividido, apesar do acordo de ministros, em maio de 2004, a favor da diretiva.

A fim de fornecer maiores detalhes sobre a proteção do *software*, são listadas abaixo algumas questões:

a) É necessário patentear uma invenção relativa a *software*?

Em uma grande quantidade de países a proteção para programas de computador é propiciada pela lei do direito autoral. A maior vantagem dessa proteção está na sua simplicidade. O direito autoral não depende de formalidades tais como registro ou depósito de cópias nos 159 países signatários da Convenção de Berna para a proteção de trabalhos literários e artísticos. A proteção internacional pelo direito autoral é automática e começa tão logo o trabalho é criado.

Por seu lado, uma patente deve ser solicitada em cada país onde a proteção é solicitada. Um pedido de patente, para obter proteção, deve atender requisitos de formalidade e substancia em vários países e a invenção deve ser desvendada para o público. Isso pode ser uma questão complexa, tanto do ponto de vista técnico como legal, e requer quase sempre a intermediação de um perito em patentes. Embora a proteção da patente é menor (20 anos a partir da data do pedido) que o direito autoral, para o *software* isso acaba não sendo um fator decisivo.

Apesar disso, muitos ainda preferem solicitar patentes para invenções relativas a *software* nos países onde isso é permitido. A proteção do direito autoral refere-se somente a "expressões", não a inovações, procedimentos, métodos de operação ou aplicação de conceitos matemáticos. Embora o direito autoral proteja a expressão literal dos programas de computador, ele não protege as inovações desses programas, exatamente aquilo que tem maior valor comercial.

b) O que é desejável proteger dos competidores?

O *software* pode estar incorporado a um computador ou a um equipamento. Todavia, de um modo geral, o *software* é criado, distribuído e reproduzido em disquetes, CD-ROMs ou por meio de redes de comunicações que são meios distintos do *hardware* que vai hospedar o programa. O *software*

pode executar funções técnicas, tais como controlar uma máquina ou regular a temperatura de um processo. Pode também ser usado para monitorar redes de comunicações, ou ser uma interface entre o computador e usuários. Mais ainda, pode ser usado para processar dados científicos, financeiros, econômicos ou sociais para, por exemplo, explorar uma nova teoria ou obter o máximo retorno de um investimento.

Dependendo de como o *software* é usado com o *hardware*, aquilo que pode ser protegido do competidor pode ser diferente. A parte central ou inovadora do *software* pode estar relacionada com um equipamento, sistema, um algoritmo, o processamento de dados ou o próprio *software*. Tais considerações podem ser úteis para solicitar uma patente de *software*.

c) Nem todos os tipos de inovação relativa a *software* são patenteáveis.

Para tornar-se uma patente, uma invenção deve satisfazer diversos critérios: cinco são os mais significativos para determinar a patentabilidade: i) uma invenção deve ser de um assunto patenteável; ii) a invenção deve ter uma aplicação industrial; iii) deve ser uma novidade; iv) deve contribuir para o avanço do estado da arte; v) a publicação da invenção pelo pedido de patente deve satisfazer determinadas normas. Como a lei de patentes é aplicável a invenções de todos os campos da tecnologia sem discriminação, para ser patenteável uma invenção relativa a *software* deve também satisfazer estes requisitos.

3. Aspectos relacionados com o direito autoral no mundo digital

Com relação ao ambiente digital, certas questões permanecem sem solução em nível internacional. Desenvolvimentos recentes relacionados com o direito autoral ou direitos conexos tem implicações no segmento industrial e estão sendo resolvidos pelos legisladores, juízes e fóruns internacionais. Alguns dos aspectos mais significativos são detalhados abaixo:

a) A proteção do direito autoral no mundo digital

Desenvolvimentos recentes no campo do direito autoral e direitos conexos que tem impacto no segmento industrial e estão sendo considerados por legisladores, juízes e outros fóruns internacionais. Enquanto alguns países

consideram novos tipos de infração de direitos autorais relacionados com o uso de tecnologia digital, novas legislações estão sendo debatidas para assegurar a proteção efetiva do direito autoral no mundo digital. Ao mesmo tempo, a indústria do direito autoral está adaptando seus métodos de negócios e utiliza a tecnologia para explorar novas oportunidades.

O sistema do direito autoral tradicionalmente buscava o equilíbrio entre a proteção dos direitos dos criadores e o direito exclusivo de controlar o uso de suas cópias, o acesso e uso público de boa intenção de materiais protegidos pelo direito autoral. Esse equilíbrio foi colocado em questão devido ao modo que as tecnologias digitais mudaram o acesso à informação. No mundo físico, podemos acessar materiais protegidos pelo direito autoral sem causar infrações, tais como tomar um livro emprestado de uma biblioteca. No mundo digital, cada acesso a esse mesmo material envolve um ato de copiar, o simples ato de ver um sítio *web* envolve uma cópia temporária dos dados na memória RAM do computador. Ademais, um número crescente de trabalhos do direito autoral são comercializados por meio de licenciamentos, um modo diverso de como livros ou fitas de vídeo são vendidos. O acesso a trabalhos protegidos pelo direito autoral tem sido feito, de modo crescente, por meio de contratos que podem ter implicações na aplicação de exceções ou limitações de uso da obra.

Com relação à preservação do direito autoral no mundo digital, tem chamado a atenção casos relacionados com a interpretação da abrangência das leis do direito autoral. Questões têm sido suscitadas o direito de autorizar e licenciar suas obras quando essas são re-compiladas ou redistribuídas no mundo digital. Nos EUA, a Suprema Corte tem considerado a re-publicação de obras de escritores no mundo digital, sem algum pagamento adicional ou negociação, uma infração dos direitos autorais. Essa mesma jurisprudência (ou raciocínio) foi utilizada com relação à re-publicação em CD-Rom de fotografias de uma revista mensal.

b) Responsabilidades dos provedores de serviço

Um ponto que tem chamado a atenção da comunidade internet é quem deveria ser responsabilizado pela violação de direitos autorais no mundo virtual. Quando uma obra é transmitida de um ponto para outro, ou oferecida para acesso público, várias partes são envolvidas na transmissão. Isto inclui

as entidades que oferecem serviços de acesso à rede internet. Quando um provedor de serviço participa da transmissão ou torna disponível material de outro que viola o direito autoral, são eles responsáveis também pela violação dos direitos autorais?

Um caso interessante surgiu na China envolvendo um provedor que colocou na internet obras de seis escritores sem suas autorizações. A argumentação era que a Lei Chinesa do Direito Autoral não se referia a questões da internet e, portanto, as obras digitalizadas não poderiam violar o direito autoral. A Corte julgou que nenhum trabalho derivativo foi criado pela simples digitalização das obras e que a Lei Chinesa dava aos autores o direito exclusivo sobre seus trabalhos quer *on-line* e *off-line*. O provedor foi considerado em condições de controlar a distribuição dessas obras e foi considerado responsável por essa violação.

c) Proteção de bases de dados

O mundo digital aumentou significativamente a importância e o valor econômicos das bases de dados. Isso tem gerado um movimento para dar uma proteção internacional às bases de dados. Bases de dados que são originais pela seleção de seus conteúdos são protegidas pelo direito autoral. Todavia, o direito autoral não protege bases de dados que não são originais tais como aquelas que contêm todo o universo de fatos relevantes para um determinado interesse, sendo, por conseguinte, não seletivo e é apresentado de modo não criativo, em ordem cronológica ou alfabética.

Mesmo as bases de dados que se qualificam para a proteção do direito autoral podem receber uma proteção pouco efetiva, permitindo que competidores obtenham e comercializem porções da informação que elas contêm. Estas bases de dados, de um modo geral, são resultado do investimento de seus executores, investimento esse que é ameaçado pela facilidade e baixo custo de fazer cópias no mundo digital. Em resposta a essa preocupação a Comunidade Européia adotou uma "Diretiva Européia de Bases de Dados" solicitando aos países membros que adotem uma proteção *sui generis* para as bases de dados. Por outro lado, surgem preocupações que uma nova forma de proteção pode resultar no monopólio de provedores de informação ou também causar danos aos setores da ciência, pesquisa e educação.

4. PROTEÇÃO DA INOVAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA

O Brasil, que possui a maior biodiversidade do planeta, tem dado demonstração que tem qualificação cientifica e tecnológica para explorar esta biodiversidade de modo estruturado. Várias instituições, organizações e empresas estão engajadas no processo de pesquisa e desenvolvimento de produtos relacionados com o uso de nossos recursos genéticos. Em 2004, o governo federal, por meio do Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio e Ministério da Agricultura (Ministérios da Saúde, Meio Ambiente e Casa Civil da Presidência também participam da iniciativa) lançou o Fórum de Biotecnologia que trabalha para colocar o Brasil em posição de liderança na próxima década.

Prevê-se um grande esforço para desenvolver novos produtos e gerar inovação, o que necessitará de proteção para evitar que nossa tecnologia possa ser copiada por competidores. A grande vocação agrícola do Brasil, a posição de vanguarda do governo na área de fármacos e o potencial da indústria nacional requerem uma revisão de certos princípios e conceitos. A legislação nacional tem algumas lacunas que precisariam ser analisadas e reconsideradas num contexto produtivo e de geração de riqueza.

De um modo geral, as obrigações de governos estão refletidas em três instrumentos: o acordo de Trips, a Convenção da Biodiversidade (CBD) e a Convenção da União para a Proteção das Obtenções Vegetais (Upov). Portanto, um aspecto importante é como os objetivos e princípios desses instrumentos serão compatibilizados. De um modo geral, há um conflito de interesses, pois os países ricos procuram buscar acesso irrestrito aos recursos genéticos, enquanto os países ricos em recursos genéticos, na grande maioria, não possuem recursos para explorá-los. Isso tem gerado uma grande divisão e posições divergentes no contexto internacional. A posição do Brasil, que almeja ser um grande *player* internacional nesta área, requer uma adequação aos objetivos a que se propõe.

a) Patentes de biotecnologia de plantas

O número de patentes de biotecnologia de plantas cresceu significativamente desde os primeiros pedidos nos fins dos anos 70. Entre 90 e 95 o número de patentes em biotecnologia evolui para cerca de 25 mil concessões. Atualmente, o valor anual destas patentes está em cerca de 1%

do total de patentes mundiais. Os maiores patenteadores em biotecnologia são os Estados Unidos e Japão seguidos pela União Européia. Estes países representam quase 93% do total, existindo uma enorme assimetria entre o norte e o sul com respeito à capacidade de gerar inovação em biotecnologia. Esses números, todavia, não levam em conta que em muitos países em desenvolvimento não é possível solicitar patentes de organismos vivos. Um exame mais aprofundado na lista dos maiores patenteadores em biotecnologia comprova que existe uma ligação bem definida com a pesquisa científica e tecnológica nesse campo.

A concessão de uma patente acarreta a proibição do uso da patente nos países onde os direitos foram protegidos e reconhecidos. O acordo de Trips proíbe terceiros de fabricar, usar, vender ou importar para esses propósitos produtos protegidos por patentes. No caso de patentes de processo, o inventor pode proibir não só o uso do processo como também a comercialização do produto, obtido diretamente por esse processo. Por conseguinte, se o processo de produzir uma planta transgênica for patenteado, direitos exclusivos também se aplicam à planta obtida por esse processo.

Devido o princípio de territorialidade relativos à Convenção de Paris, integralmente incorporada no acordo de Trips, o inventor não pode exercer seus direitos fora do país onde a patente foi concedida. Todavia, o inventor pode proibir a importação de produtos fabricados em outros países que usem ou contenham a invenção.

A patente não permite a produção ou comercialização de produtos contendo a invenção. Se uma variedade vegetal é protegida, pode não ser permitido usar essa variedade como material de propagação para fins comerciais. De modo análogo, se uma célula modificada de uma planta é objeto de uma patente, qualquer planta composta dessas células violariam a patente.

b) Patentes de materiais biológicos

A lei de patentes normalmente distingue entre uma invenção que é patenteável e uma descoberta. Com o advento da engenharia genética, essa distinção foi deliberadamente ignorada em certos países.

Nos Estados Unidos, uma forma purificada e isolada de um produto natural é patenteável. O conceito de novo, de acordo com o requisito de novidade, não significa inexistência, mas novidade no sentido de estado da arte. Nesse caso, a desconhecida, mas natural existência de um produto, não pode excluir esse produto de ser patenteável.

De acordo com as regras do Escritório Europeu de Patentes (EPO), uma patente pode ser concedida quando uma substância encontrada na natureza puder ser caracterizada por sua estrutura, seu processo de obtenção ou por outro critério, se ela for nova, no sentido que não era publicamente disponível. A Diretiva Européia esclarece que um material biológico que é isolado do seu ambiente natural ou processado através de um processo técnico pode ser objeto de uma patente mesmo se já existia na natureza. Um recente estudo comparativo sobre práticas em patentes de biotecnologia, demonstrou que as diferenças entre o USPTO, o EPO e o JPO foram significativamente reduzidas.

Com bases nessas interpretações e mudanças, muitas patentes tem sido concedidas nos países industrializados relativas a material biológico obtido de seres humanos, animais e plantas. Em muitos casos, as patentes de gens têm se tornado uma prática corriqueira. As reivindicações da patente normalmente se referem a seqüências de DNA, estruturas de DNA e as plantas novas derivadas.

As patentes cobrindo gens via de regra não se limitam à seqüência do gen. Os pedidos de patentes reivindicam, quase sempre, um gen ou proteína que corresponde àquela seqüência, um vetor incorporando a seqüência e um organismo que foi transformado por meio deste vetor. Portanto, o inventor ganha controle efetivo sobre o uso de um gen especifico no campo da engenharia genética.

A Lei Brasileira de Propriedade Industrial, de 1996, estipula que nenhuma patente pode ser concedida com relação a seres vivos ou materiais biológico encontrados na natureza, mesmo se isolado, incluindo o genoma de qualquer ser vivo.

5. Acesso a bancos de patentes

Os anos 90 testemunharam uma explosão no número de pedidos de patentes. Em 1991, o Tratado de Cooperação de Patentes (PCT), da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (Ompi), registrou aproximadamente 10 mil pedidos de patentes. No ano passado, este número ultrapassou o patamar de 115 mil pedidos. Esse crescimento vertiginoso deve-se ao ciclo tecnológico dos produtos que fica cada vez mais curto e também ao desenvolvimento da ciência e tecnologia. Os campos do conhecimento alargam-se e as patentes tornam-se mais complexas, profundas e específicas.

Mais ainda, a competitividade faz com que produtos que são aparentemente simples incorporem uma série de inovações. Um exemplo é de uma lâmina de barbear descartável que contém 32 patentes. Algumas das patentes encontram aplicações em outros produtos.

Se tomarmos em conta as patentes solicitadas pelo USPTO, EPO, JPO e o PCT da Ompi, chega-se ao número fabuloso de 1 milhão de patentes por ano. Embora possa haver uma duplicidade nos números, a informação relativa a invenções e inovações nos mais diversos campos do conhecimento é fenomenal.

A patente é um instrumento poderoso, cujo direito exclusivo é concedido em troca da obrigatoriedade de publicar a patente. O nome patente já incorpora esse conceito, pois deriva da expressão latina *letterae patentis* ou cartas para tornar patente ao público. Durante quase dois séculos, desde a Convenção de Paris no século XIX, essa troca era muito relativa para os países em desenvolvimento. As patentes eram publicadas em revistas do escritório de propriedade industrial de cada país, em idiomas locais. Era praticamente impossível seguir essas publicações mundialmente, além de extremamente caro.

Mais ainda, mesmo sendo possível identificar um pedido de patente que pudesse ser de interesse, o tempo de obtenção da patente era extremamente longo e burocratizado. Quando era possível obter a cópia, quase sempre não era possível saber se havia uma outra patente mais moderna em outro país. Era uma grande tarefa levantar todas as patentes existentes sobre um determinado assunto ou tópico.

Com o advento da internet, enfim o equilíbrio original foi, reconstituído e é possível ter acesso *on-line* as bases de dados cujas cópias em CD-Roms estão disponíveis nos escritórios de propriedade industrial. O volume de dados de grande relevância oferece as seguintes vantagens à comunidade científica e tecnológica:

a) Levantamento do estado da arte em determinadas áreas do conhecimento;

b) Acesso imediato aos mais recentes pedidos de patentes;

c) O mapeamento de áreas já congestionadas por pedidos de patentes;

d) Patentes por inventores ou proprietários;

e) Patentes já expiradas ou prestes a expirar.

Nos países desenvolvidos e mesmo nos países com economias emergentes que tem registrado um aumento considerável no número de pedidos de patentes, o acesso a bases de dados é oferecido e promovido em universidades, centros de pesquisa e no setor produtivo. O não aproveitamento dessa facilidade é submeter-se a ter um sistema de patentes limitado às atividades de registro. Limitar o sistema de patentes às atividades de registro é condenar o país a pagar caro por informação que está disponível em uma instituição pública. Quando os recursos para as atividades de C&T são reconhecidamente insuficientes, chega a ser malvada essa limitação.

Muito tem sido dito e prometido nesse aspecto. A verdade é que, por razões que muitas vezes escapam da vontade dos dirigentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial, quase nada ou nada foi feito no passado. É importante que a 3ª CNCTI debata o que deve ser feito. Será uma providência de grande impacto, talvez a maior contribuição que a propriedade industrial pode dar ao desenvolvimento do Brasil e que deve se tornar uma prioridade e uma realidade.

O mundo digital é o mundo do acesso livre e descentralizado da informação, por meio de linguagem simples e comandos intuitivos. É necessário oferecer esse serviço aos pesquisadores. Os nossos laboratórios e os nossos recursos humanos de pesquisadores e homens da ciência

necessitam da informação para tornar os esforços de P&D mais eficientes, rápidos e menos custosos. Aparentemente, o Inpi dispõe de recursos que poderiam viabilizar a tarefa. Essa não é uma medida de grande complexidade intelectual, mas uma questão gerencial com um grande componente de responsabilidade e lealdade com o país.

Legislação e marcos regulatórios

*Ruy de Araújo Caldas**

1. Introdução

O desenvolvimento social e econômico de uma nação, num contexto histórico bem amplo, ocorre em função de inúmeros fatores que devem, em concerto, contribuir para que a sociedade, em perfeita sintonia com o estado, construa o bem estar social em harmonia com o meio ambiente e em conformidade com os acordos que regem a convivência internacional.

Tendo como centro da discussão o desenvolvimento social e econômico do país, parece importante fazer uma análise do conjunto de elementos que estruturam e constroem os limites nos quais, a questão da legislação e dos marcos regulatórios para C,T&I, se insere. Esses são determinantes para o sucesso das políticas públicas e do esforço privado no sentido de geração de riqueza, incluindo uma melhor distribuição da mesma, e criação de postos de trabalho, mormente numa sociedade como a brasileira com uma população composta de mais de 35% de jovens, demandantes de emprego cada vez mais qualificado.

Assim, essa análise apresenta o problema sob vários aspectos distintos, a saber:

• uma reflexão acerca das questões ligadas à legislação e aos marcos regulatórios no país;

* Ruy de Araújo Caldas é doutor em bioquímica, diretor do Centro de Ciências da Vida e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Genômicas e Biotecnologia da Universidade Católica de Brasília (UCB).

• apresenta também o marco institucional intrinsecamente relacionado ao marco regulatório;

• o contexto no qual se insere a construção de marcos regulatórios, na forma de alguns exemplos do sistema de C,T&I, suas regulamentações e situação atual;

• os diversos tipos de organizações públicas e privadas no novo contexto de C,T&I para o desenvolvimento, buscando apresentar os modelos, mecanismos e instrumentos existentes;

• considerações sobre a reorganização da atividade de C,T&I nas últimas décadas, ressaltando a Lei da Inovação recentemente aprovada e as novas vertentes trazidas pela atual política industrial brasileira;

• uma visão do setor empresarial acerca das possibilidades do Brasil avançar no tocante ao processo de inovação, bem como os constrangimentos trazidos pelo marco regulatório nacional relativo à C,T&I;

• por fim, apresenta um conjunto de discussões sobre os possíveis avanços no atual arcabouço legal da C,T&I visando contribuir para ampliar as trajetórias e alternativas para o desenho de um novo arcabouço legal capaz de, efetivamente, promover a inovação no país.

2. Legislação e marcos regulatórios – uma reflexão

Entende-se que o Estado brasileiro tenha seu papel como principal apoiador e fomentador do avanço do conhecimento, contudo, em tempos de velocidades rápidas e decisões que devem levar em conta o médio e longo prazos, sem contudo perder de vista as pressões do curto prazo. O Estado é, mais do que antes, responsável pelo foco do futuro, tendo, para isso, que ser capaz de compreender, adequar-se e adaptar-se ao mundo contemporâneo, de forma que a nação possa permanecer competitiva, capaz de manter a soberania nacional e a sustentabilidade social, econômica e ambiental.

O povo brasileiro é reconhecido pela sua capacidade criativa e, sobretudo pela sua habilidade de suplantar dificuldades e encontrar soluções bastante inovadoras, apesar dos métodos caóticos muitas vezes utilizados. Se por um lado estas características diferenciam os brasileiros de muitos outros povos,

por outro, estas podem ser vistas como elementos desfavoráveis, mormente num cenário onde a gestão e organização das instituições são fundamentais para o fortalecimento da competição internacional do país.

Acrescente-se a isso, o fato da cultura jurídica brasileira ser assentada no direito romano, além da herança cartorial herdada dos nossos colonizadores portugueses. A telha jurídica do nosso sistema legal cria condições altamente desfavoráveis para a nossa inserção competitiva no atual cenário mundial.

Por variadas razões, o país deixou de lado a cultura de planejamento de longo prazo e, como resultado, observa-se uma fragmentação das ações e aspectos de desorganização institucional, em diferentes níveis da sociedade, incluindo os aparatos decisórios do Estado, que têm inibido a atração de investimentos de empreendedores e empreendimentos inovadores no país.

Existem propostas de reforma do estado brasileiro, há anos em processo de tramitação pelo congresso nacional, sem, no entanto, conseguir avançar significativamente, impedindo assim a consecução de um grande acordo nacional, traduzido em estratégias macro, em bases para o desenvolvimento. Parte da classe política nacional permanece muito distanciada das questões nacionais nas quais C,T&I encontram-se envolvidas não conseguindo, por conseqüência, compreender o papel fundamental da C,T&I para a promoção do desenvolvimento e da inovação no país. Prevalece a política na concepção de *politics* (fazer política de partido, de grupos ou pessoal) sobre a política no sentido de *policy* (formular políticas), que exige, necessariamente, planejamentos de médio e longo prazos, com rotas e trajetórias alternativas, considerando riscos e incertezas.

Desafios para as grandes transformações no país envolvem novas estratégias para a formulação de políticas capazes de se sobrepor a opiniões partidárias e sem perder a continuidade. Políticas de estado, ao contrário de políticas de governo. Por outro lado, ampliar o número de atores capazes de compreender que as necessidades do país não se alteram, a partir de mudanças nos governantes e postos de liderança nacionais. Uma visão estratégica é reuqerida para que tais necessidades sejam devidamente equacionadas e resolvidas.

Uma mudança na cultura política brasileira constitui-se numa das necessidades básicas para construção de um futuro para a sociedade onde o conhecimento e a capacidade inovadora sejam ferramentas que possam contribuir efetivamente no processo de redenção social e econômica do país. As forças, de diferentes naturezas, direcionadoras do desenvolvimento no país, em constante disputa por grupos de interesses, não tem obtido consensos suficientes para implementar ações concretas capazes de atacar de frente os problemas que tem inibido a construção de uma nação desenvolvida e auto-sustentável.

As leis, como norteadores das grandes políticas públicas de estado não são, freqüentemente, implementadas de forma adequada devido a fatores diversos, incluindo alguns dos elementos culturais acima discutidos. As leis no Brasil vinculadas às diretrizes econômicas, como norteadoras de políticas públicas, nem sempre são implementadas segundo o espírito da lei, mas segundo uma cultura legalista instalada na cultura jurídica nacional, promovendo, por conseqüência, a criação de muitos artifícios legais em um movimento de superposição leis, decretos, normas e portarias.

Por outro lado, certamente, a capacidade inovadora de um país está estreitamente relacionada com a qualidade do ensino em diferentes níveis, desde o fundamental até a pós-graduação, passando necessariamente pelo aprendizado técnico. Uma população ou uma sociedade qualificada, com habilidades técnicas e percepções desenvolvidas encontra-se, claramente, melhor preparada para compreender e realizar o desenvolvimento. São bastante conhecidas as várias estratégias experimentadas no Brasil, nas últimas décadas, mas a qualidade da formação profissional é ainda bastante sofrível.

Problemas de diferentes naturezas, incluindo a falta de recursos e a baixa eficiência administrativa são responsáveis por esta situação, no setor público. No setor privado, muitas vezes impera o interesse do ganho econômico, acima do compromisso com os resultados, com exceção das instituições de ensino confessionais e comunitárias.

Existem também questões de natureza legal que precisam ser revistas para prover as instituições públicas de ensino de facilidades administrativas e maior plasticidade gerencial de currículos para que o ensino se molde constantemente às transformações da sociedade, particularmente

considerando a crescente multidisciplinaridade a convergência na direção de novos campos de pesquisa e desenvolvimento, como por exemplo a nanociência e nanotecnologia, que possuem como base uma gama de ciências fundamentais e diversas engenharias.

A produção tecnológica nacional, contrariamente à científica, se medida pelo número de patentes (nacional e internacional) e pelos produtos inovadores comercializados no país e no exterior, em termos de investimentos privados e de produção e comercialização de tecnologias encontra-se, atualmente, bem abaixo em comparação com países em semelhantes estágios de desenvolvimento.

Apenas uma pequena parte do conhecimento gerado internamente, sobretudo nas universidades e nos centros públicos de P&D, tem se transformado em inovações, devido às condições adversas, incluindo uma cultura universitária extremamente acadêmica, a natureza das atividades empresariais produtoras de bens que tradicionalmente buscaram tecnologias nos países desenvolvidos, além da evidente distância entre os setores público e privado, em parte por conta dos problemas legais que normatizam este relacionamento, agora parcialmente equacionado tendo em vista as diretrizes da recém editada Lei da Inovação e as parcerias público-privadas (PPPs). No Brasil, o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro buscou seguir o modelo linear construído por Vannevar Bush, quando encaminhou ao presidente norte-americano a proposta de criação da *National Science Foundation* (NSF).

Entretanto, em tempos que se alteram rapidamente, especialmente dados pela nova conjuntura econômica mundial e os desafios sociais e ambientais, é exigido dos países um novo posicionamento acerca desta linearidade, que é superficial, sobretudo, considerando que as modernas descobertas envolvem a participação de diferentes áreas do conhecimento em interações dinâmicas e composição de forças, configurando a produção de conhecimento e da inovação um sistema complexo e multifacetado.

Para efetivamente promover a inovação, o estímulo ao investimento privado em P&D no país deve ser umas das preocupações centrais dos formuladores de políticas e dos tomadores de decisão para que o Brasil possa mudar o perfil de sua economia, para geração de bens e serviços

intensos em conhecimento, num esforço em concerto com os agentes públicos e privados.

É fundamental a estruturação de um arcabouço legal que permita a implementação de políticas de maneira ágil, flexível, contemplando a plasticidade necessária para a adequação das ações do estado e de atores sociais e econômicos ao atual cenário mundial em constante mutação, em velocidades de transformação nunca vistas antes na história da humanidade.

3. Construção de marcos regulatórios – alguns exemplos no sistema de C,T&I

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

O CNPq foi criado pela Lei 1310, de 15 de janeiro de 1951, com a missão principal de coordenar e estimular a pesquisa científica no país e foi qualificado como Fundação Jurídica de Direito Privado, pela Lei 6.129, de 6 de novembro de 1974, permitindo a implantação de um sistema de gestão bem flexível comparado com as demais instituições públicas nacionais.

Este conjunto legal que amparou e fortaleceu o CNPq no início de sua história é ainda hoje favorável à administração dos recursos públicos. Entretanto, devem ser consideradas as questões relacionadas à gestão dos macro objetivos institucionais, tendo em vista que o CNPq tem centrado suas ações na formação de recursos humanos e na distribuição de bolsas, confundindo sua atuação, muitas vezes, com as ações apoiadas pela Capes Ressalta-se que, com isso, o CNPq tem deixado de lado aspectos fundamentais de sua missão de promoção do desenvolvimento científico e tecnológico, necessitando internalizar um novo pensamento e promover ajustes no espírito da reorganização da pesquisa e da inovação, e no contexto da política industrial brasileira.

A Financiadora de Estudos e Projetos (Finep)

A Finep, empresa pública vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, foi constituída pelo Decreto-Lei nº 298, de 28 de fevereiro de 1967, em conformidade com o art. 191, do Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967, e seu estatuto atual nos termos do Decreto nº 1.361, de 1º de janeiro de 1995, atuando como Secretaria-Executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT).

A Finep tem por finalidade apoiar estudos, projetos e programas de interesse para o desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico do país, tendo em vista as metas e prioridades setoriais estabelecidas nos planos do governo federal. A idéia de uma agência de inovação, como vem sendo tratada, a Finep atual é mais do que adequada. Entretanto, mudanças estruturais e de gestão deveriam ser consideradas objetivando a integração com a política industrial e o fortalecimento das relações com as demais organizações do sistema de C,T&I.

O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)

O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico foi criado conforme Decreto-Lei nº 710, de 31 de julho de 1969, e restabelecido pela Lei nº 8.172, de 18 de janeiro de 1991, com a finalidade de dar apoio financeiro aos programas e projetos prioritários de desenvolvimento científico e tecnológico, notadamente para implantação do Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. A assistência financeira do FNDCT é disciplinada pelo Decreto-Lei de criação, pela Lei acima citada e pelas leis complementares que legislam sobre a relação do FNDCT com os fundos setoriais, que dispõem sobre os mecanismos e condições de financiamento de programas e projetos.

Esta assistência deverá ser prestada, preferencialmente, por meio de repasse a outros fundos e entidades incumbidos de sua canalização para iniciativas específicas e poderá destinar-se ao financiamento de despesas correntes ou de capital. Os recursos do FNDCT são resultantes de várias fontes e são geridos pela Finep. Atualmente, com a entrada dos recursos dos Fundos Setoriais, provenientes da contribuição do setor privado, considera-se que esses recursos deveriam retornar aos setores contribuintes na forma de soluções para grandes problemas destes, como por exemplo, em ações voltadas para recursos hídricos, energia, transportes, petróleo, entre outros, como forma de promoção da inovação no ambiente empresarial.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp)

A Fapesp foi criada pela Lei nº 5.918, de 18 de outubro de 1960, e estabelece as competências da fundação, de forma a que esta possa custear, total ou parcialmente, projetos de pesquisas, individuais ou institucionais, oficiais ou particulares, julgados aconselháveis por seus órgãos competentes;

custear parcialmente a instalação de novas unidades de pesquisa, oficiais ou particulares; fiscalizar a aplicação dos auxílios que fornecer, podendo suspendê-los nos casos de inobservância dos projetos aprovados; promover periodicamente estudos sobre o estado geral da pesquisa em São Paulo e no Brasil, identificando os campos que devam receber prioridade de fomento; promover o intercâmbio de pesquisadores nacionais e estrangeiros, por meio da concessão ou complementação de bolsas de estudos ou pesquisas, no país ou no exterior; e promover ou subvencionar a publicação dos resultados das pesquisas."

A Lei que criou a Fapesp garantiu a esta a aplicação de seus recursos na formação de patrimônio rentável, na forma do Artigo 5º, que permite, além da parcela atribuída pelo Estado em seus orçamentos anuais, agregar rendas de seu patrimônio, saldos de exercícios; doações, legados e subvenções e lucros decorrentes da exploração de direitos sobre patentes resultantes de pesquisas feitas com seu auxílio. Ademais, o artigo 3º, da lei de criação da Fapesp dá os instrumentos necessários para fomentar efetivamente o processo de inovação, a exemplo dos programas "Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (Pipe)" e "Parceria para Inovação Tecnológica (Pite)", onde é permitida a concessão do *seed money*, a fundo perdido. Essa figura jurídica deu à Fapesp a flexibilidade, a agilidade e a estabilidade (continuidade de recursos) essenciais ao avanço da ciência e da tecnologia no Estado de São Paulo..

O Instituto Agronômico de Campinas (IAC)

O Instituto Agronômico de Campinas, criado em 1887, por ato do Imperador Pedro II com o objetivo de apoiar a nascente cafeicultura brasileira, teve ao longo da sua história leis que permitiam a sustentabilidade (Decreto nº 19.549-B, de 27/06/1950, que cria o fundo de pesquisa) e autonomia administrativa (Lei nº 527, de 1954), tendo em seguida ampliado o fundo de pesquisa com a alocação das receitas das estações experimentais (Lei nº 5.224, de 13/01/1959). Com a crescente centralização administrativa e financeira, culminando com a Lei nº 9.717, de 30/01/1967, que extinguiu o fundo de pesquisa, atitude responsável pelo declínio do IAC nas décadas seguintes.

Atualmente, o IAC encontra-se trabalhando intensamente na busca de mecanismos de sobrevivência particularmente devido a equívocos das

políticas públicas em níveis estadual e federal ao longo das últimas décadas, apesar da enorme contribuição que o instituto prestou ao Estado de São Paulo e ao Brasil no fortalecimento da agricultura brasileira.

Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD)

Ao longo de sua trajetória, o CPqD sempre desempenhou um papel estratégico no setor das telecomunicações e em tecnologias emergentes, pesquisando, desenvolvendo e transferindo para a indústria diversos produtos com tecnologias de ponta. Entre 1976 e 1998, o CPqD contribuiu de forma efetiva para a criação de uma "inteligência nacional" nas áreas de telecomunicação e tecnologia da informação e, em sintonia com o processo de privatização ocorrido no Brasil, o CPqD tornou-se uma fundação privada.

A privatização, pela compra da Telebras, principalmente pelas grandes empresas multinacionais, induziu a entrada de tecnologias do exterior como forma de remessa de divisas para outros países e, ao mesmo tempo, o CPqD aparentemente deixou de ser visto pela sua importância estratégica e perdeu, ao longo do tempo, parte de seu capital intelectual para o universo privado e para o exterior e, com isso, o país também teve grandes perdas de competitividade, tais como nos avanços em microeletrônica, em telefonia, em fibras óticas, etc. Nesse caso, ocorreu uma desvinculação da política industrial do país com as competências instaladas, principalmente numa área em que o país tinha liderança.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

A Embrapa foi criada pela Lei nº 5.851, de 7/12/1972, como empresa pública de direito privado com autonomia administrativa, com base nas diretrizes do Decreto-Lei 200/67, conseguindo grandes avanços técnicos e científicos graças à sua estrutura administrativa ágil e flexível. A partir de 1986 uma série de decretos que foram sendo editados, tornando a gestão da empresa extremamente rígida e burocrática culminando com a atual estrutura, que no entanto funciona graças às fundações criadas para auxiliar na gestão de recursos financeiros dos diversos centros da Embrapa, o que tem permitido que a mesma continue a desempenhar seu papel institucional,

apesar do emaranhado legal que foi sendo construído ao longo das últimas décadas.

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Uma das principais organizações de pesquisa do Brasil na área da saúde foi o Instituto Manguinhos, criado em 1900, sob a coordenação de Oswaldo Cruz, com o objetivo de debelar a febre amarela no Rio de Janeiro. Em poucos anos, com maiores níveis de autonomia e liberdade de ação, a organização Manguinhos deu grandes retornos à sociedade brasileira e produziu avanços significativos na ciência, como por exemplo, a comprovação do Postulado de Koch da doença de Chagas, causada pelo Trypanosoma cruzi em tempo recorde, e é o único exemplo da comprovação do Postulado de Koch por um único pesquisador (agente causal, agente transmissor e o hospedeiro).

O Instituto Manguinhos, pela ação dos agentes de controle do Estado, foi sendo gradativamente engessado, chegando a um estado de letargia que o caracterizava na década de 1970. Baseado também nos pressupostos contidos no Decreto-Lei nº 200/67, o Instituto Manguinhos se transformou em Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), como fundação pública de direito privado, pelo Decreto nº 77.481, de 23 de abril de 1976. Com a constituição de 1988, a Fiocruz foi transformada em fundação pública com o objetivo de promover e fomentar o "desenvolvimento científico e tecnológico no campo da pesquisa e da tecnologia para a saúde" caindo na mesma estrutura jurídica das suas congêneres e, portanto, passando a enfrentar os mesmos tipos de problemas de gestão pública.

Um exemplo internacional bem-sucedido é o da *National Science Foundation*, que serviu como referencial para muitos países, incluindo a criação do CNPq. Embora consideradas as gigantescas diferenças nas economias e culturas, a criação da NSF foi autorizada pelo Presidente Roosevelt em 1945, com base na carta que lhe foi enviada pelo Dr. Vannevar Bush, Diretor do *Office of Scientific Research and Development*, em julho de 1945.

[2] Estes itens foram extraídos da proposta de criação da NSF, em 1945, no artigo V – *Functions*, itens 1-g, 1-o e 2-g. <http://www.nsf.gov>

Levando em consideração as especificidades da atividade de C,T&I, a NSF já no nascedouro estabeleceu condições flexíveis e de interação com os agentes produtores de bens, em uma época em que os Estados Unidos já se diferenciavam de muitos países pela sua capacidade de inserir a elite de pesquisadores nas demandas de Estado. Algumas cláusulas da regulamentação da agência retratam a postura política do governo norte-americano[2], conforme apresentado a seguir:

• *"To make contracts or grants for the conduct of research by negotiation without advertising for bids;*

• *To devise and promote the use of methods of improving the transition between research and its practical application in industry;*

• *Maintaining liaison with other scientific research agencies, both governmental and private with the work of the division".*

SOBRE O PAPEL DO ESTADO BRASILEIRO

No contexto da Constituição Federal de 1988, o seu artigo 218 explicita o papel do Estado em C&T:

"Art. 218: O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas.

§ 1º A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências.

§ 2º A pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

§ 3º O Estado apoiará a formação de recursos humanos nas áreas de ciência, pesquisa e tecnologia, e concederá aos que delas se ocuparem meios e condições especiais de trabalho.

§ 4º A lei apoiará e estimulará as empresas que invistam em pesquisa, criação de tecnologia adequada ao país, formação e aperfeiçoamento de seus recursos humanos e que pratiquem sistema de remuneração que assegurem ao empregado, desvinculada do salário, participação nos ganhos econômicos resultantes da produtividade de seu trabalho.

§ 5º É facultado aos estados e ao Distrito Federal vincular parcela de sua receita orçamentária a entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica."

As idéias esboçadas no artigo 218 da Constituição são reforçadas pelos preceitos constitucionais esboçados no artigo 205, que asseguram as autonomias didáticas, científicas, administrativas e de gestão financeira e patrimonial às universidades. É notório que a Constituição brasileira aponta na direção de um Estado promotor e incentivador da ciência, tecnologia e inovação e não apenas para o Estado regulador e fiscalizador.

Nesse contexto, o foco da ação do Estado deveria se voltar mais para a estratégia com forte papel articulador. Entendendo que um dos papéis do Estado é indicar direções futuras, iniciativas relacionadas ao que fazer, no sentido do estabelecimento de prioridades, e ao conseqüente acompanhamento e avaliação dos resultados parecem ser merecedores de particular atenção, uma vez que o conjunto de mecanismos e instrumentos já existentes possibilita a implementação de grande parte das ações visando o desenvolvimento da C,T&I, embora careçam de adequação aos diferentes desafios.

A ação inibidora dos mecanismos de controle do Estado, capazes de restringir o desenvolvimento e o efetivo uso da C,T&I para promover a inovação deve ser evitada, por meio do desenho de mecanismos inteligentes de gestão com o devido grau de transparência, utilizando os meios modernos de acesso à informação. Recentemente, iniciativas e ações estratégicas começam a ganhar força e o país se voltou um pouco mais para a construção de um plano estratégico para a ciência, tecnologia e inovação, a exemplo da 2ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e agora com os esforços para a preparação da 3ª CNCTI.

4. Organizações públicas e privadas no novo contexto de C,T&I para o desenvolvimento

Qualquer estratégia em C,T&I visando ao desenvolvimento da competitividade brasileira em produtos, processos e serviços deve considerar a complexidade do seu sistema nacional de inovação, seus agentes e relacionamentos, e a capacidade destes mesmos agentes de interagirem em

consenso e com comprometimento, de forma a atender às necessidades explicitadas pelas diferentes instâncias horizontais do poder federal (legislativo, executivo e judiciário), bem como atuar sinergicamente, em linha vertical, nos níveis federal, estadual e mesmo municipal.

A transformação das fundações públicas de direito privado ou empresas públicas de direito privado em fundação ou empresa pública inibiu completamente a capacidade gestora das instituições de pesquisa no período pós-Constituição de 1988. Aliado a essa situação, as dificuldades inerentes a orçamentos e a restrições impostas aos gastos públicos dificultaram a sobrevivência de organizações (institutos de pesquisa, particularmente) e a manutenção de suas missões originais.

Os institutos de pesquisa nacionais públicos, federais ou estaduais atualmente compartilham problemas semelhantes: não contam com a infra-estrutura adequada para o cumprimento de seus objetivos finais, tem pouco apoio político, operam em uma situação instável, de constante falta de continuidade de recursos, culminando com a baixa resposta às demandas do país, em suas respectivas áreas de atuação. No que se refere aos institutos de pesquisa federais, o MCT iniciou, em 2000, um processo de revisão do sistema das chamadas 'unidades de pesquisa' que resultou em uma pequena melhoria, quase incremental, que já apresenta seus primeiros sinais de fragilidade.

Outro tipo de organização, o Serviço Social Autônomo (SSA), foi incluído na categoria dos entes paraestatais, com personalidade jurídica de direito privado, integrantes da administração descentralizada. O Senai foi o primeiro ente jurídico nesta categoria, criado da década de 1940 (Decreto-Lei nº 4.048, de 22/01/1942) e sendo delegado a CNI a sua gestão. Em seguida, foram criados o Senac (Decreto-Lei nº 8.621, de 10/01/1946), o Sesi (Decreto-Lei nº 9.665, de 28/08/1948), e o Sebrae (Decreto-Lei nº 8.029, de 12/04/1990). Estas entidades possuem elevada estabilidade jurídico-institucional, flexibilidade de gestão, transparência de ação e contam com a supervisão do Estado, pois seus orçamentos anuais são aprovados pelo presidente da república e prestam contas ao Tribunal de Contas da União (Lei nº 2.613, de 23/09/1955) sem, no entanto, estarem amarradas aos controles do Estado. O retorno dos investimentos que a sociedade faz nestas organizações é considerável face aos benefícios aportados aos trabalhadores da indústria, do comércio e às pequenas e médias empresas.

Outra figura, a das agências reguladoras, são novos agentes que se conectam ao sistema de C,T&I e reforçam a importância do controle social, de responsabilização e de transparência, assumindo um papel importante na gestão pública. O impacto da participação dessas agências dependerá de sua capacidade de inserção nas políticas de desenvolvimento industrial do país, tendo em vista que sua tarefa é dificultada por lidar com temas complexos, mas também com expectativas da sociedade.

Recentemente, o projeto de reforma do Estado buscou na figura da organização social, níveis de autonomia de gestão comparável às antigas fundações e empresas públicas de direito privado. Como organizações sociais atualmente funcionam o Laboratório Nacional de Luz Síncroton (LNLS), o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa), a Rede Nacional de Pesquisa (RNP) e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) entre outras, mas essa figura jurídica ainda tem sido alvo de discussões e avaliações.

A julgar pela evolução temporal dos casos anteriores, cabe questionar se a atual flexibilidade concedida às organizações sociais não sofrerá os mesmos efeitos deletérios ocorridos anteriormente em outras organizações. Aparentemente, há sinais de que essa situação desagrada a parte dos gestores públicos que consideram tais instituições e organizações como entidades competidoras com a ação do Estado.

5. A reorganização da atividade de C,T&I

Na atividade de C,T&I, tais iniciativas tiveram seus primeiros momentos com a 1ª Conferência Nacional em Ciência e Tecnologia, em 1985, liderada pelo ministro Renato Archer, que contribuiu para criar a percepção na sociedade da importância da ciência e tecnologia, culminando com a inserção na constituição de 1988 do artigo nº 218 que dá as diretrizes para se traçar uma política nacional de C,T&I.

Em 1988, com o disposto na Constituição, conforme apresentado acima, criou-se um espaço para uma expansão do sistema nacional de inovação com a criação das fundações de amparo à pesquisa (FAPs) e secretarias de C&T nos estados. Assim, uma nova fotografia foi se conformando para o sistema, inserindo novos atores e novas organizações,

descentralizando as atividades de C,T&I pelo país e iniciando um novo momento para a política de C&T nacional.

Por outro lado, no MCT, CNPq e Finep foram criados e implementados novos programas de fomento e atividades estratégicas (RHAE e PADCT, por exemplo, seguidos mais tarde pelo Pronex, institutos do milênio, etc), bem como cresceram novas formas de fomentar iniciativas inovadoras, na forma de programas em arranjos produtivos e sistemas locais de inovação. Na seqüência, novos instrumentos de fomento foram concebidos de modo a garantir a continuidade de apoio às atividades de C,T&I. A criação dos Fundos Setoriais foi um marco no avanço em direção do Estado promotor e incentivador da C,T&I.

A 2ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, em setembro de 2001, é outro marco significativo dessa evolução, bem como a criação do CGEE, na forma de organização social, com objetivos claros de prospecção e avaliação.

A aprovação da Lei da Inovação também se constitui um marco de referência da evolução desse tipo de atividades no Brasil. Apesar dos avanços, a nova lei aprovada ainda carece de certos ajustes, conforme discutido no próximo item.

Por outro lado, questões que surgiram no final do século passado e início deste século sugerem mudanças enfáticas em alguns planos. Refletem, em maior ou menor intensidade, na área de saúde humana, animal e ambiental, destacando-se as atividades de biologia molecular, das quais derivam os organismos geneticamente modificados, as clonagens, as questões ligadas a células-tronco, a fertilização artificial, medicamentos, vacinas e outros cujas formas de ação diferem das formas tradicionais, exigindo novas regras de conduta e novos significados para os princípios da ética tradicional.

BIOSSEGURANÇA

Em nome de tais questões, no Brasil, nos últimos oito anos, a biotecnologia, o uso de recursos da biodiversidade e a biossegurança tornaram-se alvos de tantos e variados argumentos favoráveis e desfavoráveis, no tocante ao marco regulatório, que se construiu um emaranhado de leis, portarias, instruções normativas e medidas provisórias que fizeram com que esse processo se arrastasse por um longo período,

dificultando o desenvolvimento científico e tecnológico, tanto nas instituições públicas quanto nas empresas.

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), criada inicialmente pelo Decreto nº 1.752, de 20 de dezembro de 1995, que regulamenta a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, foi concebida como um ambiente onde pesquisadores, ministérios setoriais, empresários e a sociedade organizada decidisse, de forma colegiada, sobre pesquisa, desenvolvimento e comercialização de produtos gerados pela novas tecnologias do DNA recombinante. A experiência mostrou que o modelo, por equívocos na estruturação do arcabouço legal, foi, em parte, responsável pela situação caótica que o país vivenciou nos últimos anos, nessa área.

A nova Lei de Biossegurança, recém-aprovada pelo Congresso Nacional, introduz um nível de complexidade no atual arcabouço legal que pode tornar o processo de comercialização de produtos geneticamente modificados extremamente complexo, em função do número de instâncias superiores envolvidas, em um movimento oposto à tendência internacional no sentido de agilizar os processos seguros de tomada de decisão.

A Lei de Inovação

A fundamentação conceitual da proposta inicial apontava para uma legislação mais completa, envolvendo os aspectos mais relevantes na consecução de um arcabouço legal com potencial de viabilizar a real criação de um ambiente inovador no país, incluindo os mecanismos adequados e plasticidade na legislação a ser construída.

A lei aprovada (Lei nº 10.973, de 2/12/2004) foi estruturada visando prover o Estado brasileiro com mecanismos essenciais para a efetiva inserção do conhecimento científico e tecnológico desenvolvido no país, nas atividades empresariais, considerando os seguintes aspectos:

• Criação de um ambiente que estimule as parcerias estratégicas entre universidades públicas, institutos públicos de pesquisa e desenvolvimento e empresas privadas;

• Estímulo para que as instituições públicas de C&T se engajem nas estratégias nacionais de inovação;

• Incentivos de várias naturezas à inovação na empresa nacional.

Esta lei significa um avanço importante, principalmente em alguns aspectos da relação público-privada, particularmente, no que se refere à movimentação de pesquisadores entre os dois ambientes. No que tange a outros elementos essenciais, a exemplo da flexibilização da gestão pública, ainda há um longo caminho a percorrer. É estratégico para o país a criação de um ambiente institucional, com os instrumentos adequados para atrair investimentos internos e internacionais visando a criação de empresas inovadoras no país.

Nesse ambiente incluem-se questões que vão desde os incentivos fiscais e não-fiscais, passando pelo arcabouço legal que organiza os sistemas nacionais ligados aos processos de aprovação para a comercialização de novos produtos, como agências reguladoras e de defesa sanitária, até reformulações da legislação que, ao longo das últimas décadas, têm paralisado as universidades, as empresas públicas e os institutos de P&D. Deve-se mencionar também a questão crônica do sistema tributário e fiscal nacional que não estimula a criação ou atração de empresas inovadoras, onde existe um maior risco e maior incerteza, aspectos inerentes ao novo e ao enfrentamento de questões que, de alguma forma, atuam para modificar princípios, valores e modos de vida.

A nova política industrial brasileira

A nova Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE (Lei nº 11.080, de 30 de dezembro de 2004) tem como macro objetivo o planejamento do crescimento econômico e do desenvolvimento auto-sustentado, visando a ampliação da eficiência e competitividade da empresa nacional, inserindo-a internacionalmente, gerando emprego e renda.

Para atingir esses objetivos foram traçadas ações em três grandes planos: linhas horizontais (inovação e desenvolvimento tecnológico, inserção externa, modernização industrial e ambiente institucional/aumento da capacidade produtora); opções estratégicas (semicondutores, *software*, bens de capital, fármacos e medicamentos); atividades portadoras de futuro (biotecnologia, nanotecnologia, biomassa/energias renováveis).

Essa política aponta no sentido de integração dos instrumentos do governo federal, no sentido de fortalecer a competição internacional da economia nacional, incluindo a geração de novos postos de trabalho. Nesse sentido, ressalta-se a importância do acoplamento das políticas de C,T&I e industrial, no sentido de promover iniciativas que concretizem as propostas dos planos de ação da PITCE.

Essa política contempla a criação de duas instâncias fundamentais na consecução como a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial, ambas regulamentadas pelo Decreto nº 5.352, de 24 de janeiro de 2005.

A ABDI tem como missão básica "promover a execução de políticas de desenvolvimento industrial, especialmente as que contribuam para a geração de empregos, em consonância com as políticas de comércio exterior e de ciência e tecnologia". A agência foi criada no formato de serviço social autônomo, que permite autonomia de gestão, essencial para a execução da sua missão.

6. Uma visão do setor empresarial

Durante os trabalhos preparatórios da 2ª Conferência Nacional de C,T&I, o MCT promoveu a realização de um estudo[3] buscando retratar a visão empresarial nacional a respeito de C,T&I, cujos principais resultados são listados abaixo:

• As empresas brasileiras não têm a cultura de inovação, devido em parte ao processo de industrialização brasileiro ter sido caracterizado pela importação de tecnologia;

• A capacidade de investimentos em P&D das empresas brasileiras é bastante reduzida ou quase nula, em função de serem, na maioria, empresas de pequeno porte e com poucos recursos para esse fim;

• A preocupação com investimentos em P&D é mais relevante para as empresas que participam no mercado internacional;

[3] O estudo foi realizado por meio de entrevistas com executivos de 13 grandes empresas nacionais (MCT, Inovação no Ambiente Privado, trabalho apresentado na Reunião de Trabalho sobre a Lei de Inovação, 17-19 de maio de 2001, Teresópolis, RJ)

• As empresas multinacionais, que consideram a tecnologia como o foco central para a competitividade, devido a globalização, passaram a investir em P&D nos países de origem, ou nos países com arcabouço legal e institucional adequados à atividade;

• O Brasil não possui mecanismos que permitam a alocação de recursos públicos diretamente nas empresas, tais como muitos países o fazem, por meio de vários mecanismos como encomendas tecnológicas, poder de compra do estado e outras formas criativas de estímulo à inovação;

• A lei de incentivos fiscais, Lei nº 8661, não diferencia entre pequena e grande empresa quanto a base de cálculo do imposto de renda devido, como conseqüência os programas PDTI e PDTA são inacessíveis ao micro, pequeno ou médio empreendedor;

• A criação de empresas no bojo das incubadoras é dificultada pelas razões acima, o que leva ao desestímulo dos pesquisadores em se lançarem na atividade empresarial;

• Devido a falta de uma cultura cooperativa, as empresas não procuram as universidades com objetivos de realizar parcerias para o desenvolvimento tecnológico;

• Faltam programas específicos de apoio às empresas para implantação de centros de P&D, recursos para infra-estrutura e formação de capital humano;

• Há necessidade evidente de criação de um ambiente favorável à inovação nas empresas, incluindo a redução do custo Brasil e um ambiente fiscal mais favorável;

• A cultura de capital de risco (*venture capital*) não tem sido efetivamente consolidada no Brasil;

• A visão empresarial econômica e financeira, de curto prazo, inibe os investimentos de P&D, que são tipicamente de longo prazo;

• A visão de que, atualmente, os custos envolvidos na abertura de uma empresa de P&D no exterior são menores do que no Brasil, devido a problemas estruturais, como prazos de registro no Inpi, fechamento de câmbio e o IR na fonte (33%);

• A falta de continuidade de programas de governo, a exemplo da descontinuidade do Programa RHAE do CNPq, e o PADCT do MCT;

• Os juros nacionais para investimento em P&D são incompatíveis com os praticados internacionalmente;

• Os incentivos para a atividade de pesquisa e desenvolvimento na empresa deveriam levar em consideração a sua participação nas exportações e na substituição das importações.

Por outro lado, o setor empresarial brasileiro reconhece que a recém-aprovada Lei da Inovação constitui-se num marco importante para o desenvolvimento industrial brasileiro:

"A lei estimula a apropriação do conhecimento pelo setor produtivo. É um marco porque parte da compreensão de que o ambiente de inovação é na empresa", declaração do presidente da CNI, Armando Monteiro Neto.

No entanto, em recente artigo, Mateos (2005)[4] analisa a visão do empresariado nacional quanto aos incentivos para a inovação e destaca os seguintes pontos:

• A Lei nº 8661/93, de incentivos fiscais é a lei mais abrangente que existe no país, pois prevê benefícios para o desenvolvimento de produtos, processos e seus aprimoramentos. No entanto, ficou muito limitada a partir de 1997, quando a dedução máxima permitida passou de 8% para 4%, incluindo os gastos com o Programa de Alimentação ao Trabalhador (PAT);

• Os processos de análise dos PDTIs e dos PDTAs são morosos e não acompanham o *timing* das empresas;

• Revogação das atuais leis de incentivos fiscais (Leis nºs 8661/03; 4506/64; 7735/89 e DL nº 746/69) e ampliação da Lei nº 10.637/02, de renúncia fiscal autorizada pelo CNPq;

• Flexibilização dos mecanismos de aprovação dos incentivos, e criação de regras contábeis específicas e um sistema de auditoria *a posteriori;*

[4] Indústria Brasileira, Revista da Confederação Nacional da Indústria (CNI), janeiro de 2005.

• O uso do poder de compra do Estado, implicando em mudanças na atual Lei de Licitações;

• Utilização da cláusula *off set* para grandes compras civis realizadas pelo país no exterior.

Nos tópicos anteriores, discutiu-se que as regras atuais do PDTI e do PDTA excluem as micro e pequenas empresas, pois os incentivos tomam como base a percentagem do IR devido, o que em si elimina esse grupo dos incentivos normatizados pela Lei nº 8.661/93.

7. DISCUSSÕES SOBRE POSSÍVEIS AVANÇOS NO ATUAL ARCABOUÇO LEGAL DE C,T&I

Apesar do grande avanço representado pela Lei da Inovação, principalmente na construção e fortalecimento de uma cultura de interação público-privado na busca do desenvolvimento social e econômico do país, de forma sustentável, esta lei em alguns aspectos é muito cautelosa, quando deixa de abranger outros aspectos relevantes para a consecução de um sistema nacional de inovação. Alguns aspectos merecem ser ressaltados:

• A lei, que é uma tentativa de fortalecer as micro e pequenas empresas, exclui no artigo 4 as médias e grandes empresas, o que subtrai a possibilidade de fortalecimento, nesse aspecto, de setores relevantes da economia nacional, inclusive aqueles considerados prioritários na nova política industrial;

• A lei limita, no artigo 14, o afastamento de pesquisadores, conforme as conveniências das ICTs de origem, sem levar em consideração os interesses maiores do Estado;

• Os incentivos às empresas são limitados à inovação de produtos e processos, excluindo serviços que são, no caso do Brasil, uma grande oportunidade de geração de postos de trabalho (Art. 19);

• O inventor independente ficou amarrado às ICTs (Capítulo V). Embora se compreenda o espírito da lei que busca mecanismos de apoio ao inventor independente, criou-se uma restrição desnecessária à agilidade do processo de criação deste;

• No Capítulo VI – Dos Fundos de Investimento – estes se restringem às empresas cuja atividade principal seja a de inovação, e, embora no mundo dos negócios a inovação ocorra preponderantemente no âmbito das empresas, os esforços em inovação ocupam apenas uma parcela das atividades empresariais, e somente as empresas públicas nacionais de P&D têm inovação como o seu *core business*, o que exclui um universo interessante de empresas;

• A lei não aborda as questões relativas à flexibilidade da gestão das universidades, institutos e empresas públicas de P&D, como instituições centrais das políticas públicas de desenvolvimento do país, conforme proposto na versão original em 2001;

• O poder de compra do Estado (Art. 27) é apenas citado, não sendo claro em algumas de suas diretrizes básicas; e do ponto de vista de legislação, para implementação das estratégias visando alavancar as empresas inovadoras nacionais, a exemplo do que vem ocorrendo nos países desenvolvidos.

No projeto da reforma universitária urge inserir no arcabouço legal, em construção, os princípios legais emanados na Lei da Inovação para evitar conflitos legais no futuro, além de dotar as universidades públicas de uma nova estrutura jurídica que permita:

• Gerência por avaliação de resultados;

• Completa revisão dos processos de gestão de recursos humanos, financeiros e orçamentários, outorgando completa autonomia às universidades para contratos, gastos e gestão de recursos captados, tanto do setor público quanto do setor privado;

• Constituição de *endowment funds*, a exemplo da Fapesp, desvinculados dos orçamentos públicos, a fim de que as instituições possam ter recursos de forma contínua para apoiar as atividades de ensino, pesquisa e extensão;

• Revisão do sistema de gestão de recursos públicos, principalmente a IN 01/97 e a Lei nº 8.666 (artigos, 8, 26 e 28).

A flexibilização do sistema de controle federal é essencial para aumentar a eficiência da intervenção do Estado, como ator preponderante, na construção de um sistema nacional de inovação. Embora a CF atribua ao

"sistema de controle interno" a finalidade de "comprovar a legalidade e avaliar os resultados quanto à eficácia e eficiência de gestão orçamentária, financeira, e patrimonial nos órgãos e entidades da administração federal, bem como da aplicação de recursos públicos por entidades de direito privado" e ao "controle externo", além da legalidade, a observância quanto aos princípios da legitimidade e economicidade, a ênfase maior é dada ao princípio da legalidade.

Há necessidade de incluir no sistema federal de controle os princípios relacionados com a geração de resultados e da relevância do investimento em termos de desenvolvimento do país. A visão do controle federal é fortemente focada na linha financeira e patrimonial, não considerando os resultados e os impactos do investimento público no desenvolvimento social e econômico do país. Portanto, deve-se considerar no novo arcabouço legal do país a incorporação desses elementos no sistema federal de controle.

A Lei de Licitações nº 8.666, de 21/06/93, é um diploma legal que muito dificulta a realização de projetos estratégicos no contexto da Lei de Inovação. A Lei nº 9.648/93, de 27/05/98, flexibiliza em parte a aplicação de recursos destinados à pesquisa científica e tecnológica ao acrescentar ao Art. 24, da Lei nº 8.666/93, o inciso XXI:

Art. 24. É dispensável de licitação:

XXI – "para a aquisição de bens destinados exclusivamente a pesquisa científica e tecnológica com recursos concedidos pela Capes, Finep, CNPq ou outras instituições de fomento a pesquisa credenciadas pelo CNPq para este fim específico".

A redação acima ainda é limitante e não concede a flexibilidade necessária à realização de projetos de pesquisa, no contexto atual, desde a sua contratação até a execução final do mesmo, o que estimula a sugerir um novo formato para o inciso XXI do artigo 24, da Lei nº 8.666, conforme apresentado abaixo:

"– para todos os atos a serem firmados, necessários ao desenvolvimento de projetos de pesquisa e desenvolvimento, bem como para a aquisição de bens e serviços destinados à pesquisa científica e tecnológica com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT),

do Tesouro Nacional e de outros fundos específicos, a serem concedidos pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e suas agências ou outras instituições de fomento, credenciadas pelo referido Ministério."

O FNDCT, criado pelo Decreto Lei nº 710, de 31/07/69, e restabelecido pela Lei nº 8.172, de 18/01/93, ao longo desses anos apresentou inúmeras alterações no seu arcabouço legal, justificando a elaboração de um novo regulamento para o FNDCT que leve em consideração os seguintes aspectos:

• A gestão dos recursos do FNDCT não deveria estar atrelada às regras rígidas de execução do orçamento da União e deveria ser desvinculada do ano fiscal do governo federal, evitando o contingenciamento orçamentário e a aplicação dos superávits na amortização da dívida pública federal, conforme determina a Lei nº 9.530, de 10/12/97, e a Lei nº 10.148, de 21/12/2000;

• Por outro lado, a Lei de Responsabilidade Fiscal, artigo 8º, parágrafo único, indica que "os recursos legalmente vinculados a finalidade específica serão utilizados exclusivamente para atender ao objeto de sua vinculação, ainda que em exercício diverso daquele em que ocorrer o ingresso." Deve-se observar que a data em que a Lei nº 10.148, de 21/12/2000, foi editada é posterior a Lei de Responsabilidade Fiscal (04/05/2000);

• A reorganização do sistema legal que regulamenta a questão dos incentivos fiscais (leis nºs 8.661/93, 4.506/64, 7.735/89 e DL nº 746/69) além da ampliação do escopo da Lei nº 10.637/02, a Lei de Renúncia Fiscal, para importação de bens a serem utilizados em pesquisas para cobrir as demandas das estratégias nacionais de inovação. Tomar com base, em um exercício de *benchmarking,* o que os países em desenvolvimento estão fazendo em consonância com os acordos celebrados com a Organização Mundial do Comércio (OMC);

• Alterar os diplomas legais (se necessário o artigo 218 da Constituição Federal) no sentido de estimular a participação dos Estados e do Distrito Federal, por meio das secretarias estaduais de ciência e tecnologia e/ou fundações de amparo à pesquisa (FAPs), atrelando o repasse de recurso federal ao cumprimento dos investimentos estaduais e do DF para C,T&I. A averiguação do volume de recursos investidos, assim como a natureza

dos projetos apoiados, necessitam ser avaliados pelo MCT (ou por um conselho multidisciplinar e multiministerial) a fim de garantir que os objetivos iniciais aos quais tais recursos se destinam tenham sido cumpridos, no todo ou em parte, evitando também a pulverização destes, além de problemas de comprovação de ações e iniciativas diversas por ocasião da prestação de contas. Com isto espera-se que, além das estratégias e convencimento político, em andamento desde a última década, coloque em ação os instrumentos legais que evitem a oscilação dos investimentos em C,T&I nos estados e no distrito federal, em função dos humores políticos.

• Como incentivos não fiscais existem vários caminhos que podem ser percorridos[5].

Alguns pontos a serem ressaltados são: 1) o poder de compra do Estado, tendo em vista que o *Buy American Act*, de 1993, é um dos mais eficientes atos que regulamenta os mecanismos de compras governamentais. A Lei da Inovação incorpora este tema, no entanto, como mencionado anteriormente, necessita regulamentação complementar para tornar o mecanismo efetivo; 2) o estímulo à cooperação empresarial em projetos pré-competitivos, tomando como base o *National Cooperative Research Act* promulgado pelo governo norte-americano em 1984; e, 3) encomendas/compras de desenvolvimento tecnológico têm sido utilizados por muitos países, a exemplo dos países integrantes da OCDE.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A complexidade envolvida no tema legislação e marcos regulatórios em ciência, tecnologia e inovação não permite o necessário aprofundamento de determinados itens em apenas algumas páginas. Assim, o detalhamento apresentado não é suficiente para equacionar soluções, sendo, entretanto, útil para mostrar lacunas, gargalos e a diversidade de questões. Há uma evidente necessidade da compreensão detalhada da rede de relacionamentos entre os diferentes agentes e dos conflitos existentes nas legislações, muitas vezes, no âmbito de um mesmo tema.

[5] O MCT, em 2000, preparou um documento "Incentivos de natureza fiscal e não fiscal para o desenvolvimento científico e tecnológico visando a inovação em bens e serviços", coordenado por Waldimir Pirró e Longo.

Uma vez que se estabeleça um consenso acerca da necessidade de revisão e reorganização da legislação e marcos regulatórios, sugere-se uma preparação prévia cuidadosa e detalhada em temas selecionados, objetivando a construção de uma proposta consistente para ser discutida durante as conferências regionais/estaduais e durante a 3ª Conferência Nacional de C,T&I.

Referências

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. *Reunião de trabalho sobre a Lei da Inovação, 17-19 de maio de 2001*. Teresópolis, 2001.

BRITO-CRUZ, C. H. A universidade, a empresa e pesquisa que o país precisa. *Humanidades,* n. 45, p.15-29, 1999.

CALDAS, R. A. A construção de modelo de arcabouço legal para ciência, tecnologia e inovação. *Parcerias Estratégicas,* n. 11, p. 5-27, 2001.

FIGUEIREDO, V. Universidade e setor tecnológico industrial. *Humanidades,* n. 45, p. 69-75, 1999.

GARCIA, J. C. V. *Álvaro Alberto:* a ciência do Brasil. Rio de Janeiro: Contraponto: PETROBRÁS, 2000. 56 p.

LONGO,W. P. *Incentivos de natureza fiscal e não-fiscal para o desenvolvimento científico e tecnológico visando a inovação de bens e serviços*. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2000. 3 v.

LUCCHESE, G. *Globalização e regulação sanitária:* os rumos da vigilância sanitária no Brasil. 2001. São Paulo, 2001. 336 p. Tese de Doutorado, ENSP/FIOCRUZ.

MATEOS, S. B. Inovação: indústria defende incentivos fiscais para inovação autoaplicáveis e automaticamente dedutíveis do imposto de renda devido, com comprovação a posteriori. *Indústria Brasileira,* n. 47, p.19-23, 2005.

SILVA, Cylon Gonçalves; MELO, Lúcia Carvalho Pinto de (Coord.). *Ciência, tecnologia e inovação:* desafios para a sociedade brasileira: livro verde. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia: Academia Brasileira de Ciência, 2001. 278 p.

THORSTEINSDOTTIR, H. et al. Introduction: promoting health trough biotecnology. *Nature Biotecnology*, v. 22, Dec. 2004, Supplement.

VANNEVAR, Bush. *Science the endless frontier:* a report to the President, Director Scientific Research and Technology. Washington, DC, 1945.

Indicadores, avaliação e instrumentos de gestão: a necessidade de coordenação

Sinésio Pires Ferreira[*]
Rovena Maria Carvalho Negreiros[**]

A mensuração das atividades científicas e tecnológicas constitui elemento central para a realização de estudos sobre os mais variados temas[1], sejam de corte acadêmico, sejam de estrito interesse econômico. É igualmente decisiva para orientar e reorientar a ação pública, assim como para prestar contas à sociedade de como os recursos tributários dirigidos a tais atividades estão sendo aplicados em seu benefício. O presente estudo objetiva tomar como pano de fundo a produção de indicadores de C&T para uma discussão muito mais ampla: a das possibilidades de se utilizar as informações estatísticas enquanto instrumentos para a gestão e avaliação da ação do Estado. Divide-se em três seções: na primeira, contextualiza o crescimento e a diversificação da demanda por informações estatísticas e sugere a necessidade da coordenação de sua produção; na segunda, destaca o papel da gestão e da avaliação das ações públicas, diante da nova configuração do Estado brasileiro e as necessidades de informações dela decorrentes; e na última, trata dos indicadores de C&T e de suas possibilidades de cumprirem o papel de instrumentos para a gestão e a avaliação de políticas e programas.

[*] Sinésio Pires Ferreira é diretor adjunto da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade).
[**] Rovena Maria Carvalho Negreiros é pesquisadora do Núcleo de Estudos Sociais, Urbanos e Regionais (Instituto de Economia da Unicamp).

[1] Viotti (2003), esquematicamente, destaca três razões que justificam a necessidade dos indicadores de C&T: a razão científica, a razão pragmática e a razão política. Segundo esta terminologia, o presente artigo trata dos indicadores sob a ótica da razão política.

Crescimento e diversificação da demanda por informações estatísticas

Atualmente, as entidades produtoras de estatísticas vêem-se alvo das mais distintas e crescentes demandas por informações.[2] Isso as tem obrigado a se reorganizar com vista em atendê-las de modo adequado e permanente. São vários os elementos que explicam esse fenômeno, alguns de natureza "universal", como a difusão das tecnologias de informação e comunicação e o processo de globalização, outros específicos ao Brasil, estreitamente relacionados com sua história recente. Diante das profundas mudanças por que nosso país tem passado, seria impossível, nesse espaço, tratar de todas elas e de seus impactos sobre a produção de estatísticas. Assim, destacaram-se algumas, talvez as mais visíveis, mas que, certamente, revelam apenas parte do fenômeno.

A primeira foi a própria redemocratização do país. Decerto, é de se esperar que governos democráticos procurem desenhar suas políticas com base em informações estatísticas, uma vez que necessitam, permanentemente, prestar contas de suas ações à sociedade que os elegeu. Também tendem a ampliar os órgãos de controle e avaliação dessas ações, pois a transparência e a correção da ação governamental e do trato das finanças públicas estão entre os elementos centrais da democracia. Além disso, a agenda de atuação governamental deve ampliar-se, sobretudo, no campo social. Da mesma forma, novos personagens entram em cena, como os vários segmentos sociais e suas organizações, como sindicatos, partidos políticos e organizações não-governamentais, que também passam a utilizar, crescentemente, de informações estatísticas, seja para definir seus focos de atuação, seja para acompanhar a ação governamental.

Uma das conseqüências da redemocratização foi o processo de descentralização da ação pública, que se acentuou a partir dos anos 80, como uma espécie de contraponto à grande centralização do poder político e da ação governamental do período autoritário. Foi louvado como algo que, em si, resolveria todos os problemas intergovernamentais, sobretudo mediante a autonomia do poder local e, por conseguinte, o repasse das funções para Estados e municípios (Abrucio & Soares, 2001). Entre as formas pela qual este processo se realizou, sobretudo ao longo da década de

[2] Para uma análise mais ampla do aumento da demanda por informações ver Ferreira (2003).

90, foi a "municipalização" de várias tarefas públicas, vale dizer, o repasse de funções, pela União e pelos Estados, aos municípios, a quem delegam competências (Krell, 2003). Também associado a esse movimento[3] pode-se mencionar a crescente preocupação com as políticas regionais e com a descentralização das atividades econômicas, da oferta de serviços públicos e das próprias atividades de C&T. Também nessa direção apontam as novas institucionalidades, como consórcios municipais, agências regionais e congêneres que, se representam um avanço do ponto de vista da cooperação intermunicipal, podem levar ao acirramento das disputas inter-regionais e da chamada "guerra fiscal", caso não sejam articuladas por alguma diretriz nacional ou supra-regional.[4]

A maior proximidade entre governantes e cidadãos e a necessidade de reduzir as insustentáveis disparidades regionais, em especial no campo social, estão entre as principais justificativas da descentralização da ação pública.[5] Como corolário desse processo, espera-se a maior presença da sociedade na definição, no monitoramento e na avaliação das políticas públicas. Para tanto, é necessário que os cidadãos disponham de instrumentos institucionais e de informações para que tais intenções se concretizem. Independentemente das avaliações que se possa fazer dos resultados desse processo, o fato é que cresce exponencialmente a necessidade de se dispor de um grande conjunto de informações sobre os mais diversos temas e referidas a diferentes cortes espaciais.

Contudo, como observou Krell (2003), uma das características da realidade administrativa brasileira é a superposição de tarefas de uma multiplicidade de órgãos públicos, agora crescentemente distribuídos nas três esferas de governo. Ademais, esse autor demonstra que ainda persistem grandes ambigüidades na distribuição de competências entre os entes federados. Se isso dificulta a fiscalização da atuação de seus órgãos por parte da sociedade civil e dos organismos oficiais de controle, amplifica em muito a necessidade de informações para o planejamento, acompanhamento

[3] Para uma comparação internacional dos movimentos de descentralização política e econômica, v. Doner e Hershberg (2001).

[4] Para uma interessante abordagem da "guerra fiscal", v. Arbix (2001).

[5] O citado texto de Doner e Hershberg (p.225 e ss.), numa perspectiva internacional, aborda com muita propriedade as motivações da descentralização política e as suas relações com a descentralização econômica. Arretche (2000) desenvolve detalhado estudo sobre a descentralização das políticas sociais no Brasil.

e avaliação das ações de governo, seja pelos próprios (e múltiplos) órgãos públicos responsáveis por essas ações, seja pelos diversos representantes da sociedade civil organizada.

Outra mudança, mais recente, da forma de atuação governamental, em especial no campo social, que tem implicado novas demandas por informações, foi a chamada focalização das políticas sociais. Várias das ações governamentais passaram a eleger segmentos específicos da população como seu público-alvo, requerendo para tanto informações detalhadas das características da população, de modo a permitir a identificação do segmento prioritário, objeto da intervenção, incluindo, em muitos casos, sua localização espacial e a construção de cadastros das famílias ou pessoas beneficiárias.

Para que subsidiem a elaboração, o acompanhamento e a avaliação das ações governamentais, as informações estatísticas, além de cobrir amplo escopo temático e territorial, necessitam ser atualizadas permanentemente. Isso significa que não bastam informações censitárias, atualizadas a cada dez anos, nem as originárias de pesquisas amostrais, mais freqüentes, mas com possibilidades de desagregação espacial limitadas. Assim, as instituições produtoras de informações têm de valer-se ou de levantamentos primários específicos às necessidades de seus usuários – cujo custo, em geral, é muito elevado – ou da utilização de registros administrativos que, originalmente, foram construídos para outros fins. Expandem-se, assim, suas tarefas de permanente coleta, organização, avaliação, validação e disponibilização de dados de diferentes origens, ampliando significativamente o escopo de atuação dessas instituições, em geral, premidas por constrangimentos orçamentários não desprezíveis.

O resultado dessas pressões e constrangimentos é que, por mais que as instituições produtoras de informações se esforcem, nem sempre se dispõem das informações mais adequadas para suprir as novas demandas e necessidades da sociedade, dos formuladores de políticas públicas e dos organismos governamentais de controle. Em situações de escassez, tendem a surgir fontes alternativas de informações, originárias do campo empresarial ou de organizações não-governamentais. Porém, por mais sérias e competentes que sejam, são incapazes, por sua própria natureza, de garantir o caráter público a seus produtos, não só em termos do acesso às informações que geram, mas sobretudo no que tange à isenção de suas ações, que devem ser

despidas de qualquer outro interesse que não seja o público. Nesse caso, não parece haver outra alternativa que o controle da produção de informações por agentes estatais, a única forma de subordinar a inevitável dependência sociopolítica das instituições que as demandam à necessária independência técnico-científica de sua produção, equilibrando-se assim a legitimidade da produção de informações e a credibilidade de seus resultados (Senra, 1999).

Isto, no entanto, não significa que a produção de estatísticas deva ser centralizada em uma única instituição, mas evidencia a urgente necessidade de se reduzir a enorme desarticulação presente no âmbito das instituições que as produzem. Não custa recordar que, nos últimos 20 anos, além do IBGE, várias outras instituições públicas federais, estaduais, municipais e mesmo organizações privadas, não-governamentais e acadêmicas passaram a produzir informações estatísticas. O grande desafio do momento é, pois, a constituição de uma coordenação nacional dos entes produtores de informações, papel que o IBGE (ou uma nova agência pública federal) deveria assumir de forma agressiva. Timidamente, os primeiros passos nessa direção já foram dados, como a instituição da Comissão Nacional de Classificações (Concla) e os esforços coordenados pelo IBGE, com a participação das instituições estaduais para a produção das contas regionais. Mesmo assim, falta muito a se avançar nesse campo, decisivo para que o país construa um verdadeiro Sistema Nacional de Estatística.

GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Contemporaneamente, vários países estão introduzindo a chamada "reforma do Estado", em que buscam definir e implementar uma nova gestão pública, a sua maioria fortemente centrada no chamado modelo gerencial, em contraposição ao velho modelo burocrático. Não é o caso aqui de se discutir as qualidades ou defeitos desse modelo, mas apenas considerar suas conseqüências no que tange à produção de informações estatísticas, em geral, e de indicadores, em particular.

Esse movimento de transformação da gestão do setor público toma impulso no Brasil com a promulgação da Constituição Federal de 1988 e seu caráter descentralizador, associado a um conjunto de fatores concorrentes, como a crise fiscal do Estado e suas necessidades de ajustes; os limites da estrutura burocrática vigente; a difusão das tecnologias da informação; as

influências externas da nova gestão pública; e a busca de uma nova legitimação do Estado nacional diante de um novo padrão de exigências das sociedades democráticas (Fundap, 2004).

Em geral, os valores e princípios que norteiam este modelo são chamados de Nova Gestão Pública e estão pautados pela:

a) profissionalização da alta burocracia – que se constitui no núcleo estatal estratégico, responsável pela formulação, supervisão e regulação das políticas. Formada por uma elite burocrática tecnicamente preparada e motivada;

b) transparência – a administração deve ser transparente e seus administradores responsabilizados democraticamente perante a sociedade. Para tanto são necessários o aprimoramento dos sistemas de informação e a adoção de mecanismos contratuais;

c) descentralização – considerando que a execução dos serviços públicos é tarefa fundamental para modernização gerencial do Estado, a execução das funções públicas deve ser realizada pelos governos sub-nacionais, buscando garantir ganhos de eficiência e efetividade, bem como aumentar a fiscalização e o controle da sociedade sobre as políticas públicas;

d) desconcentração organizacional – os órgãos centrais devem delegar a execução das funções para agências descentralizadas, separando as estruturas responsáveis pela formulação de políticas das unidades descentralizadas e autônomas, executoras dos serviços;

e) gestão por resultados – a administração pública gerencial orienta-se pelo controle dos resultados, ou seja, pelo impacto de uma dada política sobre o público que se pretende atender (grau em que a política atingiu o resultado desejado);

f) novas formas de controle – a preocupação da administração pública passa a ser com os ganhos de eficiência e efetividade das políticas. Tais controles combinam quatro tipos: por resultados (a partir de indicadores de desempenho), contábil (checagem do gasto realizado), por competição administrativa (as agências buscam oferecer o melhor serviço ao usuário) e social (os cidadãos avaliam os serviços públicos ou participam de sua gestão);

g) novas formas de prestação de serviços públicos – assentadas nas agências que executam atividades exclusivas de Estado e em agências descentralizadas (setor público não estatal), que atuam nos serviços sociais e científicos;

h) prestação dos serviços orientada para o cidadão-usuário – responde às demandas do cidadão, facilitando a relação entre cidadão e governo;

i) accountability – responsabilização perante a sociedade, tornando a administração publica mais transparente e voltada para a prestação de contas.

Esses princípios apontam para uma concepção de gestão pública por meio de um Estado mais regulador, promotor dos serviços públicos e que busca a descentralização, a desburocratização e o aumento da autonomia da gestão, e cujas políticas são definidas com foco em resultados (Bresser Pereira, 1998). Diante desta nova concepção da configuração do Estado, evidencia-se a importância da avaliação das ações públicas em diferentes níveis.

O sentido das avaliações das ações de governo pode se diferenciar segundo seus objetos (o que avaliar) e seus objetivos (para que avaliar), sabendo-se que é muito difícil avaliar resultados. Mesmo assim, é preciso desenvolver medidas ou critérios de avaliação adequados quanto à utilidade e aos resultados efetivos de políticas, projetos e programas da ação governamental (Osborne e Gaebler, 1994).

Sinteticamente, podem-se classificar os objetos e objetivos da avaliação da forma que segue:

1. os impactos mais gerais do programa. Esse tipo de indicador é de complexa construção, uma vez que dificilmente pode-se isolar o impacto de um programa específico dos de outros, que lhe sejam complementares, ou mesmo de fenômenos independentes da ação pública;

2. os resultados específicos do programa. Trata-se de um conjunto de indicadores que visa quantificar e qualificar a efetividade do programa, ou seja, avaliar em que medida o programa atingiu o resultado esperado;

3. os meios utilizados para se atingir os resultados. São os indicadores de processo, que medem a eficiência e a eficácia do programa e devem ser

produzidos e analisados em simultâneo à sua condução. Funcionam como uma espécie de guia, apontando os problemas cotidianos da implementação do programa e sugerindo alterações de rumos que permitam superá-lo.

Decerto, a própria formulação do programa e a proposição dos sistemas de indicadores necessários à sua avaliação e monitoramento requerem uma série de informações e análises, de modo a evitar a implementação de programas baseados muito mais em idéias pré-concebidas do que em problemas reais com a proposição de caminhos viáveis para sua superação.

Não restam dúvidas de que uma base de informações qualificada e um sistema de indicadores constituem componentes fundamentais para a adequada gestão das políticas públicas. Como se procurou demonstrar, a gestão de um programa cobre diferentes dimensões ou momentos de sua implementação, cada uma das quais associada a uma família de indicadores. Sob essa perspectiva, a construção de indicadores é parte constitutiva da própria formulação do programa, havendo a necessidade, portanto, de se prever tal atividade, definir-lhe um cronograma e alocar-lhe recursos.

Embora tais afirmativas pareçam óbvias, não é o que normalmente ocorre na formulação de políticas e programas públicos. O mais freqüente é que sejam definidos e desenhados muito mais com base em frágeis interpretações da situação corrente e boa dose de voluntarismo e intuição de seus formuladores do que do efetivo conhecimento da realidade em que se pretende intervir e das vias mais apropriadas para fazê-lo.[6] Quando se busca avaliá-los, freqüentemente depois de decorrido um período que os tornam irreversíveis, constroem-se indicadores *ad hoc*, com as informações disponíveis no momento, cujos resultados são, em geral, tão imprecisos que não permitem afirmar sequer se tais políticas e programas foram bem-sucedidos e, muito menos, quais alterações seriam necessárias para torná-los mais eficientes ou eficazes.

Tal situação pode levar a decisões tão paradoxais como insistir em apoiar programas cujo destino inexorável é o fracasso e deixar de apoiar outros, potencialmente bem-sucedidos. Como observaram Osborne e

[6] Madeira (2004) mostra como um programa de grande interesse social pode ser desperdiçado, gerando mesmo efeitos contrários aos desejados, por basear-se muito mais em *convicções* do que em *constatações*.

Gaebler (1994, p.159), ela se torna particularmente grave em momentos de contingenciamento orçamentário, tão comuns em nossa vida pública, quando, na ausência de informações objetivas quanto a seus resultados, as decisões sobre quais programas serão penalizados baseiam-se exclusivamente em critérios políticos. As organizações mais influentes tendem a ser menos atingidas e aquelas com menor peso político concentram os cortes orçamentários sobre os programas que conduzem, ainda que de extrema relevância.

O mesmo ocorre nas situações em que se pretende aumentar os dispêndios em determinado setor, como não se tem idéia de onde colocar o dinheiro (Osborne e Gaebler, *op. cit.),* acaba-se por ampliar programas já existentes e, não raro, aqueles menos bem-sucedidos, sob a hipótese (quase nunca demonstrada) de que seu insucesso foi provocado pela insuficiente alocação de recursos.

Ou seja, sobretudo sob essa nova concepção de Estado e num contexto de rápida expansão da demanda por informações, indicadores de diferentes naturezas passam a ser decisivos para o acompanhamento, as definições e redefinições de prioridades e a avaliação de políticas e programas. Nesse sentido, não podem mais ser tidos como algo a ser produzido instantaneamente, com as informações que estiverem disponíveis no momento. Ao contrário, devem ser vistos como parte integrante da ação pública, desde sua concepção, e construídos a partir de informações produzidas segundo princípios gerais de confiabilidade e obedecendo a métodos técnico-científicos adequados. Em resumo, devem ser objeto de uma verdadeira política de informação estatística.

Recorrendo mais uma vez a Senra (1999), uma política dessa natureza deve se assentar em seis pilares: da utilidade e da pertinência, no âmbito da demanda por informações; da validade, da visibilidade e da continuidade, no âmbito da oferta de informações; e o da integridade. Este último é particularmente relevante nesse contexto, pois as noções de credibilidade e legitimidade, que lhe dão conteúdo, só se sustentam se as informações produzidas forem capazes de suprir plenamente a demanda, garantindo os mais rigorosos princípios técnico-científicos nas condições da oferta. É este o papel da coordenação, cuja necessidade também salta aos olhos quando se observa a questão sob a ótica da nova gestão pública.

Sob essa perspectiva, fica patente a necessidade de se dispor de um verdadeiro sistema de informações, concebido com uma lógica interna em que se garanta a comparabilidade, a complementaridade e a permanência das informações. Nada disso pode ser garantido na ausência de alguma coordenação nacional capaz de fazê-lo, atribuindo aos resultados a legitimidade e a credibilidade que lhe são indispensáveis. Como propôs Senra (1999), "pensa-se na criação de um centro nacional em torno do qual as várias produções e as várias disseminações possam orbitar de modo a garantir-se aos diferentes resultados das pesquisas a força de serem comparáveis e combináveis. Mas, a existência de um centro nacional, coordenador, não significa a negação de centros locais, municipais e estaduais, conforme as necessidades, nem significa afirmar hierarquia entre os mesmos (...). Assim, as autoridades competentes podem e devem enunciar e anunciar uma Política Nacional de Informação Estatística, entendida como a necessária regulação do processo de geração das informações estatísticas, promovendo-se a interdependência harmoniosa entre a dimensão sociopolítica (o lado da demanda) e a dimensão técnico-científica (o lado da oferta)".

Indicadores de C&T

Os indicadores de C&T podem ser vistos como uma boa síntese da situação da produção estatística nacional. Por um lado, é uma das famílias de indicadores de maior interesse nos dias atuais, cujas informações básicas são produzidas por uma infinidade de órgãos públicos (e mesmo privados), subordinados a diferentes ministérios e a distintas esferas de governo. Ao Ministério de Ciência e Tecnologia cabe coletar essas informações e tentar organizá-las de modo a constituir um todo coerente, com a aproximação possível às recomendações internacionais.

Suas possibilidades de intervenção quanto ao padrão de produção dessas informações básicas e, em alguns casos, quanto a seu próprio acesso, são mínimas, pois faltam-lhe legitimidade e competência legal para tanto, para não falar de sua limitada capacidade operacional. Isso implica a existência de grandes lacunas no conjunto de indicadores de C&T, tornando determinados fenômenos da maior relevância para o adequado desenho e avaliação de programas, encobertos por visões pré-concebidas, que impedem qualquer aperfeiçoamento ou inovação.

Ademais, a garantia de permanência de determinados padrões metodológicos é limitada, sobretudo pela não distinção institucional entre os produtores dos indicadores e seus principais usuários ou demandantes. Isso provoca um agravante perigoso, que é a própria perda de credibilidade das informações que produz: mudanças constantes de métodos, procedimentos e resultados tendem gerar desconfiança em seus usuários, que acabam por produzir, eles mesmos, os indicadores que lhes interessam, gerando duplicação de esforços e redundâncias indesejáveis de informações.

Por fim, a forma pela qual são produzidos os indicadores de C&T (como, de resto, a grande maioria dos indicadores "setoriais" das demais áreas e esferas de governo) está longe de constituir um sistema de informações centrado na comparabilidade dos resultados e na complementaridade dos esforços, seja entre distintas áreas temáticas, seja no interior de cada uma delas. Tome-se, por exemplo, os indicadores das áreas educacional e de C&T. É evidente a existência de um grande campo comum entre elas e que o desenvolvimento de indicadores complementares seria quase que natural. No entanto, aparentemente são tratados como segmentos estanques e, salvo como fontes de informações primárias recíprocas (nem sempre de fácil utilização), seus respectivos indicadores pouco se relacionam. O mesmo se pode supor a respeito dos indicadores em escala micro (como os de acompanhamento do Plano Plurianual) e, por exemplo, os tradicionais indicadores de C&T: até onde se sabe as relações entre eles são mínimas, se é que existem.

No caso dos indicadores de C&T, há alguns aspectos polêmicos relacionados com sua própria origem que convém destacar.[7] Como se sabe, a gênese desses indicadores assenta-se no chamado modelo linear[8] da produção técnico-científica, em que se considera que os investimentos direcionados (insumos) às atividades científicas geram resultados (produtos) que são apropriados ou beneficiam a sociedade (impactos). Ainda que discutível, esse modelo, em tese, leva em conta o conjunto dos temas relacionados com a produção, os resultados e os impactos das atividades técnico-científicas. Porém, as estatísticas dele derivadas enfatizam, tradicionalmente, os indicadores de insumos, mais especificamente, os

[7] Os comentários dessa seção baseiam-se em Godin (2000).
[8] Viotti (2003) descreve e critica tal modelo e mostra formas alternativas de abordar esse tema.

dispêndios nacionais em P&D e, em menor medida, os recursos humanos alocados em atividades de P&D. De fato, até os anos 90 estes eram praticamente os únicos indicadores relevantes sobre o tema e pouca atenção se dava às demais dimensões das atividades de C&T. Recorde-se que, até os anos 90, a dimensão dos insumos era a única para a qual havia um conjunto de recomendações aceito internacionalmente, sistematizado em manual, o famoso, mas nem sempre claro, Manual Frascati, da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Dispêndios e recursos humanos em P&D classificam-se, tradicionalmente, segundo: a natureza da pesquisa (básica ou aplicada) a que se dirigem; o papel de financiador ou executor assumido pelas instituições consideradas (governo, universidades, empresas, organizações não governamentais e agências internacionais); e áreas de conhecimento (no caso das universidades), setor de atividade econômica (entre as empresas) e objetivos socioeconômicos (para o governo). Ou seja, ainda que se produza esse complexo detalhamento dos indicadores de insumo, seu objeto são instituições e não os pesquisadores ou as pesquisas que conduzem, o que dificulta enormemente sua aplicação para a avaliação e o monitoramento de programas específicos.

Quanto aos indicadores de resultados – patentes[9] e produção científica – são reconhecidamente insuficientes enquanto medidas da produção científica e inexiste um consenso quanto à metodologia para sua contabilização, de modo que são de pouca utilidade para se avaliar a eficiência e a eficácia das atividades de C&T.[10] Esse argumento é particularmente forte no caso das universidades, em que se considera que os pesquisadores, individualmente ou em grupos, produzem conhecimento, ou ciência básica,[11] um bem intangível e de difícil mensuração, nem sempre passível de ser materializado em uma publicação ou uma patente.

---

[9] O próprio Manual de Patentes da OCDE (1994) reconhece suas limitações: (…) *successful use of that information* [sobre patentes] *for economic analysis needs to take account of a range of methodological problems, differences between one country or institution and another, the role of multinationals, and specific characteristics of given technologies and economic sectors.*

[10] Deve-se mencionar que vários estudos que tomam por base as informações produzidas pelos escritórios nacionais de patentes, assim como outros, no campo da chamada *cientometria* são extremamente relevantes para iluminar determinados aspectos da produção tecno-científica e de seus impactos sobre a economia e a sociedade. O que se questiona aqui é a capacidade de essas informações medirem adequadamente a produção científica e tecnológica em sua totalidade.

[11] Viotti (2003) e Godin (2000) mostram a importância do conceito de "ciência básica" para a construção dos discursos associados ao modelo linear das atividades de C&T.

Porém, mesmo os indicadores de insumos têm suas fragilidades: a rigor, até recentemente apenas os dispêndios realizados pelos governos podiam ser razoavelmente mensurados a partir das informações sobre a execução orçamentária (embora as classificações orçamentárias nem sempre favoreçam essa medida). Os dispêndios em P&D das universidades são de difícil mensuração, uma vez que suas estruturas administrativas e contábeis não distinguem o ensino da pesquisa, o que obriga ao órgão responsável por produzir tais informações lançar mão de complexos métodos indiretos para calcular uma estimativa dos dispêndios e do pessoal alocado em tais atividades. Mais recentemente (no caso brasileiro apenas em 2000), as empresas passaram a ser objeto de levantamentos específicos, as Pesquisas de Inovação e de P&D, o que tem possibilitado dimensionar com maior precisão o seu papel nas atividades de P&D.[12]

Esse conjunto de indicadores é claramente insuficiente para orientar a formulação de programas e para monitorá-los e avaliá-los. Não por acaso, não permitem muito mais do que estabelecer metas de dispêndios em P&D em relação ao PIB e de formação de pessoal com alta qualificação. Nesse sentido, é bastante coerente com o que Godin chama de ideologia do pesquisador individual. Segundo esse autor, essa ideologia sugere que governos não devem interferir em assuntos científicos: os pares decidem o valor e o mérito das pesquisas. Conseqüentemente, não há necessidade de avaliação e monitoramento da ciência e dos cientistas nem de acompanhar os resultados de suas pesquisas (Godin, *op.cit.)*.

Como o próprio tema do seminário preparatório da 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação mostra, essa posição não é a única e nem mesmo a dominante, mas é inegável sua influência na concepção dos indicadores de C&T e nas dificuldades que até hoje carregam para serem utilizados como instrumentos para a formulação, a avaliação e o monitoramento das políticas e programas na campo da ciência, tecnologia e inovação. Nesse sentido, além de atualizar e desenvolver os indicadores de C&T já existentes, é premente a necessidade de se inserirem novas abordagens e novos temas àquele rol, que permitam, por exemplo, o melhor conhecimento entre as relações das atividades de C&T e as atividades inovativas em nosso

[12] A ausência de certas informações, com freqüência, leva alguns pesquisadores a identificarem-na com a inexistência do fenômeno, o que pode implicar a negação da própria constatação empírica, uma vez que incoerente com suas convicções prévias.

país, sem o qual as convicções continuarão a presidir o desenho de políticas e programas, em detrimento das constatações. Por seu turno, uma avaliação mais criteriosa e sistemática dos resultados das grandes políticas do MCT, como o apoio à formação de recursos humanos de alta qualificação, por exemplo, poderia ser de inestimável valor para se iniciar a mensuração dos impactos que essa política (e outras) tem promovido ao desenvolvimento do país. Ademais, a busca de maior complementaridade dos esforços já em andamento e da intensificação da cooperação intra e interinstitucional significaria enormes ganhos para o melhor conhecimento da realidade brasileira neste e em outros campos.

Decerto, esforços dessa natureza requerem uma nova institucionalidade para a elaboração dos indicadores de C&T que, além de reforçar a instituição atualmente responsável por sua produção, incorpore outros órgãos do MCT, de outros ministérios e de outras esferas de governo. Mais uma vez, torna-se evidente a necessidade de uma coordenação e de uma ambiciosa política de informações, assentada naqueles seis princípios anteriormente mencionados, para que se possa promover um verdadeiro salto de qualidade da produção e disseminação de informações estatísticas.

Referências

ABRUCIO, F. L.; SOARES, M. F. *Redes federativas no Brasil*: cooperação intermunicipal no Grande ABC. São Paulo : Fundação Konrad Adenauer, 2001. (Série pesquisas, n. 24).

ARRETCHE, M. *Estado federativo e políticas sociais*: determinantes da descentralizaçã*o.* Rio de Janeiro: Revan; São Paulo: FAPESP, 2000.

ARBIX, G. Desenvolvimento regional e guerra fiscal entre estados e municípios no Brasil. In: GUIMARÃES, N. A.; MARTIN, S. (Org.). *Competitividade e desenvolvimento:* atores e instituições locais. São Paulo: SENAC, 2001.

DONER, R. F.; HERSHBERG, E. Produção flexível e descentralização política nos países em desenvolvimento: afinidades eletivas na busca de competitividade?. In: GUIMARÃES, N. A.; MARTIN, S. (Org.). *Competitividade e desenvolvimento:* atores e instituições locais. São Paulo: SENAC, 2001.

FERREIRA, S. P. Produção e disseminação de estatísticas: uma abordagem institucional. *São Paulo em Perspectiva,* São Paulo, v. 17, n. 3-4, p.17-25, abr./jun. 2003.

GODIN, B. *Outline for a history of science measurement*. Montreal: [s. n.], 2000. Mimeografado.

KRELL, A. J. *O município no Brasil e na Alemanha*. São Paulo: Oficina Municipal, 2003.

MADEIRA, F. R. A improvisação na concepção de programas sociais: muitas convicções, poucas constatações. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 78-94, abr./jun. 2004.

OECD. *Patent manual*. Paris, 1994.

OSBORNE, D.; GAEBLER, T. *Reinventando o governo*. Brasília: MH Comunicação, 1994.

PEREIRA, L. C. Bresser. *Reforma do Estado para cidadania*: a reforma gerencial brasileira na perspectiva internacional. São Paulo: Editora 34, 1998.

SÃO PAULO. Fundação do Desenvolvimento Administrativo. *Programa de desenvolvimento gerencial*: a nova gestão pública.São Paulo, 2004.

SENRA, N. C. Informação estatística: política, regulação, coordenação. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 28, n. 2, 1999.

VIOTTI, E. B. Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (Org.). *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

editoração**cgee**

Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

Parcerias Estratégicas

N. 20 (pt. 4) – junho 2005 – Brasília, DF

ISSN 1413-9375

Parcerias Estratégicas – número 20 – junho 2005

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
Presidente
Evando Mirra de Paula e Silva
Diretores
Marcio de Miranda Santos
Paulo Afonso Braccarense Costa

Terceira Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
Secretário Geral
Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho
Assessoria Técnica
Ernesto Costa de Paula
Flávio Giovanetti de Albuquerque
Kley Cabral da Hora Maya Ferreira
Mara da Costa Pinheiro
Sandra Mara da Silva Milagres

Revista Parcerias Estratégicas
Editora
Tatiana de Carvalho Pires
Editora-Assistente
Nathália Kneipp Sena
Projeto gráfico
Anderson Moraes
Editoração eletrônica
André Luiz Garcia

Parcerias estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. - Vol. 1, n. 1 (maio 1996)- v. 1, n. 5 (set. 1998) ; n. 6 (mar. 1999)- . – Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos : Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996-1998 ; 1999-

v. ; 25 cm.

Irregular.
Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.
Ed. especial: n. 20 (jun. 2005), incluindo: pt. 1. Inclusão social ; pt. 2. Áreas de interesse nacional ; pt. 3. Gestão e regulamentação ; pt. 4. Presença internacional ; pt. 5. Geração de riqueza.
ISSN 1413-9375

1. Política e governo – Brasil 2. Inovação tecnológica I. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. II. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CDU 323.6(81)(05)

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Quadra 2 Bloco A Edifício Corporate Financial Center salas 1102/1103
70712-900 – Brasília, DF
Tel: (xx61) 3424.9600 / 3424.9666
e-mail: editoria@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br>
Distribuição gratuita

Conferência Nacional de C,T&I
Tel: (xx61) 3424.9670 / 9656 / 9635
e-mail: ecosta@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br/cncti3/>

PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Número 20 · junho/2005 · ISSN 1413-9375

Sumário

Presença internacional

A importância da cooperação internacional para o desenvolvimento da ciência brasileira
Eduardo Moacyr Krieger, Paulo de Góes Filho 1161

Pesquisa e desenvolvimento nas empresas multinacionais no Brasil
Flavio Grynszpan 1203

Tecnoglobalismo e o papel dos esforços de P,D&I das multinacionais no mundo e no Brasil
José Eduardo Cassiolato, Helena Maria Martins Lastres 1225

Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia do Brasil com Países da América do Sul (Prosul)
Lindolpho de Carvalho Dias 1247

Inserção de empresas brasileiras agregadoras de tecnologia no cenário internacional
Luiz Awazu Pereira da Silva, Henri Eduard Stupakoff Kistler, Jefferson Chaves Boechat 1269

Inovação, estratégias competitivas e inserção internacional das firmas da indústria brasileira
Mario Sergio Salerno, João Alberto De Negri 1309

A importância da cooperação internacional para o desenvolvimento da ciência brasileira

Eduardo Moacyr Krieger[*]
Paulo de Góes Filho[**]

Le savant a une patrie, la Science n'en a pas
LOUIS PASTEUR

1. INTRODUÇÃO

Antes de abordar diretamente os dados referentes a atual situação da cooperação em C,T&I do Brasil com países do hemisfério norte (com especial ênfase na presença brasileira em órgãos internacionais) cabe traçar um breve panorama histórico sobre a importância da cooperação internacional para o desenvolvimento institucional da ciência brasileira. Deve-se ainda frisar a forma pela qual tal desenvolvimento contribuiu para a consolidação da idéia de nação no Brasil. A evolução dos movimentos nacionalistas foi profundamente marcada pela presença de intelectuais que, operando em diversos campos, foram responsáveis pela produção da própria idéia de nação. A progressiva consolidação do conhecimento científico como forma hegemônica de percepção da realidade e os notáveis avanços produzidos pela tecnologia no período de expansão do capitalismo, no século XIX (Hobsbawm, 1977 e Hobsbawm, 1988), colocaram a ciência e o domínio da tecnologia no cerne das preocupações quando da criação das nações. Entretanto, a relação entre ciência e nação, nos últimos cem anos, foi – e parece continuar sendo – tensa, sobretudo nos países nascidos a partir do surto de movimentos anti-colonialistas, nos séculos XVIII e XIX, nas Américas, e no século XX, na Ásia e na África.

Basalla (1967) divide a evolução da expansão da ciência nas antigas colônias em três fases.

[*] Eduardo Krieger é presidente da Academia Brasileira de Ciências.
[**] Paulo de Góes é assessor de relações internacionais da Academia Brasileira de Ciências.

A primeira fase ocorre quando é feito o contato de europeus ocidentais com um novo território, por meio das conquistas militares, colonização etc. O território conquistado serve de fonte de informações sobre plantas, animais, minerais e populações, dados que são enviados de volta à Europa para absorção, classificação e análise. O conhecimento é, nessa fase, uma extensão do processo de exploração econômica. As ciências aplicadas dominam o período, crescendo de importância, ocasionalmente, a história natural, a antropologia, a cartografia e a topografia.

A segunda fase se dá quando os cientistas nativos, membros das elites coloniais, começam a participar das explorações científicas e as primeiras instituições científicas a serem criadas, seja como filiais das instituições européias, seja como instituições autóctones. Há uma ampliação das áreas de interesse, já que a maioria dessas instituições dedicam-se a patrocinar os interesses do colonizador. Basalla chama esta segunda fase de "ciência colonial". Embora o número de pessoas envolvidas na atividade científica aumente, a comunidade científica local depende da produção científica das metrópoles. Poucas instituições atingem uma escala capaz de manter programas significativos de pesquisa. Apesar disso, é mantido um ambiente intelectual capaz de explicar o eventual aparecimento de cientistas originais. Esses homens se transformam nos heróis da ciência colonial. José Bonifácio de Andrada e Silva (1763-1838) é um exemplo clássico do cientista colonial cuja criatividade e cujos laços com a Europa são largamente reconhecidos.

Ciência colonial não significa a permanência do status de colônia no país estudado. O exemplo brasileiro é paradigmático. Independente em 1822, a partir da década de 1870 se inicia todo um novo movimento intelectual que se propunha a redefinir a idéia de nação no Brasil, com o fortalecimento das idéias republicanas e abolicionistas. A década de 1870 também é considerada pelos historiadores brasileiros um marco na adoção de uma ideologia cientificista no país, com a introdução das idéias positivistas e evolucionistas (Cruz Costa, 1967).

A comunidade científica brasileira emergente não conformava um grupo homogêneo no final do século XIX, mas a sua própria heterogeneidade estabelecia uma identidade para o grupo, o que possibilitou que este participasse ativamente da construção do "projeto de nação brasileira". (Schwarz, 1993)

A terceira fase é aquela na qual os cientistas locais começam a atingir um estágio onde podem dirigir seus esforços para a criação de uma tradição científica independente da tradição européia e produzida em seu próprio benefício. Esta fase é caracterizada por: 1) um maior número de cientistas treinados e trabalhando localmente; 2) sua capacidade de se comunicar com outros cientistas do próprio país ou da comunidade internacional; 3) pelo prestígio atribuído à sua profissão; e, 4) pela capacidade de manter o esforço científico do país ao longo do tempo. Os exemplos clássicos são a Rússia, os Estados Unidos, a Austrália e o Canadá. No Brasil, essa fase terá inicio na chamada *belle époque*.

Para Nancy Stepan, a fundação do Instituto de Manguinhos é considerada um marco da institucionalização da atividade científica autônoma no Brasil. Este evento coincidiu com o período em que os brasileiros procuraram definir sua cultura em novos termos e fazer do Brasil um parceiro ativo da "civilização".

Nesse período a ciência brasileira ainda se conformava ao padrão colonial. O meio científico era limitado e a estrutura educacional e científica, fortemente marcada pelo positivismo, iniba a formação de cientistas nos moldes europeu e americano. A originalidade na ciência brasileira era resultado do esforço individual, da educação européia e muitas vezes da fortuna pessoal de alguns indivíduos. Embora a ciência desde o Império se constituísse em um valor, essa ideologia não se traduz em medidas práticas de apoio à atividade científica. Para Stepan (1976), o progresso científico no Brasil surgirá mais por meio de um processo hábil de criação de instituições do que pela consolidação da ciência como um valor da cultura brasileira.

O Brasil, no final do século XIX, e início do XX, estava apenas começando a se industrializar, enquanto na Europa e nos Estados Unidos a industrialização já entrava numa nova fase de organização e produtividade (2ª Revolução Industrial). Tal fato levou o país a uma crescente dependência de tecnologia estrangeira e, conseqüentemente, de ciência produzida no exterior. Uma tradição científica "moderna" na educação brasileira teria que esperar por mudanças nas ideologias educacionais vigentes no início do século XX. Só então a ciência passa a ser objeto de ações concretas que vão se traduzir em ações práticas de apoio à pesquisa. A Academia Brasileira de Ciências (ABC), criada como foco de resistência à ideologia positivista dominante na Escola Politécnica terá papel preponderante nesse processo.

No Brasil, até 1900 o apoio à pesquisa viria do governo e seria dado por motivos utilitários. O processo de modernização, que se inicia com a reforma do Rio de Janeiro, é parte de uma política de mudança da imagem do país no exterior. Na ótica da comunidade científica, de um lado, o Estado deveria apoiar a atividade de pesquisa, porque ela seria uma atividade central do processo de modernização da sociedade, e de outro, a comunidade não deveria assumir qualquer compromisso explícito com o Estado, sob pena de ver desvirtuada a "missão" mais "nobre" da ciência, qual seja, a ciência pela ciência, o saber desinteressado.

O processo de criação do Instituto de Manguinhos e, especialmente, o papel desempenhado por Oswaldo Cruz, traduz de forma clara essa aparente contradição: se no plano das ações concretas a ciência começa a depender, cada vez mais, do Estado, e a resolver problemas no plano ideológico, a afirmação de sua independência com relação a ele deveria ser permanentemente explicitada. Essa é a formula que os agentes interessados, no Brasil, encontram para manter sua autonomia e reafirmar sua identidade de "homens de ciência".

A idéia de uma ciência internacional prevalecia no mundo até a Primeira Guerra Mundial. Até fins do século XIX, vige a idéia de que a ciência é, por princípio, internacional. Entretanto, na virada do século XX começaram a ser criados nos países europeus organismos formalmente estruturados para estabelecer "relações intelectuais" com a função de:

"organizar os intercâmbios científicos, para tirar proveito mais rapidamente dos últimos progressos das ciências e de suas aplicações, e isso diz respeito, antes de tudo, às relações entre metrópoles: tecer redes de aliados políticos a partir de uma influência cultural e política, tanto como meio de penetração econômica, como para ter o apoio desses aliados nos enfrentamentos das grandes potências". (Petijean 1996)

O estabelecimento dessas teias de relações é, na percepção do autor, a gênese do que se poderia conceituar como "uma diplomacia da ciência".

Se torna cada vez mais evidente a relação entre o conhecimento científico e a capacitação tecnológica, o que torna a atividade científica objeto de atenção do Estado. Esta preocupação fez com que a atividade científica passasse a ser um tema das relações internacionais expresso no

crescimento do número de associações científicas dissociadas do Estado, mantendo a independência dos cientistas, mas também, a nos primeiros instrumentos intergovernamentais relacionados a ciência. À medida que a ciência se especializa no século XIX, aumenta o número de sociedades internacionais voltadas para o intercâmbio de conhecimentos. Durante a Primeira Guerra existiam 53 instituições e na década de 70 essas instituições já eram cerca de 300. Depois da Primeira Guerra criou-se um Conselho Internacional de Pesquisas, cuja composição limitava-se aos cientistas dos países aliados ou neutros. Essa instituição foi substituída pelo ICSU.

O tema da ciência nacional se torna especialmente crítico durante a Segunda Guerra, quando, devido ao enorme destaque do papel da tecnologia, a ciência não pode mais ser desvinculada do discurso político.

Um outro aspecto a ser lembrado, no caso do relacionamento entre ciência e nacionalidade, é a formação dos intelectuais nacionalistas nas sedes das metrópoles coloniais onde, principalmente aqueles dedicados às ciências exatas e naturais, incorporam o *ethos* científico universalista (Morazé et alli., 1979). Contudo, mantém-se a idéia de uma ciência nacional vinculada à proposta de formação de uma "massa crítica" de cientistas capazes de romper com a dependência em relação à metrópole ou vencer as barreiras do subdesenvolvimento, por meio da produção de uma tecnologia autóctone. Trata-se de um projeto político de afirmação (Dedijer, 1968; Price, 1963), mas o nacionalismo na ciência apresenta-se, na maioria das vezes, nos países periféricos, como um projeto de reprodução das trajetórias e dos "modelos de desenvolvimento" dos países centrais.

Dentro dessa perspectiva a questão do desenvolvimento científico inscreveu-se nas tentativas de conciliação da tradição com a modernidade, já que o pleno desenvolvimento científico era uma pré-condição para que as antigas colônias pudessem integrar, em igualdade de condições, aos demais países do "mundo das nações". Constrói-se, conseqüentemente, uma associação entre o domínio do conhecimento científico e a soberania nacional, com implicações múltiplas. Muitas expressões são encontradas no discurso das comunidades dos países em desenvolvimento, para traduzir essa associação: ciência engajada *vs* ciência alienada ou ciência nacional, ligada à soberania e ciência internacional, destituída desse tipo de compromisso. A concepção de que a ciência deveria ser liberada de comprometimentos de ordem política e ser vista como algo que se sobrepunha

às noções de pátria e nação, exigiu que os atores estabelecessem uma clara distinção entre a ciência pura (ciência pela ciência) e a ciência aplicada (passível de servir aos interesses nacionais). (Pauliniy,1981)

Em seus estatutos, a ABC, criada em 1916 em plena guerra, estabelece como sua finalidade "concorrer para o desenvolvimento das ciências e das suas aplicações que não tiverem caráter profissional", explicando que essas são as que não envolvem interesses industriais e comerciais, próximos ou remotos. Esse dispositivo permanece nos estatutos até 1929. Os esforços dos acadêmicos se dirigem, primordialmente, para a consolidação do projeto de uma universidade brasileira, no qual a Academia terá um importante papel a cumprir. Esse esforço se faz, no entanto, fora da ABC e no âmbito da Associação Brasileira de Educação.

Entretanto, é na Academia de Ciências que é gestado o projeto de criação de uma instituição governamental voltada para o apoio à pesquisa. O projeto é o de canalizar os recursos do Estado à comunidade científica nos moldes da *National Science Foundation*, sem que a Academia se transforme em órgão estatal. É sob o patrocínio da Academia que se cria, em 1950, o CNPq. É também nesse período que se cria a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) (1949), que em sua primeira fase defende tanto uma posição internacionalista para a ciência, como se preocupa com problemas relacionados às grandes questões nacionais. (Fernandes, 1989*)*

Diante da tensão provocada pelo golpe militar, tanto a Academia quanto a SBPC buscam reafirmar seu papel de entidades autônomas, mas fundamentalmente apolíticas. A posição da SBPC se altera radicalmente a partir dos anos 70, sobretudo, porque com a entrada das ciências sociais na sociedade passa-se a discutir a legitimidade do governo autoritário. A Academia mantém-se, desde sua fundação, uma instituição eminentemente preocupada com a excelência científica. Reconhece-se que no período de 67 a 74, quando os recursos para a pesquisa aumentaram significativamente, teria havido uma colaboração entre a comunidade acadêmica e o governo devido à percepção de que se o governo abrira espaço para a participação da comunidade no que se referia à pesquisa pura e que seus projetos tecnológicos se desenvolviam à margem da participação da comunidade.

Na medida em que a legitimidade dos governos militares era contestável, parecia claro que as políticas adotadas de forma autoritária eram, por princípio, suspeitas. Assim, as reivindicações eram por uma maior

participação da comunidade científica nas decisões. Os argumentos utilizados para contestar os projetos (no caso do acordo nuclear) ou legitimar as eventuais alianças produzidas (no caso da política de informática) se fundavam em referências aos "interesses nacionais". Mesmo com o processo de democratização do país o discurso da comunidade científica, fundado no princípio de que deve haver autonomia com relação a suas opções e participação ativa na política científica nacional, o quadro pouco se alterou.

Como se vê, no Brasil, o desenvolvimento das ideologias científicas e a formulação de diferentes projetos de nação são processos que se influenciam mutuamente.

Segundo o Ministério das Relações Exteriores, os diversos tipos de cooperação são expressas no gráfico a seguir.

Cooperação técnica, científica & tecnológica e financeira internacional

2. A COOPERAÇÃO INTERNACIONAL (BRASIL-NORTE) NA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

2.1. A DIMENSÃO DA CIÊNCIA BRASILEIRA

De cerca de dois mil trabalhos indexados por ano em 1981, a ciência brasileira cresceu para cerca de 11 mil trabalhos em 2001. Portanto, quintuplicou a nossa produção científica em 20 anos. Esse crescimento foi superior ao verificado na América Latina, na qual aumentamos a representação de 33% para 42%, e foi muito superior ao das publicações do mundo como um todo, onde crescemos de 0,44% para 1,44% nesses 20 anos. Esses dados são detalhados no gráfico 1 e na tabela 1.

Quando comparamos o perfil da ciência brasileira com a produção internacional por área do conhecimento, notamos que a maior produção é da medicina e das ciências biomédicas que somadas correspondem a cerca de 36% do total no Brasil e 40% na produção mundial (Tabela 2). A física, com 20% da produção brasileira, tem uma representação maior que a mundial de 12%, enquanto que a química tem uma representação semelhante de cerca de 13%. Notável diferença verifica-se nas ciências sociais: somente 4% no Brasil, enquanto que é de 11% na literatura científica universal, mostrando que essa área tem pequena internacionalização, uma vez que quando se consideram as publicações nacionais em língua portuguesa, que não são incluídas nos indexadores internacionais, ela representa cerca de 10% de nossa produção científica. No gráfico 2 é apresentada a evolução da produção científica nas principais áreas do conhecimento de 1981 para 1990 e para 2000.

Tabela 1. Total de publicações em periódicos científicos: base do ISI, 1981-2000

ANO	Brasil (A)	América Latina (B)	Mundo (C)	A/B, %	A/c, %
1981	1.889	5.672	429.463	33,30	0,44
1982	2.185	6.187	440.062	35,32	0,50
1983	2.207	6.471	448.785	34,11	0,49
1984	2.271	6.485	448.939	35,02	0,51
1985	2.313	6.915	480.973	33,45	0,48
1986	2.480	7.430	498.666	33,38	0,50
1987	2.525	7.797	497.337	32,38	0,51
1988	2.770	8.051	517.441	34,41	0,54
1989	3.074	8.818	538.983	34,86	0,57
1990	3.555	9.622	554.229	36,95	0,64
1991	3.907	10.208	567.578	38,27	0,69
1992	4.636	11.656	606.847	39,77	0,76
1993	4.490	11.847	598.625	37,90	0,75
1994	4.833	12.871	633.992	37,55	0,76
1995	5.508	14.499	665.590	37,99	0,83
1996	6.057	15.953	674.195	37,97	0,90
1997	6.749	17.666	677.787	38,20	1,00
1998	7..915	19.323	702.521	40,96	1,13
1999	8.948	21.516	716.477	41,59	1,25
2000	9.511	22.589	714.171	42,10	1,33
2001	10.555		734.248		1,44

Fonte: *Institute for Scientific Information (ISI). National Science Indicators.*
Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores – Ministério da Ciência e Tecnologia.

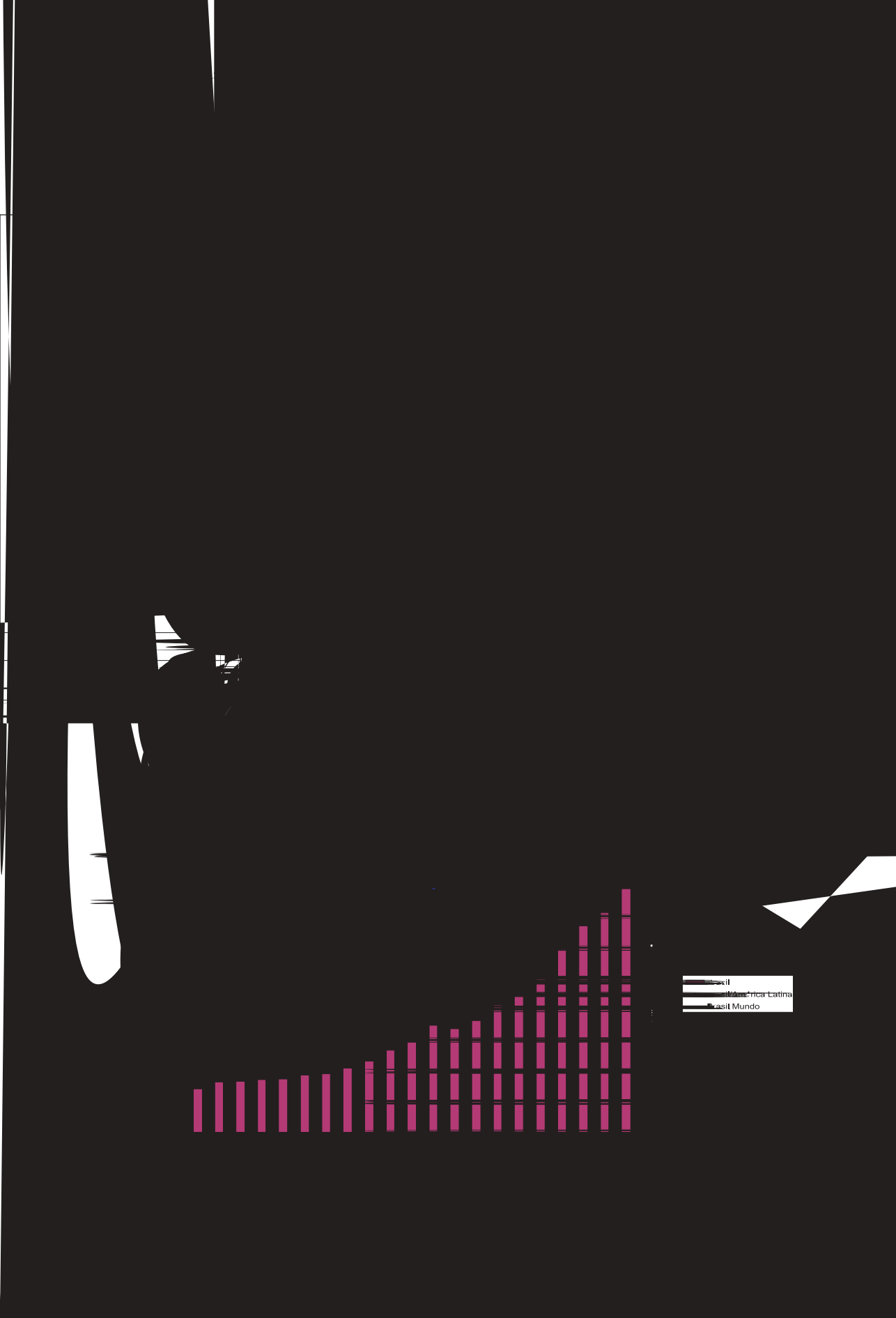
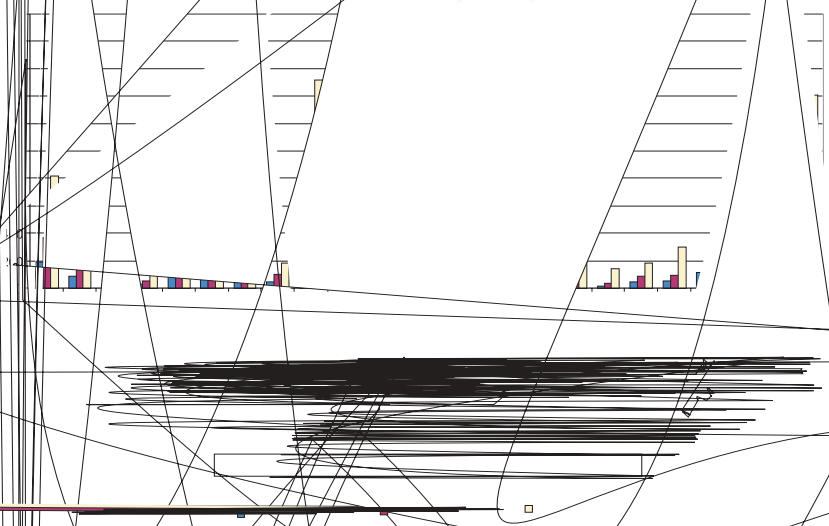

Brasil
América Latina
Brasil Mundo

Gráfico 2. Total de artigos brasileiros indexados segundo a área do conhecimento: base do ISI, 1981, 1990 e 2000

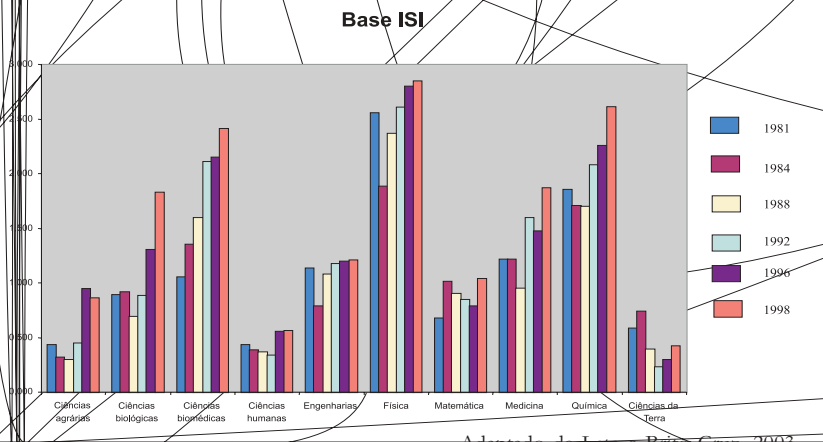


Adaptado de Leta e Brito Cruz, 2003

2.2. A QUALIDADE DA CIÊNCIA BRASILEIRA

A qualidade cresceu com o aumento da produção: o índice de impacto era de 1.038 em 1981 passando a 1.862 em 1998. A tabela 3 mostra a evolução do impacto das publicações brasileiras. A melhoria da qualidade dos trabalhos científicos ocorreu nas diferentes áreas do conhecimento, como mostra o gráfico 3.

Gráfico 3. Evolução do impacto brasileiro (citação/publicação) segundo as grandes áreas do conhecimento



Adaptado de Leta e Brito Cruz, 2003

Tabela 3. Evolução das citações e do impacto das publicações brasileiras: base do ISI

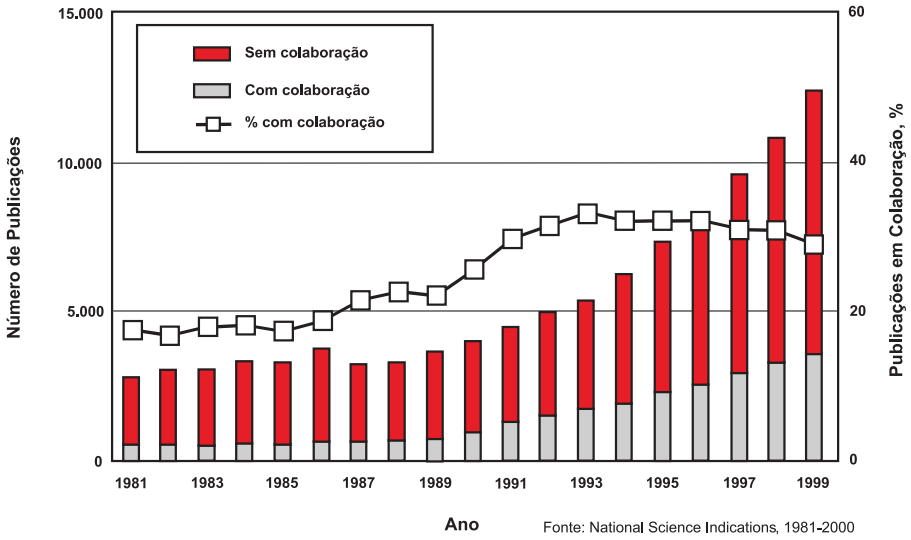
ANO	Citações* (A)	Publicações (B)	Impacto (A/B)
1981	2.987	2.828	1,056
1984	3.437	3.319	1,036
1988	4.299	3.335	1,289
1992	8.277	5.106	1,621
1996	14.195	8.241	1,722
1998	20.477	10.996	1,862

* Total de citações refere-se aos artigos publicados no ano N e citados no ano de publicação mais os dois anos subseqüentes. Inclui todos os tipos de publicações, inclusive aquelas sem classificação de área.
Elaborada pelos autores a partir do *National Science Citation Reports*, 1981-2000.
Adaptado de Leta e Brito Cruz, 2003.

2.3. IMPORTÂNCIA DA COLABORAÇÃO INTERNACIONAL

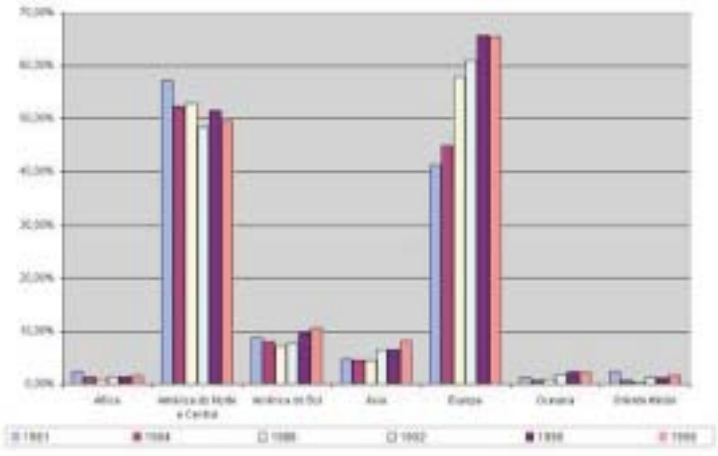
A proporção de trabalhos brasileiros, que contam com colaboração de autores estrangeiros, cresceu de 22% em 1981 para 34% em 1993. Nos últimos anos a proporção manteve-se estável, ao redor de 30%, apesar de ter aumentado progressivamente o total das publicações, conforme se observa no gráfico 4.

Gráfico 4. Número de publicações originais no Brasil com e sem co-autores estrangeiros: base do ISI, 1981-2000



Quando se analisa a colaboração com as diferentes regiões, verifica-se que houve um substancial crescimento da Europa que atingiu 65%, ultrapassando a colaboração com a América do Norte e Central que representam 50% (gráfico 5).

Gráfico 5. Número de publicações originais no Brasil com e sem co-autores estrangeiros: base do isi, 1981-2000



No entanto, quando se examina a colaboração por países, verifica-se que os Estados Unidos representam 39%, a França 14%, a Inglaterra 13%, a Alemanha 11%, a Itália e a Espanha 7% (Tabela 4).

Tabela 4. Colaboração internacional do Brasil em 2001 (3.369 artigos)

País	%
Estados Unidos	39.0
França	13.8
Reino Unido	12.8
Alemanha	10.7
Itália	7.0
Espanha	6.9
Argentina	5.9

Fonte: Institute for Scientific Information, Science Citation and Social Citation Indexes; CHI Research, Inc., Science Indicators database; and National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics.
Adaptado de *Infobrief, Science Resources Statistics*, August 2004.

Quando se analisa a colaboração internacional por área do conhecimento, são as ciências biomédicas e as ciências exatas as que têm colaboração acima da média dos 30%, enquanto que as ciências sociais têm apenas 3% dos artigos em colaboração internacional (Tabela 5).

Tabela 5. Distribuição da colaboração internacional segundo a grande área do conhecimento: base do ISI (%)

Ano	1981	1984	1988	1992	1996	1998
Ciências Biológicas	18,71	19,27	16,56	13,06	15,17	15,08
Ciências sociais e humanas	5,84	4,15	5,39	2,87	4,01	2,72
Medicina	11,87	10,96	8,15	10,99	11,75	14,65
Ciências biomédicas	34,61	36,05	33,77	36,39	32,86	35,46
Ciências exatas	37,63	35,55	40,47	42,12	40,04	36,94
Engenharia	8,45	6,31	8,28	9,04	10,86	10,10
Artes	0,00	0,66	0,39	0,24	0,33	0,19
Total de colaborações	497	602	761	1.638	2.690	3.714
Total de publicações	2.828	3.319	3.335	5.106	8.241	12.547

A soma dos percentuais excede 100% devido a contagens duplas de artigos classificados em mais de uma área. Elaborada pelos autores a partir do *National Science Citation Reports*, 1981-2000
Adaptado de Leta e Brito Cruz, 2003.

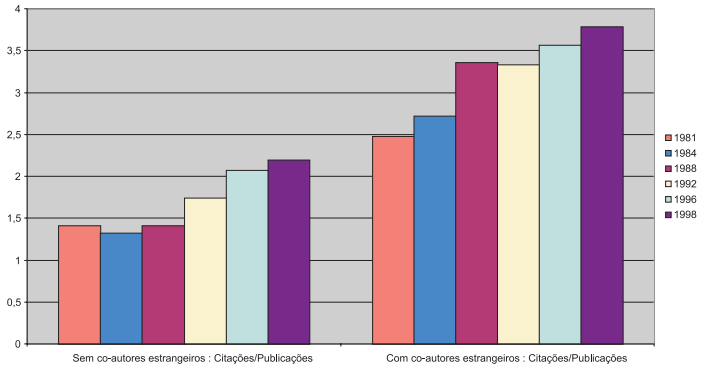
Notável é o fato de que o fator de impacto dos trabalhos brasileiros em colaboração internacional é muito superior ao dos trabalhos só com autores nacionais 3.78 x 2.19 (Tabela 6 e gráfico 6).

Tabela 6. Número de publicações e média de cotações por publicação, classificadas segundo a existência ou não de co-autores estrangeiros: base do ISI

Origem	1981	1984	1988	1992	1996	1998
Sem co-autores estrangeiros						
Citação	2.793	3.169	3.747	7.587	13.228	18.290
Publicação	1.982	2.403	2.665	4.352	6.378	8.351
Citações/Publicações	1,41	1,32	1,41	1,74	2,07	2,19
Com co-autores estrangeiros						
Citação	994	1.339	2.022	4.689	8.084	10.537
Publicação	403	493	603	1.406	2.272	2.790
Citações/Publicações	2,47	2,72	3,35	3,33	3,56	3,78

Elaborada pelos autores a partir do *National Science Citation Reports*, 1981-2000
Adaptado de Leta e Brito Cruz, 2003.

Gráfico 6. Relação da média de citações/publicações, classificadas segundo a existência ou não de co-autores estrangeiros: base do ISI



Adaptado de Leta e Brito Cruz, 2003

2.4. A atuação da Academia Brasileira de Ciências

A Academia de Ciências é membro do IAP e IAC desde sua criação, tendo, inclusive, exercido a co-presidência do IAP no período 2000/2003 e participado dos comitês executivos das duas instituições, formados cada um por cerca de 15 academias. Em 2004, a Academia foi escolhida coordenadora do programa de águas do IAP, um dos cinco programas da organização.

Desde 1993, outro importante papel desempenhado pela Academia no cenário internacional tem sido o de representar o Brasil no ICSU, sendo inclusive representado no seu conselho executivo como um dos cinco membros nacionais.[1] O ISU abrange um significativo número de programas e iniciativas interdisciplinares, projetos temáticos, relacionados a questões de caráter global, além de programas relativos a dados e informações de caráter científico e tecnológico.

Outro importante desenvolvimento das atividades internacionais da Academia foi a sua escolha para sediar a secretaria regional da TWAS, uma das mais importantes organizações associadas à Unesco, cuja missão é a de promover o desenvolvimento de C,T& I no mundo em desenvolvimento.

[1] Os outros membros representam quatro uniões científicas internacionais.

Todo esse conjunto de iniciativas revela que a Academia tornou-se importante parceira do Ministério de Ciência e Tecnologia e do Ministério das Relações Exteriores na consolidação do Brasil como um importante instrumento da política externa brasileira.

O envolvimento da Academia não se dá apenas nas questões científico-tecnológicas *stritu sensu*, mas abrange também a temática do desenvolvimento sustentável que reflete o engajamento da comunidade científica nacional e internacional em estudos nestas áreas. A ativa participação da Academia em diversos programas ambientais globais levou-a a transformar ações isoladas até então existentes em um programa mais abrangente, que abarcasse temáticas articuladas em torno da sustentabilidade dos projetos de desenvolvimento. (IGBP, Scar, Scope, entre outros).

Importante iniciativa na área ambiental, que igualmente envolve a ABC é o estudo do IAC sobre o uso sustentável de energia que por interesse do governo brasileiro envolverá a Academia.

Outro marco importante no período mais recente, foi a declaração "A transição para a sustentabilidade no século XXI: a contribuição da ciência e da tecnologia", aprovada em maio de 2000, e subscrita pela ABC e outras 62 academias de ciência do mundo.

Em 2000, sob os auspícios da *Royal Society* de Londres, com a participação das academias de ciência do Brasil, China, Estados Unidos, Índia, México e a TWAS, foi preparado um relatório sobre plantas transgênicas na agricultura. Nesse documento se pondera que muitas decisões que devem ser tomadas na área da biotecnologia pelos governos, empresas privadas e indivíduos, afetarão o futuro da humanidade e os recursos naturais do planeta. Daí porque elas devem ser baseadas na melhor informação científica para permitirem escolhas apropriadas de alternativas políticas. É essencial aumentar a produção e melhorar a distribuição de alimentos para livrar da fome uma crescente população mundial, além de reduzir os impactos ambientais e criar empregos produtivos em segmentos sociais de baixa renda.

Também merece destaque a declaração "A Ciência das Mudanças Globais", produzida em 2001, em que a ABC, conjuntamente com outras 16 Academias de Ciências, conclama os países do mundo a aderirem ao Protocolo de Kioto.

Evento de grande importância foi a realizaçãodo *IV Open Meeting do Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community*, patrocinado pelo IHDP e pela ABC. O IHDP é um dos três maiores programas mundiais de pesquisa na área ambiental, sendo a Academia a instituição que responde pelo mesmo no Brasil. A iniciativa da ABC permitiu que pela primeira vez este evento fosse realizado em um país em desenvolvimento.

Outro evento foi a participação da comunidade científica internacional na Rio + 10, em Joanesburgo, em 2002. No processo, a Academia também teve proeminente papel por meio do IAP, que à época tinha no presidente da ABC um de seus dois co-presidentes. Além de participar da delegação brasileira, a ABC contribuiu para o evento paralelo "academias de ciências: uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável", onde se discutiu a importância da ciência na orientação de políticas voltadas para a sustentabilidade

Ainda em 2003, na esfera do IAP, a Academia esteve à frente, conjuntamente com as academias da França e do México, da organização da conferência "Ciência para a sociedade". Tal evento aglutinou as 90 academias do IAP para discutir a contribuição da comunidade científica para os problemas globais que afetam a sociedade, buscando consolidar um novo paradigma de desenvolvimento que conjugue desenvolvimento social e econômico e sustentabilidade ambiental. No evento, o foi Brasil reconduzido ao conselho executivo do IAP, com o maior número de votos.

Na América Latina, as academias do Brasil e do México, em cooperação com a OEA, demonstraram a intenção de se formar uma rede interamericana de academias de ciências. Em maio de 2004, tal iniciativa tomou forma em Santiago (Chile), sendo criada a Rede Interamericana de Academias de Ciências (Ianas), reunindo as academias de ciências das Américas e do Caribe, tendo sido um de seus diretores eleito co-presidente da Rede Interamericana de Academia de Ciências.

Mais recentemente, a Academia instituiu o projeto Amazônia, promovendo o seminário "Amazônia: um desafio científico e tecnológico", realizado em duas etapas. Compreendendo a importância regional do evento a OTCA fez-se representar nas duas fases. A secretária geral da organização

destacou a importância do seminário para os países da região, ressaltando a necessidade da Academia aprofundar a sua contribuição à Otca.

Por fim, aproveitando ser na França, em 2005, o ano do Brasil, a ABC também estabeleceu, ao longo de 2004, diálogo com o *Institut de Recherche pour le Developpement* (IRD) e a partir de 2005 com a Academia de Ciências da França objetivando a articulação de um conjunto de iniciativas no sentido de colocar ciência, tecnologia e inovação na pauta de prioridades desta importante iniciativa. Em princípio, quatro seminários estão sendo organizados: sobre ciências biológicas, em colaboração com o *Institut Pasteur*, sobre a cooperação na área de matemática; na área de cooperação em física.; e, em colaboração com os projetos de desenvolvimento de educação científica.

Finalmente, vale mencionar os convênios de cooperação científica e tecnológica entre as academias, que privilegiam cientistas e acadêmicos seniores, e já se tornaram uma tradição e, por seu sucesso, vêm sendo gradativamente ampliados. Paralelamente, a realização de reuniões científicas é outra das atividades prioritária da academia. Nas reuniões realizadas nos últimos anos, a ABC tem demonstrado sua competência na organização e mobilização. Como resultado dessas iniciativas, o Brasil passou a ser reconhecido internacionalmente como importante ator em eventos científicos que envolvem um grande número de instituições e países, o que tem demandado da Academia responsabilidades crescentes.

Descritas as fases de evolução da ciência brasileira, e os conceitos relativos às distintas modalidades de cooperação, passamos a descrever a cooperação com nossos principais parceiros no Hemisfério Norte e seus efeitos na formação e evolução da ciência brasileira.

2.5. A cooperação com a França

O Brasil e a França conservam, ao longo da história, relações intensas. A mas a história da cooperação científica entre o Brasil e a França se consolida no final do século XIX, passando, desde o início, por grandes homens, tais como o geólogo Gorceix, em1875, pela vinda de Louis Couty, professor adjunto da Faculdade de Medicina da Universidade de Paris, contratado pelo governo imperial para exercer a cadeira de Biologia Industrial, da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, que abrangia, ao mesmo tempo, agronomia, zootecnia e economia política. Mais tarde, uniu-se a João Batista

de Lacerda que, procurando incansavelmente um lugar para fazer pesquisas, foi para o Museu Nacional. Lacerda e Couty reuniram forças para iniciar um laboratório de fisiologia, onde realizaram experiências sobre os efeitos fisiológicos do curare e outros venenos.

A criação do Instituto Franco-Brasileiro, concebido principalmente por Georges Dumas, com o apoio brasileiro dos irmãos Osório de Almeida e de Carlos Chagas, motivou a visita ao Brasil de um grande número de cientistas, como Marie Curie e sua filha Irène, ambas Prêmio Nobel.

Significativa transferência de conhecimento ocorreu na década de 30, com a fundação das universidades de São Paulo e do Distrito Federal. Para São Paulo foram eminentes historiadores e sociólogos, como Fernand Braudel, Roger Bastide, Claude Lévi-Strauss, o geógrafo Pierre Monbeig.[....]. Ao Rio, chegaram o epistemólogo René Poirier, o sociólogo Jacques Lambert e A. Ombredane, psicólogo, e J. Gros, especialista em ciência política (Leite Lopes).

Nas décadas de 1940 e 1950, os matemáticos André Weil, J. Dieudonné e Jean Delsate, em colaboração com a USP, e Laurent Schwartz, aprofundaram a colaboração com a Universidade do Distrito Federal, o CBPF e o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa), no Rio de Janeiro. O CBPF recebeu, também, a visita de Cecile Morette De Witt, física especializada em teoria das partículas (Leite Lopes, 1987).

A Segunda Guerra Mundial vem retardar essa colaboração. No período seguinte, a criação na França da divisão cultural do Ministério das Relações Exteriores marca o início de um engajamento oficial sistematizado e do reconhecimento dos intercâmbios universitários como elemento importante da política francesa no exterior.

A partir de então, os atores da cooperação já não são unicamente universitários. Funcionários residentes em outro país ou seus ministérios passam a facilitar a realização de programas e, por vezes, dão-lhes início. Após o notável impulso de Gabrielle Mineur, suas ações se estendem de modo constante até nossos dias. Por meio da criação da comissão independente de atribuição de bolsas de estudos no exterior, o Brasil lança uma política de formação de seus quadros universitários e de pesquisa-política. Esta política de formação não apenas se mantém como se amplia continuamente.

Mas os marcos fundamentais de uma cooperação estruturada foram, entre outros, a assinatura de um acordo cultural em 1948. Ele abrange durante cerca de vinte anos um conjunto de atividades e de intercâmbios que ultrapassam os limites estritos da cultura e levam a França e o Brasil, em 1967, a decidirem consolidar e organizar, por meio de um acordo específico, a cooperação científica e técnica bilateral já estabelecida. No âmbito científico e técnico, outros convênios bilaterais foram firmados. O acordo de janeiro de 1967 consolida e organiza a cooperação nessa área, entre os quais o acordo Capes-Cofecub, há 26 anos, o qual, hoje, já financiou mais de 482 projetos. Nesse mesmo movimento, o número de teses de doutorado sobre o Brasil defendidas na França se elevou a 243 no período de 1990-1994, testemunhas de uma nova era na cooperação científica entre os dois países.

Esta cooperação tomou impulso com acordos complementares assinados a partir de 1975. Em 1985, o lançamento do projeto Brasil-França abriu novas perspectivas de cooperação, reforçadas com o acordo-quadro de cooperação assinado em 1996. O último acordo, assinado em 2001, define áreas prioritárias dessa cooperação: inovação e parcerias tecnológicas, genoma, pesquisa e desenvolvimento da Amazônia, micro e nanotecnologia, tecnologias da informação e comunicações, ciências sociais e humanas, espaço, matemática, pesquisa e desenvolvimento em questões urbanas.

A partir de 1964, a França acolheu grande número de cientistas e intelectuais brasileiros que haviam perdido a possibilidade de permanecer e trabalhar no Brasil como Leite Lopes, Luiz Hidelbrando, entre muitos outros.

A intenção do governo é a de estimular os programas de formação de recursos humanos e temos presente que a França tem longa tradição de acolher estudantes brasileiros, principalmente, para o doutorado, sendo o terceiro país de destino dos bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (Capes), atrás apenas dos Estados Unidos, e em patamares semelhantes aos do Reino Unido" (Sardenberg., 2002).

Mais recentemente, a França acolheria, em 1997-1998, 779 estudantes brasileiros de *3ème Cycle*, muitos do quais são mantidos por agências brasileiras de financiamento à pesquisa o CNPq e a Capes, que financiaram, respectivamente, 58 bolsas-ano entre 1998 e 2003 e pouco mais de 300

bolsistas em 2003. No mais, existe um grande número de programas institucionais de cooperação científica (Fapesp/ENS, CNPq/Inserm, CNPq/CNRS) e diversos organismos que coordenam, quantificam e promovem os esforços bilaterais em termos de intercâmbios técnicos e científicos (CRBC-EHESS, França-Cone Sul, Delegação Regional de Cooperação, CenDoTec).

2.5.1 A cooperação na física

"Os primeiros contatos dos físicos experimentais brasileiros com seus colegas franceses ocorreram a partir das décadas de 1940 e 1950, por iniciativa de Louis Leprince-Ringuet, professor do Collège de France e da Escola Politécnica e diretor de uma equipe de pesquisas em raios cósmicos que atraiu a colaboração dos brasileiros Roberto Salmeron, Cesar Lattes e Ugo Camerini. O Centro de Estudos Nucleares fundado em Saclay, no pós-guerra, e o Centro de Pesquisas Nucleares de Grenoble contribuíram para uma cooperação cada vez maior com os físicos brasileiros no campo da física nuclear e das partículas e da física do estado sólido. Físicos como João Alberto Meyer e José Israel Vargas aí trabalharam durante alguns anos.[...] Praticamente todas as universidades brasileiras, que têm grupos ativos em pesquisa física, mantêm programas de cooperação com instituições francesas. Mencionaria a cooperação entre o Grupo do Acelerador Linear, da Universidade de São Paulo, com a Divisão de Física Nuclear do Centro de Pesquisas Nucleares de Estrasburgo; os programas de colaboração entre a equipe de M. C. CohenTannoudji, do Collège de France, e a de Moysés Nussenzveig, da Universidade Católica do Rio" (Leite Lopes, 1987).

No CBPF, pesquisadores do grupo de física teórica mantêm programas de colaboração com as universidades de Paris VI e Paris Sul, com a Escola Politécnica e o Centro de Saclay. No passado, cooperadores franceses fizeram estágios de pesquisa no CBPF. Igualmente importante foi a colaboração estabelecida entre o Centro Nuclear de Grenoble e a Comissão de Energia Nuclear do Brasil, durante a década de 1960. Após 1964, interrompeu-se essa transferência de tecnologia nuclear da França para o Brasil (Leite Lopes, 1987).

2.5.2 A cooperação nas ciências sociais

Cumpre mencionar, ainda na intensa cooperação Brasil/França, Michel Paty que trabalhou na UnB e estabeleceu atualmente uma cooperação entre o

grupo de pesquisas em história e filosofia das ciências do CNRS (Rehseis) e o grupo de história das ciências, da Universidade de São Paulo.

Igualmente importante é convênio realizado da PPGAS/Museu Nacional e o IFCS com a *École des Hautes Études en Sciences Sociales*, na França, por meio do *Centre d'Études de Éducation et de la Culture, e com a École Normale Superieure*.

2.5.3 A cooperação na área biomédica

Na área da saúde, Oswaldo Cruz e Carlos Chagas são exemplos excepcionais do êxito da colaboração franco-brasileira. Oswaldo Cruz havia trabalhado no Instituto Pasteur de 1896 a 1899 quando o problema das doenças infecciosas, principalmente, a febre amarela se manifestava no Brasil de forma aguda. Ele identifica o mosquito transmissor e rapidamente elimina esse grave problema dos portos brasileiros. Tendo conquistado grande prestígio, cria, nos moldes do Instituto Pasteur, o instituto que leva seu nome. Hoje, a Fiocruz, um prolongamento desse instituto, é mundialmente conhecida.

Não pode ser esquecida a participação francesa na consolidação do Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil. Em 1936, aproveitando o fato de que seus cunhados ocupavam postos diplomáticos em Paris e em Londres, Carlos Chagas Filho parte para a Europa. Em Paris, trava contato com Alfred Fessard e René Wurmser, então no *Institut de Biologie Physiochimique*, ambos por ele considerados seus mestres (Góes Filho, 1997).

A implantação do laboratório de Física Biológica, núcleo inicial do instituto, se fez pela implantação de dois "laboratórios". Um aspecto fundamental nessa fase de consolidação foi o intercâmbio que se estabelece. A eclosão dos movimentos fascistas na Europa e a própria 2ª Guerra criam as condições de possibilidade para que o laboratório receba um grupo significativo de pesquisadores estrangeiros, especialmente franceses, o que cria uma tradição de intercâmbio entre o instituto e os grandes centros internacionais. Na época da Guerra, mantém-se a continuidade do contato com a ciência internacional de ponta por meio de estrangeiros refugiados, como René e Sabine Wurmser. Rapidamente o Laboratório assume uma posição de proeminência no cenário científico nacional, graças à adoção e disseminação de novas técnicas.

"Nos anos da guerra, Chagas alistou importante grupo de jovens cientistas brasileiros e valeu-se da visita de Wurmser, que aqui passou mais de um ano, para estabelecer definitivamente o seu núcleo de pesquisa." (Paes de Carvalho, 1983)

Em 1951, o instituto já contava com quatro unidades administrativas que abrigavam 11 laboratórios.

O programa de intercâmbio se intensifica na medida em que, no pós-guerra, o país apresenta condições de trabalho extremamente favoráveis, quando essas são comparadas àquelas vigentes na década de 40, na Europa.

Em 1951, a partir da vista dos professores Lacassagne e Letarjet, do *Instituto de Radium*, de Paris, cria-se o laboratório de Radiobiologia que se dedicou a estudar os fenômenos de restauração celular após a radiação. Esse fato demonstra que o instituto encontrava-se na fronteira das investigações científicas do período, quando o domínio da energia nuclear colocava em evidência o papel da ciência como instrumento de afirmação da "soberania nacional". Uma outra linha de pesquisas que terá grande importância no IBCCF, é a ligada a neurobiologia, que nasce das sucessivas visitas da Professora Denise Albe Fessard, do Instituto Marey de Paris.

2.6. A cooperação com o Reino Unido

2.6.1 British Council – Conselho Britânico

O Conselho Britânico é a rede internacional do Reino Unido para educação, cultura e desenvolvimento. Atuando em 109 países, administra programas de intercâmbio visando a cooperação cultural, educacional, técnica e científica entre os países envolvidos. No Brasil, o British Council atua há 60 anos administrando bolsas de pós-graduação para cursos de especialização e mestrado, bolsas de cooperação técnica e diversos programas de intercâmbio abrangendo também estágios e visitas de caráter profissional ao Brasil e à Grã-Bretanha.

1) Bolsas *Chevening*

Este programa é destinado a brasileiros jovens e atuantes que tenham se sobressaído nas áreas industrial, comercial, financeira, política, social,

jornalística, ambiental ou jurídica. São concedidas cerca de 65 bolsas por ano para todo o Brasil, com duração de três a 12 meses. Os candidatos devem possuir diploma universitário, domínio da língua inglesa e podem ser provenientes dos setores privado, público, sindical, ONGs ou outras organizações sociais. Terão preferência os que estejam no início de carreira ou com alguns anos de experiência profissional (mínimo dois anos), que já tenham obtido uma posição de destaque em sua área de trabalho e desejem estabelecer vínculos econômicos, comerciais, políticos, sociais ou culturais com o Reino Unido.

O Programa do Conselho Britânico aceita inscrições em qualquer campo de conhecimento (exceto línguas, artes e estágios para pesquisa acadêmica), mas considera prioritárias as áreas de relevância para as relações bilaterais entre a Grã-Bretanha e o Brasil.

As bolsas cobrem um ou mais dos itens abaixo:

– Pagamento das taxas do auxílio-manutenção para o bolsista

– Auxílio para livros, instalação e roupa de inverno. As passagens aéreas não são cobertas pela bolsa

Neste programa estão incluídas bolsas em diversas áreas co-financiadas por 13 instituições.

2) Bolsas de cooperação técnica

Este é um programa de bolsas de estudo para a formação de profissionais em alguns setores considerados prioritários pelos governos britânico e brasileiro. Destina-se a instituições específicas, governamentais ou não. As bolsas devem estar inseridas em projetos institucionais previamente estabelecidos e aprovados pelo Departamento de Desenvolvimento Internacional (Britânico) e pela Agência Brasileira de Cooperação.

São oferecidas cerca de 25 bolsas anualmente, com duração de três a 12 meses. Os candidatos devem ser graduados, ter experiência profissional mínima de dois anos e bom conhecimento da língua inglesa. As áreas escolhidas por ambos os órgãos incluem meio ambiente natural e urbano, saúde e governabilidade. O treinamento deve fazer parte de um projeto de formação de recursos humanos, cuja duração é geralmente de três anos.

3) Seminários internacionais

O Conselho Britânico oferece seminários e cursos de curta duração em diversa áreas, como artes; educação; ensino de língua inglesa; meio ambiente; gênero e desenvolvimento social; governo e direito; bibliotecas e estudos de informação; medicina e saúde e ciência e tecnologia.

4) Programa de Estágio Remunerado em Companhias Britânicas (Bond)

O Programa destina-se a jovens profissionais com idade mínima de 22 anos, pelo menos dois anos de experiência profissional, bom domínio da língua inglesa e serem oficialmente indicados pelas empresas onde trabalham. Os estágios serão feitos nas áreas comerciais e industriais dos seguintes setores: petróleo, gás e petroquímico; geração de energia; telecomunicações; veículos automotivos e autopeças; abastecimento de água; agro-industrial; construção; meio-ambiente; saneamento; bebidas e alimentação; saúde; financeiro; turismo; transporte; aeroespacial e aeroportuário. A duração dos estágios pode variar de seis a 12 meses e a data de início independe do ano acadêmico.

Os estagiários receberão uma remuneração de pelo menos 700 libras esterlinas mensais. A passagem de ida para a Grã Bretanha será de responsabilidade do estagiário ou da sua empresa. O Programa Bond cobrirá a viagem de volta ao Brasil.

5) Graduação sanduíche

O British Council está oferecendo também cursos de "graduação sanduíche" para que estudantes brasileiros possam passar de um semestre a um ano letivo em universidades do Reino Unido. Antes de tentar se inscrever o interessado deve procurar a área que cuida de acordos internacionais, em sua instituição de ensino, para verificar se existe convênio de intercâmbio com instituições britânicas, uma das exigências para a seleção do aluno.

2.7. A cooperação com os Estados Unidos

A cooperação com os Estados Unidos permanece sendo a mais significativa entre as que o Brasil mantém com os países do Hemisfério Norte, e está fundada historicamente no apoio das grandes instituições filantrópicas americanas.

2.7.1 Fundação Rockefeller [2]

A Fundação Rockefeller foi criada em maio de 1913, com o objetivo de promover, nos Estados Unidos e em outros países, o estímulo à saúde pública, ao ensino, à pesquisa biomédica e às ciências naturais. A fundação é definida como organização beneficente, não-governamental, que utiliza seus próprios recursos para financiar atividades de bem-estar social em vários países, sobretudo os mais pobres. A atuação da Rockefeller no Brasil teve início em setembro de 1916, quando chegou ao Rio de Janeiro uma missão médica enviada por sua Junta Internacional de Saúde com o objetivo de promover pesquisas científicas e ações de profilaxia das principais doenças endêmicas do país. As ações da Rockefeller foram conduzidas em parceria com cientistas e médicos brasileiros – que ao longo da década de 1910 promovem intensa campanha pelo saneamento rural do país – e implementada por meio de acordos de cooperação com o governo federal e os governos estaduais.

A partir de 1920, com a criação do Departamento Nacional de Saúde Pública, a Rockefeller diversifica e expande suas atividades no Brasil, com a instalação de postos de profilaxia e a realização de campanhas sanitárias na capital e em outros estados.

A Rockefeller desempenhou importante papel na formação de profissionais na área biomédica, concedendo bolsas de estudos para brasileiros em várias instituições, em especial na Universidade Johns Hopkins. A reorganização da Faculdade de Medicina e Cirurgia de São Paulo é o resultado mais significativo da política adotada pela fundação no campo da educação no Brasil. O Instituto de Higiene, atual Faculdade de Saúde Pública, criado pelo convênio firmado entre o governo paulista, e a IHB foi outra contribuição relevante, além da criação da Escola de Enfermagem Anna Nery, no Rio de Janeiro.

A Fundação cria em 1928 o Serviço de Febre Amarela, que, em cooperação com o governo federal, assume a responsabilidade pelo controle da doença em âmbito nacional.

---

[2] Baseado em Schwartzman 2001.

A partir da década de 1930, a Fundação Rockefeller ampliou o seu leque de financiamentos no país, passando a financiar outras áreas, como a física e a biologia, as ciências sociais, administração pública e economia; bem como as artes e humanidades. Durante a Segunda Guerra, a fundação passa também a apoiar cientistas promissores em quaisquer dos ramos do conhecimento. A Fundação no Brasil teve grande importância para a promoção da ciência básica brasileira, por expor um grande número de cientistas modelos institucionais e tecnológicos americanos. Pode-se dizer também que a Fundação Rockefeller teve um papel fundamental na substituição da França pelos Estados Unidos como provedor de modelos de investigação para os brasileiros. (Schwrtzman, 2001)

Em 1935 instala um grande laboratório destinado à produção da vacina contra a febre amarela no Instituto Oswaldo Cruz e em 1938, funda com o governo federal, o Serviço de Malária do Nordeste. A contribuição financeira da Fundação ao Brasil nesse periodo foi da ordem de 13 milhões de dólares.

2.7.2 A Fundação Ford [3]

Atuando há 30 anos no Brasil, a Fundação Ford concentrou seus esforços para fortalecer a educação superior e treinar cientistas sociais, com bolsas de estudo, auxílios à pesquisa e apoio institucional, além de projetos e atividades destinados a grupos desprivilegiados, que desempenharam um importante papel na educação brasileira. A participação da Fundação em um sentido mais estrito qual seja o apoio aos departamentos educacionais e centros de pesquisa educacional foi expressiva. O exame da lista de projetos apoiados pela Ford nesses anos demonstra que apenas 30 projetos absorveram 7 milhões de dólares (10% do total) voltados diretamente para a educação. (Schwartzman, 1993).

Entre 1964 e 1978, metade dos recursos foram aplicados em projetos destinados a contribuir para a melhoria de instituições educacionais, por meio da produção de material de ensino científico, treinamento de professores, desenvolvimento curricular e apoio a programas piloto e projetos educacionais regionais. Os dois maiores auxílios foram concedidos à Capes para concessão de bolsas para especialistas em educação científica e para o desenvolvimento de um centro de treinamento vocacional em São Paulo. O

[3] Baseado em Schwartzman 1993.

outro auxílio foi o projeto piloto para a melhoria da educação primária no Rio de Janeiro. Em 1978, começou a apoiar pesquisas educacionais (Fundação Carlos Chagas) e nos anos 80 passou a financiar projetos de interesse direto dos setores desprivilegiados. Os recipientes dos auxílios também mudaram. Inicialmente esses eram agências governamentais e centros de excelência. Mais tarde a Ford desenvolveu seu próprio programa de bolsas e auxílios apoiando programas de organizações de base. Essas mudanças foram graduais. Nos anos 90 a Fundação Ford apoiava tanto a pesquisa acadêmica em educação superior e básica e muitas iniciativas locais em diferentes partes do país. Se bem que esteja sempre preocupada com a eficácia social e com as conseqüências políticas de suas atividades, deixou de trabalhar diretamente com instituições de educação formal. (Schwartzman, 1993) A lista de dotações da Ford no Brasil foram da ordem de 77 milhões de dólares.

2.7.3 Smithsonian Institution

Uma das primeiras visitantes da *Smithsonian* ao Brasil foi Agnes Chase, do Departamento de Agricultura americano. Enquanto trabalhava no herbário dos Estados Unidos localizado na *Smithsonian*, Chase trabalhou no Brasil pelo menos duas vezes, em 1924 e em 1929/30. Seu trabalho de campo no país acrescentou 500 espécies ao acervo do herbário. Durante suas visitas, Chase desenvolveu uma relação próxima com Maria do Carmo Bandeira, especialista em musgos do Jardim Botânico do Brasil. As anotações de campo de suas viagens ao Brasil estão guardadas na biblioteca do Departamento de Botânica do Museu de História Natural da *Smithsonian*.

Doris Cochran, do Museu de História Natural, realizou trabalho de campo no Brasil em 1935 e recolheu espécimes vivos de todas as espécies coletadas originalmente durante a Expedição Wilkes um século antes. Os acervos dos seis departamentos de ciências naturais do Museu de História Natural. Graças à Expedição Wilkes, Chase, Cochran e de seus muitos colegas e sucessores na *Smithsonian*, todos esses acervos contêm espécimes do Brasil.

O Departamento de Antropologia abriga importantes acervos de artefatos e documentos de antigas sociedades e populações indígenas que ainda vivem na bacia amazônica. Esses acervos resultaram do trabalho de arqueólogos e etnólogos no Brasil ao longo de muitos anos, como os de Ruth Landes, socióloga e antropóloga que trabalhou no Brasil em 1938 e 1939, pesquisando principalmente cultos liderados por mulheres ou

homossexuais entre a população afro-brasileira da Bahia. Os acervos abrangendo o período de 1928 a 1992, contêm material relacionado ao folclorista Edison Carneiro. Outro exemplo de importante coleção de materiais históricos, exportado para o Departamento de Antropologia é um conjunto de manuscritos entre os quais se encontra-se um resumo de 18 páginas de 122 fólios que oferecem uma visão valiosa das missões jesuítas junto aos indígenas. O conjunto contém um manuscrito de nove páginas, provavelmente escrito pelo Padre José de Anchieta, que é parte de um tratado sobre as origens dos índios brasileiros e seus costumes, religiões e cerimônias.

As pesquisas arqueológicas da *Smithsonian* no Brasil começaram com a nomeação do Dr. Clifford Evans como conservador de arqueologia em 1950. Evans e a Dra. Betty Meggers realizaram trabalho de campo de doutorado na foz do Amazonas.

O projeto criou o quadro estrutura cronológico e cultural da costa do Brasil, com base na mudança observada na cerâmica e na datação do carbono radioativo. Um programa semelhante iniciado na Amazônia, em 1977, ainda está em andamento. A Dra. Meggers mantém uma colaboração permanente com diversos arqueólogos brasileiros. O antropólogo William Crocker, conservador emérito de etnologia latino-americana da *Smithsonian*, reuniu um enorme banco de dados com base no trabalho que realizou, por mais de 40 anos, com a tribo dos índios canela, no Nordeste do Brasil. Um relacionamento tão longo entre pesquisador e um único grupo étnico é incomum e permitiu a Crocker e seus colaboradores compilar uma história escrita, oral e visual ímpar sobre o desenvolvimento da tribo ao longo do último meio século. Além disso, facilitou a incorporação de inúmeros artefatos dos índios canela às coleções da *Smithsonian*. Crocker publicou dois livros e 40 artigos com base no material sobre esses índios.

2.7.4 O NIH e a Fogarty Foundation

Em dezembro de 1977 a Academia Brasileira de Ciências aceitou o convite do *National Institutes of Health* para administrar o *International Research Fellowship Program, do Fogarty International Center*, vinculado NIH, que oferecia oportunidades para estágios de pós-doutorado a cientistas na área biomédica, por períodos que variavam de 12 a 24 meses. De grande prestígio internacional, as bolsas eram destinadas ao treinamento em pesquisa a cientistas no estágio

de formação de sua carreira, não sendo considerados candidatos após 10 anos de obtenção do grau de doutor. O valor da bolsa, de US$ 22 a 32 mil, era estabelecido em função do número de anos após o doutorado. Eram oferecidas, anualmente, seis vagas pelo comitê brasileiro, sediado na ABC, que funcionou até o ano de 1998, quando as regras do programa foram alteradas.

2.8. A cooperação com a Alemanha[4]

Vários esforços resultaram na institucionalização de uma colaboração efetiva em C&T entre o Brasil e a Alemanha. O primeiro ato formal nessa direção foi a celebração de convênio entre o CNPq e o Instituto de Limnologia da Sociedade Max Planck em 1969, regulando uma colaboração existente desde antes da Segunda Guerra Mundial. Dois acordos foram assinados entre os governos do Brasil e da Alemanha nesse ano:

1) Acordo cultural, muito pouco implementado até o presente, que institucionalizou o intercâmbio na área da cultura, e

2) Acordo geral de cooperação em pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico.

Anteriormente, em 1963, os governos do Brasil e da Alemanha já haviam estabelecido o acordo básico para a cooperação técnica (ou assistência técnica), regulamentando o auxílio técnico prestado pela Alemanha ao Brasil, freqüentemente envolvendo cooperação em C&T.

A cooperação científica e tecnológica entre o Brasil e a Alemanha é a de maior vulto no que concerne aos recursos financeiros aplicados. Os acordos firmados com a antiga República Democrática da Alemanha tinham uma finalidade basicamente diferente daquela dos acordos com a então República Federal da Alemanha: não se tratava de acordos científicos, mas da concessão de créditos em condições favoráveis ao Brasil para a aquisição de equipamentos.

A cooperação entre empresas e universidades Brasil-Alemanha mereceu um destaque especial: em 1996 foi assinado um novo acordo geral,

[4] Baseado em Jacob, 2004.

que ratifica o celebrado em 1969, incluindo a colaboração entre empresas brasileiras e alemãs.

Outra questão refere-se às áreas em que a colaboração se estabeleceu desde o início. O acordo menciona algumas áreas e enfatiza como finalidade da cooperação a pesquisa científica e tecnológica. A colaboração jamais foi limitada a determinadas disciplinas e constou de cursos em áreas práticas e experimentais. Apesar do acordo ser explícito, a interpretação dada pelos parceiros foi ampla deixando de lado interpretações restritivas. Nele não está prevista a obtenção de graus de mestrado e doutorado, ou a realização de estágios de pós-doutoramento e de formação científico-tecnológica; mas, em inúmeros casos, os convênios foram utilizados com esse fim.

Merece destaque a flexibilidade na duração dos projetos. Houve projetos com prazo bem definido, estendendo-se por poucos anos, e que foram concluídos com sucesso, ou interrompidos sem resultado. Outros, integrados à cooperação, em seu início, foram ampliados, como a pesquisa conjunta em Limnologia, entre o Instituto Max-Planck e o Inpa.

Nem sempre os projetos se desenvolveram como colaboração simétrica, quando não existiam no Brasil grupos de pesquisa com nível suficiente para uma real colaboração. Assim, o trabalho "conjunto" permitiu aos pesquisadores alemães realizaram pesquisa no Brasil, com pouca ou nenhuma participação brasileira. Terminado o projeto, nada de significativo restou no país. Um exemplo ocorreu na Geologia, em que no início da cooperação, pesquisadores alemães levaram para o exterior os resultados, sem que seus colegas brasileiros deles sequer tomassem conhecimento. Nas áreas tecnológicas (engenharia, informática) houve vários casos de pessoal universitário que obteve treinamento na Alemanha – geralmente doutorado – para participar num projeto de cooperação mas, ao retornar, abandonou a universidade ou a instituição de pesquisa, dedicando-se à iniciativa privada.

Quanto à avaliação da proposta e da evolução dos projetos: cada país usa seu próprio método. O CNPq e a Capes, bem como a DFG e o Daad, respectivamente no Brasil e na Alemanha, utilizam comitês assessores. Outras instituições brasileiras e alemãs procedem de forma diversa para a análise do mérito, sem o mesmo potencial crítico. Houvesse avaliação, seriam evitados erros no andamento dos projetos, sugeridas modificações, chegando até ao cancelamento de determinadas atividades.

A qualidade científica dos projetos conjuntos é pré-requisito para sua efetivação, mas há outros critérios a serem seguidos: existência de massa crítica do lado brasileiro. Necessidades de equipamento e até de material de consumo foram supridas pela Alemanha, ou por meio de auxílios nacionais, satisfazendo todos os pré-requisitos do projeto. Entretanto, a vinda do cientista alemão dava-se, em geral, uma vez por ano por períodos curtos (no máximo um mês); além disso, nem sempre retornava ao Brasil o mesmo cientista, mas era enviado outro componente do grupo alemão. Como resultado, o número de cientistas experientes era insuficiente para iniciar o trabalho, ou para garantir seu prosseguimento. A opção foi, em alguns casos, a simples interrupção do projeto. Esse problema vem sendo progressivamente superado.

Um fator decisivo a ser levado em consideração numa colaboração são as prioridades, estabelecidas pelas autoridades de C&T em cada país. Nos anos 80 foram estabelecidas no Brasil como áreas prioritárias para o desenvolvimento científico-tecnológico: informática, química fina, mecânica fina, biotecnologia, novos materiais e, posteriormente, pesquisa em meio ambiente. Nestas áreas foram iniciados programas de pesquisa e de formação de pessoal científico e técnico, atendendo aos interesses brasileiros.

Há, entretanto, casos negativos: a área de produtos naturais foi considerada prioritária para o desenvolvimento tecnológico da Alemanha. Foram iniciados vários projetos conjuntos, com a contrapartida alemã provinda diretamente do ministério alemão e não por meio dos órgãos convenentes. Posteriormente na Alemanha a área deixou de ser prioritária. Como resultado, o ministério deixou de alocar os fundos da contrapartida, com severos prejuízos para os trabalhos conjuntos

Um tema que deu origem a muita discussão nas reuniões da comissão mista foi a proporção de pesquisa básica e de pesquisa tecnológica (desenvolvimento) a ser estabelecida nos vários convênios. Pouca dúvida havia, entretanto, em relação à energia nuclear.

Como resultado da necessidade de um espaço próprio maior para a pesquisa básica e para o intercâmbio, foram ao longo do tempo firmados convênios adicionais, envolvendo o CNPq e Capes e do lado alemão associações independentes de apoio à ciência – Daad, DFG – como de realização de pesquisa científica – MPG. Nesses convênios estão previstos

explicitamente: a) formação de pessoal; b) efetivação de projetos conjuntos em pesquisa básica; c) realização de simpósios, conferências e seminários; d) intercâmbio de cientistas, mesmo sem a existência de projeto conjunto formalmente aprovado.

Em nenhum desses convênios há menção explícita de áreas científicas, resultando na inclusão das humanidades no acordo. Assim, houve considerável intercâmbio, tanto em filosofia, direito, ciências sociais e ciências políticas, como em letras. Além disso, do lado brasileiro foram incluídas as Faps. Nesse contexto merece destaque especial a intensificação, das atividades conjuntas no âmbito dos convênios entre Capes e Daad. Novos projetos e programas foram iniciados, tendo sido estabelecido pela comissão mista um grupo de trabalho específico em educação científica, que coordena uma série de ações conjuntas.

Na Alemanha três ministérios federais ocupam-se das atividades de cooperação internacional: a) Ministério do Exterior (AA), que coordena todos os assuntos diplomáticos, responsável pelo acordo cultural; b) Ministério de Educação e Pesquisa (BMBF), responsável pelo acordo de cooperação em C&T; c) Ministério de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ), responsável pelo acordo de cooperação técnica;

Um estudo global, ecológico e socioeconômico da Amazônia como do Pantanal foi iniciado, como projeto conjunto entre órgãos federais e estaduais e entidades alemãs. Entretanto, na Região Amazônica havia conflito de interesse no início da década de 90. Nos projetos em andamento no Pará, tanto o Estado como o Museu Goeldi e a UFPA demonstraram grande interesse. Porém, no caso do Amazonas, o Inpa e as outras instituições tiveram de conviver com a do Estado despreocupado com o desenvolvimento sustentável. Essa posição foi questionada, e combatida pelo governo Federal, bem como pelos pesquisadores em meio ambiente.

Os vários órgãos envolvidos e as atividades correspondentes foram reunidos num programa integrado denominado *Shift* envolvendo, também, projetos de P&D o que deu novo impulso à colaboração em Meio Ambiente, envolvendo o Trópico Úmido e a Mata Atlântica, tornando o *Shift* o maior programa individual da cooperação. A colaboração em meio ambiente envolve também problemas de poluição industrial: dá-se alta prioridade a projetos

de processos têxteis, indústria coureira e tratamento de lixo industrial todos tendendo à implementação progressiva de tecnologias limpas.

Os parceiros tentaram por várias vezes iniciar projetos de colaboração em áreas ligadas à aplicação, e em especial à tecnologia, mas o envolvimento das empresas sem o que tais projetos perdem seu sentido muitas vezes causou problemas. Não obstante, em algumas áreas aplicadas e tecnológicas houve colaboração efetiva, especialmente naquelas com envolvimento das universidade ou de outras instituições de pesquisa.

Na agropecuária foram realizados alguns projetos aplicados com imediata utilização prática. Na engenharia pode-se reconhecer dois tipos de colaboração: uma fortemente ligada à área básica, e a segunda em estreita interação com empresas. A primeira iniciativa partiu do lado alemão, na área de soldas especiais, com a doação de dois laboratórios para pesquisa tecnológica a universidade; mas esses laboratórios foram utilizados principalmente para o ensino e prestação de serviços. Ligados à área básica podem ser citados os projetos aplicados relacionados à física: ciência de materiais e metalurgia. Trata-se de áreas que resultam em transferência de tecnologia para empresas. Um dos projetos ligado à metalurgia teve o apoio de várias instituições alemãs: Daad, DFG, Fundação Volkswagen e GTZ, o que mostra ser possível o financiamento conjunto de um mesmo projeto por várias entidades.

Na maioria dos projetos com o setor produtivo há o envolvimento das universidade, que atendem solicitações das empresas, de prestação de serviços a grupos de pesquisa. O projeto é realizado conjuntamente por universidades brasileiras e alemãs com empresa nacional. Nos últimos anos enfatizou-se projetos envolvendo instituição de pesquisa brasileiras e alemãs junto com empresas brasileiras e alemãs, os projetos "2+2", mas têm havido dificuldades em formulá-los adequadamente.

Em outro grupo de projetos não há envolvimento de universidade: são projetos *high-tech*, com real transferência de alta tecnologia da Alemanha para o Brasil. Os parceiros brasileiros são em geral entidades que repassam as novas tecnologias a empresas interessadas no Brasil. Essa modalidade de colaboração já resultou em projetos concluídos com sucesso.

Na matemática também existe grande número de iniciativas de pesquisa conjunta, com ênfase no intercâmbio de pesquisadores (inclusive estudantes de doutorado). Na área de informática, várias atividades envolveram os melhores grupos brasileiros e alemães, inicialmente na forma de intercâmbio de pesquisadores. Essa área é de grande interesse e esforços conjuntos podem resultar em competitividade no mercado internacional, com a participação de empresas dos dois lados. O que é difícil é a prévia obtenção de resultados práticos, rara no início de um projeto, além da decisão de qual parcela dos resultados pertence à empresa brasileira e à alemã.

Verifica-se que a parte tecnológica nos projetos da cooperação é ainda insuficiente. Falta no Brasil pesquisa tecnológica em volume apreciável e as empresas genuinamente nacionais raramente têm interesse em implantar laboratórios de pesquisa, por ser mais conveniente comprar tecnologia no exterior e muito menos o têm as estrangeiras, pois realizam a pesquisa em suas matrizes.

Procedendo a uma análise crítica da relação dos projetos conjuntos realizados nos primeiros 20 anos da colaboração é encorajador verificar que diversos possuem uma parcela em pesquisa aplicada que, mesmo não sendo realizada em conjunto com empresas, deverá levar a aplicações industriais no futuro.

A assistência técnica destaca-se, também, como eficiente mecanismo de colaboração. Trata-se, como indica o antigo nome alemão (*Entwicklungshilfe* – ajuda para o desenvolvimento), do auxílio da Alemanha ao Brasil na solução de problemas de ordem técnico-científica em geral. A assistência técnica a universidade e a outras instituições de pesquisa tem por finalidade formar novos grupos, em áreas aplicadas, ou oferecer *know-how* de natureza tecnológica a grupos já existentes. Note-se que a parcela de recursos financeiros destinada a esse fim é relativamente pequena se comparada ao volume global que a Alemanha concede ao Brasil.

O processo decisório e executor de toda a assistência técnica é o seguinte: o BMZ, por meio de seu órgão executor GTZ, concede auxílios para assistência técnica, atendendo a solicitações do governo brasileiro. As decisões são tomadas em conjunto por autoridades brasileiras e alemãs, incluindo o MRE e o órgão executor brasileiro, a ABC, bem como o BMZ e a GTZ. A contrapartida brasileira é indispensável e a decisão final sobre os

projetos é anual, tomada em reuniões conjuntas, e efetivada por meio de troca de notas diplomáticas. O processo decisório é mais político-administrativo do que científico e na área tecnológica têm sido apoiados projetos em que o cientista brasileiro responsável não possui a indispensável experiência, ou para cuja execução a massa crítica e infra-estrutura necessárias não existem.

Nas décadas de 70 e 80 foram implementados projetos de assistência técnica em universidade brasileiras, em várias áreas: química, geociências, engenharia, farmácia, veterinária, ecologia, nutrição. Em todos os projetos a universidade envolvida é apoiada por uma ou mais conveniadas alemãs: a universidade alemã colabora com o envio de cientistas e técnicos, aceita bolsistas de pós-graduação e dá assessoria na compra de equipamentos adquiridos com fundos do projeto. Um bom número de universidade brasileiras, de norte a sul, foi beneficiado por esse tipo de assistência. A principal razão pela qual algumas das iniciativas em assistência técnica não tiveram sucesso é o processo decisório na seleção dos projetos por não ser realizado o adequado julgamento científico-tecnológico pelos pares.

Além das citadas, várias entidades alemãs, entre elas o Daad, a DFG e a MPG, têm seus próprios programas de apoio a projetos relativos ao Brasil, especialmente nas seguintes modalidades: a) cientistas alemães que efetuam pesquisa em instituições brasileiras; b) cientistas alemães que realizam projetos de pesquisa independentes sobre temas brasileiros; c) professores alemães que colaboram como docentes em universidade brasileiras; d) pesquisadores brasileiros que realizam atividades em instituições alemãs. Esses projetos são obviamente considerados atividades alemãs e, portanto, financiados com recursos alemães, mas recentemente, instituições brasileiras (CNPq, Capes, fundações estaduais) passaram a participar desse financiamento.

A cooperação entre o Brasil e a Alemanha nos últimos 30 anos produziu resultados altamente positivos. Da cooperação resultou a publicação conjunta de grande número de trabalhos científicos, por autores brasileiros e alemães, em revistas de padrão internacional. Foi salientada a importância que a pesquisa básica tem para as atividades conjuntas, constituindo-se em pré-requisito para qualquer projeto de pesquisa aplicada, tecnológica, ou até de desenvolvimento. Se uma atividade é essencial para o progresso científico de um país, também o é para a colaboração entre dois países.

Portanto, projetos de pesquisa básica foram e são fundamentais para a cooperação entre o Brasil e a Alemanha.

Embora o volume das atividades em tecnologia ainda não corresponda às expectativas iniciais, duas conclusões positivas podem ser obtidas em relação à pesquisa e desenvolvimento (P&D): aa) presentemente estão em andamento vários projetos tecnológicos conjuntos, com padrão de qualidade internacional; b) um bom número de projetos, que não podem ser especificamente rotulados como tecnológicos, contém um apreciável componente de pesquisa aplicada.

O sub-aproveitamento das oportunidades de colaboração devem-se em parte à Alemanha no financiamento de atividades de pesquisa, tanto pelos seus Ministérios como pelas outras organizações de apoio à ciência, face aos gastos com a manutenção das atividades acadêmicas na antiga República Democrática Alemã. Apesar desses problemas as autoridades responsáveis continuam afirmando que a cooperação com o Brasil deve ser ampliada, continuando como prioridade na política alemã.

2.8.1 O acordo nuclear Brasil-Alemanha

O acordo nuclear Brasil-Alemanha prevê a celebração de termos aditivos (convênios) entre órgãos dos dois países visando à implementação de atividades específicas. Os alemães já tinham vendido um para os argentinos e numa visita de Willy Brandt, em 1968, expressaram o interesse em fornecer tecnologia nuclear para o Brasil. Em 1969 foi assinado um acordo de cooperação bilateral, "acordo de cooperação nos setores da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico" e 12 cientistas nucleares alemães começaram a ministrar cursos de pós-graduação nos institutos de pesquisas nucleares das UFRJ, USP e UFMG. Outro acordo foi proposto em 1971 para pesquisa geológica, mineração e enriquecimento isotópico, aproveitando o potencial hidráulico brasileiro, o que complementava a estratégia de desenvolvimento nuclear alemã.

A crise do petróleo e a disputa entre Brasil e Estados Unidos culminaram com a suspensão temporária de fornecimento de urânio para Angra I (ainda estava em construção) e fez o país buscar outro parceiro para fomentar o desenvolvimento do setor.

Em 1973 e 1974 a CNEN, por meio de sua subsidiária, a CBTN, criada em 1971, realizou estudos de viabilidade para a introdução da tecnologia nuclear em larga escala no país. Em 1974 duas reuniões foram realizadas e uma visita à Alemanha. Como resultado foi estabelecida uma estratégia de implantação de centrais nucleares que resultou na criação da Nuclebrás, oriunda da CBTN, e que seria a empresa *holding* encarregada de implantar a indústria pesada para a fabricação de reatores e uma indústria abrangendo todas as etapas do ciclo do combustível, para a geração nuclear de eletricidade. A estratégia adotada pela nova empresa *holding* do setor, optou pelo modelo de transferência de tecnologia, diferente de Angra I,onde esta não era prevista.

O Brasil e a Alemanha resistiram às pressões dos Estados Unidos e, por meio da Nuclebrás, o acordo Brasil-Alemanha foi iniciado, salvando a indústria nuclear alemã. O artigo 1 do acordo diz que o Brasil e a RFA fomentarão a cooperação entre instituições de pesquisa científica e tecnológica e entre empresas dos dois países. Essa cooperação implicava em intercâmbio de informações tecnológicas, tornando o Brasil co-proprietário das mesmas e partidário "do princípio de não-proliferação de armas nucleares" e objeto de supervisão da Aiea. O instrumento para conduzir este acordo seria a Nuclebrás e a partir do acordo foram criadas, em 1975, sete empresas binacionais. Em 1976, foi criado o Pró-Nuclear, concebido pelo MEC, CNPq, Nuclebrás e CNEN, com recursos do FNDCT.

As dificuldades financeiras do Brasil concorreram, a partir de 1983, para reduzir o ritmo do programa (Angra II e Angra III). As usinas IV e V, previstas inicialmente, tiveram seus cronogramas congelados e a concorrência para a construção civil, cancelada. O Brasil teve um período de indecisão na tomada de uma decisão política deixando o programa nuclear, praticamente estacionado por longos 13 anos. O que resta do acordo são as usinas de Angra II e Angra III ainda nas fundações e precisando de cerca de U$ 1,7 bilhões em investimentos para sua conclusão.

Mais tarde a Nuclebrás foi transformada nas indústrias nucleares brasileiras, controlada pela CNEN, englobando as funções do ciclo do combustível desde a mineração, enriquecimento, até a fabricação do combustível nuclear.

Em 1985 foi criada uma comissão de alto nível para avaliação do programa nuclear presidida pelo então presidente em exercício da Academia Brasileira de Ciências, José Israel Vargas, cujo relatório final, em 1986, apresentou conclusões gerais e recomendações que indicavam a necessidade de decontinuidade do programa em moldes mais modestos.

Apesar das conclusões e recomendações do relatório da Comissão Vargas, os anos se passaram sem que medidas concretas com relação aos recursos do Tesouro Nacional fossem tomadas para operacionalizar as recomendações de retomada de ritmo na construção das centrais de Angra II e III. Os esforços entre a Nuclebrás e a Eletrobrás foram somados, mas nada foi conseguido de efetivo na ocasião.

2.9. A cooperaçâo com a União Européia

2.9.1 Histórico sobre a cooperação com o Brasil na área de ciência e tecnologia

A cooperação neste setor vem sendo implementada desde 1983, no âmbito dos programas quadro de pesquisa e desenvolvimento tecnológico da União Européia. Inicialmente dentro dos programas de ciência e tecnologia para o desenvolvimento (STD) e em seguida nos programas Inco (cooperação internacional) no âmbito do quarto, quinto e sexto programas quadro de pesquisa e desenvolvimento tecnológico da União Européia. Os programas Inco continuam sendo um instrumento importante na cooperação com os países em desenvolvimento, como o Brasil, com uma dimensão regional bastante significativa.

Nos últimos 10 anos, no âmbito do componente Inco dos quarto e quinto programas quadro, 90 projetos de pesquisa conjunta foram apoiados, com uma contribuição total da União Européia de 52.5 milhões de euros, envolvendo mais de uma centena de instituições brasileiras de pesquisa. Essa mobilização de pesquisadores de alto nível e suas instituições dentro da cooperação científica e tecnológica foi associada com algumas centenas de universidades e institutos de pesquisa de todos os estados-membros da União Européia e de outros países associados ao programa quadro. A cada ano, por volta de 100 a 150 consórcios de pesquisa envolvendo instituições brasileiras se candidatam aos recursos colocados à disposição dentro do programa Inco, mobilizando entre 150 a 200 grupos brasileiros de pesquisa.

Uma dimensão especial dessas atividades de pesquisa conjunta é a parceria bi-regional. Os projetos de pesquisa envolvem adicionalmente por volta de 200 instituições de pesquisa dos países da América Latina. Isso proporciona à cooperação em ciência e tecnologia entre a União Européia e o Brasil uma triangulação com implicações práticas para o processo de integração regional. De todos os países da América Latina, o Brasil tem a maior participação no componente de cooperação internacional dos programas quadro de pesquisa e desenvolvimento tecnológico da União Européia, representando mais de um quarto de toda a cooperação com a América Latina. Neste sentido, o componente de cooperação internacional (Inco) tem reforçado consideravelmente a cooperação sul-sul na área da ciência e tecnologia, seja com o Mercosul, com o Pacto Andino e com os países andinos em geral.

Mais recentemente, no âmbito do sexto programa quadro de pesquisa e desenvolvimento tecnológico da União Européia, lançado no final de 2002, foram reservados 285 milhões de euros para a cooperação internacional com os países em desenvolvimento e economias emergentes como o Brasil.

2.9.2 Acordo de ciência e tecnologia

O acordo de cooperação na área científica e tecnológica, assinado em 2004, objetiva proporcionar uma base formal para a cooperação neste domínio,visando intensificar e reforçar as atividades de P&D e incentivar a aplicação dos resultados no plano econômico e social.

Com a assinatura do acordo, a cooperação científica e tecnológica entre o Brasil e a União Européia poderá abranger todos os setores de interesse mútuo, em que ambas as partes estejam implementando ou apoiando atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico. Tais atividades devem ter por objetivo o avanço da ciência, o desenvolvimento sustentável, o reforço da competitividade industrial e do bem-estar sócio econômico, em particular nas seguintes áreas:

- biotecnologias;
- tecnologias da informação e das comunicações;
- bioinformática;
- espaço;

- micro e nanotecnologias;
- pesquisa de materiais;
- tecnologias limpas;
- gestão e uso sustentável dos recursos ambientais;
- biosegurança;
- saúde e medicina;
- aeronáutica;
- metrologia, normalização e avaliação de conformidade; e,
- ciências humanas.

Para o reforço da cooperação entre o Brasil e a União Européia, ambas as partes pretendem promover projetos conjuntos de pesquisa e desenvolvimento, visitas e intercâmbio de cientistas, pesquisadores e peritos; organização conjunta de seminários, conferências, simpósios e *workshops* científicos, entre outras atividades.

O acordo reconhece a relevância atribuída pelo Brasil e pela União Européia às atividades de pesquisa, incluindo projetos de demonstração em áreas de interesse comum, e permite ainda que a participação conjunta nas atividades de pesquisa e desenvolvimento, além de ser realizada com base na reciprocidade, proporcione benefícios mútuos.

O acordo permitirá também a participação ampliada do Brasil no sexto programa quadro de pesquisa e desenvolvimento da União Européia.

Desafios

Os principais desafios para que a cooperação norte-sul traga benefícios para o Brasil são atualmente de três ordens:

1) Incrementar a cooperação institucional com a participação do MCT e suas agências, do Ministério da Relações Exteriores e da própria Academia Brasileira de Ciências;

2) Evitar a assimetria entre as equipes e grupos cooperantes de forma que se evite que os investimentos realizados não tenham continuidade. É fundamental que as equipes e os programas tenham estabilidade nas equipes e no financiamento;

3) Seguindo a tendência mundial, a cooperação multilateral deve ser privilegiada, não em detrimento da cooperação bilateral mas como um mecanismo mais ágil para a formação de redes de colaboração entre pesquisadores.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. P. Paes de. Carlos Chagas Filho: pequena nota sobre a pessoa e a obra por um discípulo e admirador. *Ciência e Cultura*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, jan. 1983.

COTTER, Michael; FERNANDEZ, Lionel. *O Brasil na Smithsonian*: um levantamento da presença do Brasil nas coleções da Smithsonian. Washington, D.C.: Smithsonian Institution, [c2003].

CRUZ COSTA, João. *Contribuição à história das idéias no Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1967.

DEDIJER, S. Underdeveloped science in underdeveloped countries. In: SHILS, E. (Ed.). *Criteria for scientific development*: public policy and national goals. Cambridge: MIT, 1968.

FERNANDES, Ana M. *A construção da ciência no Brasil e a SBPC*. Brasília: Editora da UnB, 1989.

GÓES FILHO, Paulo. *O Brasil no biotério*: um jeito brasileiro de fazer pesquisa. 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

GUIMARÃES, Jorge A. A pesquisa médica e biomédica no Brasil: comparações com o desempenho científico brasileiro e mundial. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 9, n. 2, p. 303-327, 2004.

HAAS, Ernst. *When knowledge is power*: three models in international organizations. Berkeley: University of California, 1990.

HOBSBAWN, Eric J. *A era do capital*: 1848-1875. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1977.

_____. *A era dos Impérios*: *1875-1914*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

JACOB, Gerhard. *A cooperação em ciência e tecnologia entre o Brasil e a Alemanha*. Porto Alegre: [s. n., 2000?]. Mimeografado.

LETA, Jacqueline; BRITO CRUZ, Carlos Henrique de. A produção científica brasileira. In: TROTTI, E. B.; MACEDO, M. M. *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*. Campinas: UNICAMP, 2003.

_____; CHAIMOVICH, H. Recognition and international *c*ollaboration: the Brazilian case. *Scientometrics*, v. 53, n. 3, p. 325-335, 2002.

LOPES, José Leite. Transferência de conhecimento, transferência de tecnologia e cooperação científica França-Brasil*. In: COLÓQUIO SOBRE AS IMAGENS RECÍPROCAS DA FRANÇA E DO BRASIL, 1987, Paris. [S. l. : s. n., 1987?].

MORAZÉ**,** Charles. *La Science et les facteurs de l'inegalité*: leçons du passé et espoirs de l´avenir. [Paris]: UNESCO, 1979.

PAULINYI, Erno I. *Esboço histórico da Academia Brasileira de Ciências*. Brasília : CNPq, 1981.

PRICE, D. J. S. *Little science*, *big science*. Nova York : Columbia University, 1963.

SARDENBERG, R. M. Brasil 2020. *Parcerias Estratégicas*, n. 10, mar. 2001**.**

SCHWARTZMAN, S. Educating the Ford Fundation. In: MICELI, Sergio. *A Fundação Ford no Brasil*. São Paulo: Sumaré, 1993.

_____. *Um espaço para a ciência*: a formação da comunidade científica no Brasil. Brasília: MCT, 2001**.**

STEPAN, N. *Gênese e evolução da ciência brasileira*: Oswaldo Cruz e a política de investigação científica e médica. Rio de Janeiro: Cultrix, 1976.

Pesquisa e desenvolvimento nas empresas multinacionais no Brasil

Flavio Grynszpan[*]

1. Cenário internacional para a P&D empresarial

Ao longo dos últimos anos, tem mudado a forma com que as principais empresas mundiais desenvolvem sua pesquisa e desenvolvimento, visando a melhoria das suas competências inovadoras. Para avaliar essas mudanças e suas implicações para as políticas de ciência e tecnologia da Comunidade Européia, foi realizado em Paris, no final de 2001, uma reunião com mais de cem executivos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de grandes empresas mundiais, coordenada pelo Professor Henry Chesbrough, da Harvard Business School. Os resultados deste fórum definem as principais tendências do mercado internacional de P&D empresarial, das quais destacamos as seguintes (estas conclusões foram confirmadas por estudos posteriores, publicados nas bases de dados Anberd da OECD – ver Jerry Sheehan, november 2004):

Rápido crescimento do investimento empresarial em P&D

As despesas de P&D das empresas (*Berd – business enterprise expenditures on R&D*) têm crescido na maioria dos países (ver figura no anexo 1), principalmente nos setores industriais e de serviços intensivos em conhecimento, com destaque aos setores da tecnologias da informação e comunicação, e o da biotecnologia e farmacêutica.

---

[*] Flavio Grynszpan é diretor do Departamento de Tecnologia do Centro das Industrias de São Paulo (Ciesp).

Aumento nos níveis de colaboração com organizações externas

As empresas cada vez mais se envolvem em programas colaborativos de P&D contratados com universidade e com outras empresas, na aquisição de pequenas empresas inovadoras e na utilização de capital de risco corporativo, demonstrando seu interesse em se apropriar de conhecimento externo para seus programas de inovação. Entretanto, a maior parte da P&D continua sendo interna: em um estudo recente (2004) feito pela revista Economist, os executivos de empresas inovadoras entrevistados indicaram que 60% dos novos produtos tiveram origem na P&D interna, 15% pela aquisição ou licenciamento de tecnologias existentes, 13% pela parceria ou *joint-ventures* para dividir os custos de P&D e 12% pela P&D contratada externamente.

Aumento da participação das PMEs inovadoras nas despesas de P&D

As PMEs inovadoras têm mostrado taxas de crescimento de investimentos em P&D mais acentuadas que as grandes empresas. Nos Estados Unidos, no período 1997-2000, as PMEs foram responsáveis por 1/3 do crescimento total de P&D empresarial: enquanto os gastos em P&D das PME cresciam 120% no período, as grandes empresas aumentavam 24% suas despesas de P&D. As PMEs dependem, fundamentalmente, de capital de risco para seus investimentos, o que mostra a importância que o capital de risco para o investimento privado em P&D. Apesar da crise de 2001, os investimentos em capital de risco se mantêm em níveis elevados e continuam sendo uma das importantes fontes de financiamento a P&D.

Mudança da estratégia empresarial – o modelo antigo

No passado, as empresas líderes em seus setores viviam um círculo virtuoso. Identificavam as necessidades de avanços tecnológicos, planejavam e realizavam P&D com recursos internos, incorporavam os resultados das pesquisas em novos produtos que as mantinham na liderança. Tinham grandes retornos dos investimentos, que financiava a P&D interna. As empresas conseguiam se antecipar às demandas do mercado e tinham internamente os melhores talentos no setor para realizar as pesquisas. Este modelo funcionou bem até o final da década passada, mas, agora, está sendo modificado para se adaptar ao novo ambiente internacional no qual P&D é realizada.

MUDANÇA NO AMBIENTE DE P&D INTERNACIONAL

Diversos fatores estão levando as empresas a repensarem suas estratégias de P&D :

• O aumento da competição está forçando as empresas a reduzirem seu tempo de chegar ao mercado (*time to market*) para os seus novos produtos e serviços. Nota-se também uma diminuição do ciclo de vida dos produtos, pela necessidade da introdução acelerada de inovações, para se manterem competitivas e atenderem às demandas dos clientes, cada vez mais exigentes.

• Há necessidade das empresas expandirem suas competências tecnológicas, pois não conseguem mais manter internamente todas as competências que precisam para inovar. As empresas precisam, então, acessar as fontes de conhecimento externo, o que leva muitas delas a estratégias de apoio à pesquisa nas universidade (como a Microsoft) ou pelo investimento em *start-ups* (como a Intel).

• A mobilidade crescente de pessoal qualificado aumenta a velocidade de difusão do conhecimento, tanto localmente como internacionalmente. Esta difusão rápida destrói as vantagens competitivas, obrigando as empresas a aumentarem o seu investimento em busca de novos produtos.

• Nos setores de alta tecnologia é cada vez mais alto o investimento em P&D, ficando as empresas mais vulneráveis aos ciclos da economia. Principalmente nos períodos de depressão, as empresas são obrigadas a vincular estreitamente os objetivos de P&D aos seus objetivos comerciais. Isso causa uma diminuição nos investimentos em pesquisas básicas e uma procura de maximizar o resultado do investimento em P&D com *spin-offs* e licenciamento de tecnologias.

• Os avanços das tecnologias de informação e comunicação permitem que as empresas criem e coordenem redes de laboratórios de P&D, globalizando o acesso a recursos humanos qualificados.

MUDANÇA DE ESTRATÉGIA EMPRESARIAL PARA P&D – O NOVO MODELO

Adaptando-se ao novo cenário, as empresas ficam obrigadas a monitorar o ambiente internacional e fazer uso de P&D conduzido externamente. A pesquisa interna se integra à atividade externa e preenche

as lacunas. Os investimentos em P&D são cuidadosamente escolhidos, diretamente ligados às unidades de negócio. Os gestores de P&D das empresas tem de lutar pelo orçamento interno e, pra serem bem-sucedidos têm de demonstrar o retorno financeiro que P&D vai trazer em termos de vendas de novos produtos ou criação de novos negócios. Cabe a este gestor a tarefa de otimizar o seu orçamento, de maximizar o acesso às pesquisas externas e combiná-las com seu programa interno. Há exemplos de integração em vários níveis: por exemplo, as empresas farmacêuticas têm utilizado o recurso de criar (com outras empresas parceiras) um *site* de negócios para atrair os melhores pesquisadores externos (mundialmente) e envolvê-los em projetos encomendados pelas empresas associadas. Para as empresas a vantagem é dupla, pois conseguem a atenção dos melhores talentos e não precisam pagar os seus salários, pagam apenas pelo projeto. Outras empresas, como a Merck e a Intel, criaram fundos corporativos de capital de risco para investirem em *start-ups* originados das pesquisas acadêmicas, que se encaixam nos seus interesses tecnológicos. É mais barato e com menor risco se apropriar destas empresas do que investir em pesquisas internas.

O investimento em projetos colaborativos entre empresas é mais comum nos setores onde mais alto é o custo de P&D ou nos setores menos dinâmicos da economia. Um outro exemplo de pesquisa colaborativa pré-competitiva ocorre quando o governo procura fomentar uma área e participa com recursos complementares. Este é o caso das pesquisas da Comunidade Econômica Européia, que vem procurando promover projetos colaborativos em áreas prioritárias onde a Europa pretende se tornar competidora internacional. A pesquisa colaborativa é mais difícil nos setores mais inovadores, onde as empresas competem pela velocidade de introdução de novidades no mercado. Neste caso, as empresas guardam sigilo dos produtos que querem lançar e não compartilham informações do seu P&D.

O novo papel do governo

Em resposta às mudanças no ambiente e nas estratégias empresariais, os governos precisam adotar uma atitude pró-ativa para serem bem-sucedidos na competição com os outros países. Precisam ser mais seletivos e focalizar seus investimentos. O objetivo maior é atrair os investimentos privados em P&D e fazer com que estes investimentos gerem riqueza localmente.

Assim os governos precisam priorizar:

• a criação de excelência, por meio do apoio às pesquisas básicas (que são necessárias para as empresas, pois seus investimentos nesta área está diminuindo) e na formação de pessoal altamente qualificado.

• a solução de gargalos que dificultam o acesso das empresas aos resultados das pesquisas acadêmicas

• a criação de um ambiente atrativo aos investimentos de P&D das empresas multinacionais

• a preocupação que os investimentos de P&D sejam efetivamente espalhados pela economia, para garantir que os resultados gerem riqueza para a sociedade.

Estes aspectos serão discutidos mais adiante, nas sessões 3 e 4 deste trabalho.

A GLOBALIZAÇÃO DE P&D EMPRESARIAL

A globalização de P&D é uma realidade estimulada pelo interesse das empresas em utilizar as vantagens comparativas dos diversos países e pelo interesse dos países em atrair a P&D das principais empresas. Como conseqüência, cresce o numero de laboratórios de P&D das empresas fora de sua sede de origem. Ao mesmo tempo, aumenta a participação de P&D realizado pelas empresas de capital estrangeiro no total do investido nos países.

A figura 2 (Anexo 1) mostra o crescimento da participação dos investimentos em P&D realizados pelas subsidiárias das empresas estrangeiras no total de investimentos empresariais em P&D (percentagem do Berd pelas subsidiárias das multinacionais) em países da Europa, Estados Unidos e Japão. Em alguns países, como Hungria e Irlanda, as subsidiarias das multinacionais são responsáveis por cerca de 75% de todo o investimento empresarial em P&D. Nos países que mostram baixa percentagem do investimento das subsidiárias, há casos de alto investimento pelas empresas de capital nacional, como a Finlândia e casos onde as subsidiárias preferem transferir tecnologias da matriz, em vez de realizar P&D localmente, como no caso da Holanda.

Há uma tendência das empresas multinacionais em alocar os seus investimentos em P&D entre os países, em função do tamanho dos seus mercados. Isto coloca o Brasil como um dos centros preferenciais de atração de investimentos de P&D. Esta avaliação é confirmada pelo estudo do *Economist Intelligence Unit*, mencionado anteriormente, que analisou qual a localização preferida pelos empresários entrevistados pela revista para seus futuros investimentos em P&D: o Brasil recebeu 11% das preferências, atrás de China (39%), Estados Unidos (29%), Índia (28%), Reino Unido (24%) e Alemanha (19%), mas na frente de Japão, França, Itália e países da Europa Oriental e Leste da Ásia.

Na próxima sessão iremos analisar os objetivos das empresas multinacionais, quando estabelecem seus laboratórios de P&D no exterior, análise que vai nos ajudar a definir como atrair os laboratórios de P&D, a ser discutido na sessão 4.

2. Objetivos dos laboratórios de P&D das multinacionais

Como vimos anteriormente, as empresas multinacionais representam parcela importante nos investimentos de P&D em um grande número de países. Essa contribuição é maior quando as empresas nacionais pouco investem ou quando há uma alta concentração de multinacionais em setores que são intensivos em P&D, como na indústria farmacêutica, telecomunicações e informática.

Historicamente, a empresa multinacional foi internacionalizando sua atividade de P&D em função das realidades do mundo globalizado. Na década dos 60, a maioria das empresas fazia a sua P&D no país de origem. A P&D estava intimamente ligada à estratégia central da corporação, que coordenava a integração P&D, manufatura, finanças e marketing. A partir dos anos 70, a produção e a P&D começaram a se internacionalizar para adaptar os produtos e processos às condições demandadas pelo mercado local. A partir dos anos 80, aumentou a velocidade de instalação de laboratórios de P&D fora dos países de origem. Esta tendência foi causada por um conjunto de fatores: o aumento da importância dos mercados regionais, a melhoria nas tecnologias de informação e comunicação, a flexibilidade das novas tecnologias de manufatura que facilitaram o descolamento físico entre P&D e manufatura, e a prova, para as corporações, de que existia competência e

vantagens comparativas nos países não centrais, como Israel, Índia, Irlanda e China. Nos anos 90, a globalização de P&D foi acentuada pelo aumento nos custos de P&D e pela falta de pessoal qualificado nos países industrializados, enquanto que os países em desenvolvimento ofereciam pessoal de qualificação equivalente (ou melhor, como no caso do setor de *software* na Índia) a custos reduzidos. As corporações ainda mantêm sob controle central as suas tecnologias *core* e poucas são as unidades de negócio que tem sede fora dos países centrais. Na década atual, com o aumento na confiança das corporações e com a sua dependência dos mercados externos, muitas empresas já estão transferindo para alguns países periféricos (China e Singapura são dois exemplos) toda a unidade de um negócio. Neste movimento de consolidação, a empresa reúne, nesse país, o seu centro de decisão daquele negócio, a P&D, a manufatura e o pessoal que estava originalmente espalhado. Caso este movimento continue, podemos prever uma estrutura de P&D para as empresas multinacionais formadas por uma rede, onde cada nó é especializado em um tema ou produto e localizado em diversos países.

Uma medida dests tendência de migração dos laboratórios de P&D foi constatada por um estudo realizado em 1997, com 32 companhias internacionais dos setores farmacêuticos e eletrônicos que mostra o crescimento do número de laboratórios no exterior: de cerca de 20 laboratórios na década dos 60, o número subiu para 25 nos anos 70, 35 laboratórios nos anos 80, chegando a 90 laboratórios no exterior na década dos 90.

Estamos hoje preocupados em trazer para o nosso país laboratórios de empresas multinacionais. Mas nem toda multinacional é igual. Cada uma tem objetivo distinto, quando decidem instalar um laboratório no exterior. Hoje em dia, podemos identificar cinco diferentes objetivos. Cada empresa prioriza um ou mais destes objetivos:

ADAPTAÇÃO DOS PRODUTOS MUNDIAIS AO MERCADO LOCAL

Este tipo de P&D é conhecido na literatura como *home-base exploiting R&D* (HBE) e ocorre nos setores onde as multinacionais já tem fabricação local e que, pela demanda do mercado ou pela regulação governamental, exigem produtos diferentes daqueles que são fabricados mundialmente.

A motivação deste tipo de P&D é o acesso ao mercado local. Um exemplo é a P&D desenvolvido no país pelo setor de autopeças.

Em alguns casos, é possível que o produto feito para atender ao mercado brasileiro se transforme em produto de características mundiais, porque outros países com mercados significativos podem demandar o referido produto. Um exemplo seria o caso em que o aumento da demanda por carros movidos à álcool, em países como a China e Índia, possibilitasse que as subsidiárias brasileiras das empresas de autopeças se tornassem fornecedoras para aqueles países.

Acesso aos centros de excelência cientifica e tecnológica locais

Este tipo de P&D é conhecido como *home-base augmenting R&D* (HBA) e visa permitir que a corporação tenha acesso às competências dos pesquisadores e das pesquisas dos países onde atua. Por meio das subsidiárias locais, as empresas conseguem ter contato com os pesquisadores mais especializados nos vários países e absorvem os resultados das pesquisas desenvolvidas nos melhores laboratórios. As subsidiárias funcionam como nós de uma rede, que tem como nó central o diretor de P&D da unidade de negócio (do produto ou da tecnologia), normalmente situado no país de origem.

As subsidiárias procuram absorver o que se chama de *knowledge spillovers*, por meio de:

- projetos com instituições de excelência locais;
- absorção de pessoal qualificado originado das universidade e institutos de pesquisa;
- participação no sistema de ciência e tecnologia do país;
- absorção de pessoal de P&D de outras empresas, causado pela mobilidade de pessoal nos locais onde há uma concentração de atividades empresariais de P&D, como nos parques tecnológicos, ou nos *clusters* especializados, em torno de um centro de excelência acadêmico. Entretanto, a presença de uma multinacional em um *cluster* pode ter negativas conseqüências, pois pode perder pessoal qualificado para suas concorrentes e pode ver o salário do seu pessoal de P&D elevado pela maior demanda por pessoal especializado;

• investimento em pequenas empresas de alta tecnologia originadas das pesquisas universitárias, principalmente se as empresas atuam na cadeia produtiva da multinacional.

Como veremos na próxima sessão, nem sempre os objetivos das empresas multinacionais, ao estabelecer laboratórios de P&D em um país, coincidem com os interesses do país, reforçando a necessidade de uma política de atração de laboratórios alinhada com outras políticas nacionais.

ACESSO A MÃO-DE-OBRA QUALIFICADA COM CUSTOS REDUZIDOS

A partir do sucesso que as empresas multinacionais tiveram na Índia, aproveitando uma concentração de doutores com baixa remuneração e o envolvimento de centros de formação como o *Indian Institute of Technology*, que garantiu o contínuo suprimento de mão-de-obra especializada, ficou criada uma expectativa de que os países em desenvolvimento podiam ser um celeiro de pessoal qualificado com custos reduzidos. A remuneração praticada na Índia serviu de *benchmark* e vários países asiáticos e da Europa Oriental concorrem hoje com os indianos nesta competição de oferta de especialistas de baixo custo. A China se destaca pela sua estratégia de formação de dezenas de milhares de pesquisadores, que hoje até absorve parte das pesquisas dos laboratórios indianos (os salários na Índia cresceram, pela competição interna e são hoje bem superiores aos da China).

No Brasil, apesar dos salários e encargos sociais serem superiores aos dos países asiáticos, as políticas de incentivo fiscal como as da Lei de Informática geram orçamentos de P&D que podem ajudar as empresas do setor a diminuir seus custos com pessoal, melhorando a competitividade do país na atração de investimentos em P&D. Entretanto, nos outros setores, que não tem incentivos ou subsídios apropriados, os custos das empresas (salários mais encargos) nos deixam fora da competição com os países asiáticos.

ACESSO A PAÍSES COM MENOR EXIGÊNCIA REGULATÓRIAS

Nos setores como o farmacêutico e o médico-hospitalar, que dependem de regulação governamental, as empresas têm procurado localizar seus laboratórios em países que tem atitudes mais abertas e que oferecem menor dificuldades para a realização das pesquisas. Na área farmacêutica, por

exemplo, houve uma drástica redução de investimentos em P&D na Europa, se comparado com os Estados Unidos. Os motivos são vários: não existe uma única entidade regulatória na Europa, obrigando as empresas a atenderem regulamentos em cada país; há uma resistência cultural a certas pesquisas na França e na Alemanha, que geram atitudes menos abertas às pesquisas em áreas, como a biotecnologia; o controle de preços em vários países europeus limitam os resultados financeiros das empresas, que optaram em concentrar seus investimentos no mercado mais aberto e com menos restrições, que são os Estados Unidos. A conseqüência, segundo o estudo do *The Economist Intelligence Unit*, foi que, enquanto que no período 1993-1997 foram lançadas 81 novas drogas na Europa e 48 nos Estados Unidos, o quadro no período 1998-2002 se inverteu: 44 novas drogas na Europa e 85 nos Estados Unidos. As industrias farmacêuticas líderes não se importam onde fazem os estágios iniciais das pesquisas de novas drogas (hoje estão indo para a Índia e para a China), mas na etapa de testes clínicos, onde é maior os gastos com desenvolvimento, as empresas estão preferindo os Estados Unidos.

Aumento da velocidade dos programas de P&D envolvendo pesquisadores em vários países trabalhando em projetos comuns

Neste caso, o interesse das empresas é diminuir o tempo de realização da etapa de P&D, por meio de uma coordenação que permita processo de realização de pesquisas durante as 24 horas do dia. Esta diminuição do tempo de P&D também acelera a chegada do produto ao mercado. As empresas então escolhem laboratórios em países cujos fusos horários viabilizam a pesquisa conjunta. É importante também ter um procedimento padrão, que permita uma localidade iniciar seus trabalhos no ponto onde foi deixado pelo outro laboratório. Muitas empresas do setor de *software* já utilizam esta prática. Os países asiáticos se beneficiam pela diferença de fuso em relação aos países ocidentais.

Segundo o trabalho do *The Economist*, mencionado acima, que entrevistou 104 executivos de P&D de grandes empresas multinacionais em agosto de 2004:

- 70% acham muito importante o acesso a mão-de-obra qualificada;
- 63% acham muito importante a adaptação dos produtos aos mercados locais;

• 55% acham muito importante o acesso a custos menores de P&D;

• 49% acham muito importante a redução do tempo para chegada ao mercado.

3. Resultado para os países dos investimentos em P&D das empresas multinacionais

Os países tem demonstrado grande interesse em atrair investimentos em P&D de empresas multinacionais. Entretanto, estes investimentos trazem consigo problemas e preocupações, tais como:

• A P&D das multinacionais (em maior volume) pode bloquear ou abafar os investimentos em P&D de competidores nacionais.

• Caso terminem os motivos (como apresentado na sessão anterior) pelos quais a empresa decidiu implantar sua P&D ou caso apareça outra localidade com preferência, a corporação pode decidir mover o seu laboratório para outro país. Para as empresas globais, a inovação é tão móvel quanto a produção.

• O investimento em P&D pode funcionar como um enclave, se não gerar benefícios no resto da economia local. O emprego de mão-de-obra qualificada é importante, mas se a mão-de-obra fica na empresa, só esta se beneficia.

Para evitar estes dissabores e garantir um efeito positivo para o investimento em P&D, os governos precisam maximizar o espalhamento (*spillovers*) para a economia doméstica do investimento da multinacional. A seguir, destacamos alguns exemplos de atividades que podem ser incentivadas pelo governo, visando capturar maior benefício para a sociedade local de P&D da multinacional:

• Aumentar o emprego de pesquisadores, especialistas e profissionais de alta qualificação;

• Fazer com que P&D induza a fabricação local de produtos de maior valor agregado;

• Promover o patenteamento no país e no exterior dos resultados de P&D local;

• Integrar o laboratório da subsidiária da multinacional com o sistema de ciência e tecnologia, de modo a difundir o seu conhecimento para as instituições locais;

• Promover a criação de *start-ups* na cadeia produtiva da multinacional. Atrair o capital de risco corporativo para facilitar a criação dos *start-ups*;

• Fomentar a mobilidade de pessoal qualificado das multinacionais para criação de empresas locais. Esta mobilidade é acentuada quando há uma concentração de laboratórios de várias multinacionais na mesma área, como nos parques tecnológicos e *clusters* regionais de alta tecnologia. A multinacional, por seu lado, procura desincentivar a saída de pessoal especializado, pagando salários mais elevados que as empresas ao redor. Há, no entanto, situações onde a própria multinacional estimula a saída dos especialistas, mas os mantêm como fornecedores ou subcontratados;

• Promover a criação de fornecedores locais, pela transferência de tecnologia de outros fornecedores mundiais. A multinacional faz, aqui, produtos mundiais e seus fornecedores precisam ser aceitos pelo sistema de qualificação internacional. Muitas vezes, quando há um grande desnível tecnológico, o governo e a subsidiária precisam ajudar as empresas locais a resolverem problemas de qualidade, de modo a facilitar sua certificação como fornecedor mundial. O fornecedor local aumenta o valor agregado no produto fabricado no país e se a subsidiária é exportadora, ela exporta também os produtos dos seus fornecedores;

• Promover parcerias entre empresas locais e a multinacional, visando viabilizar o acesso ao mercado internacional para a empresa nacional. As multinacionais podem abrir mercados de exportação e criar reputação para as empresas nacionais, principalmente se esta parceria não coloca em risco a sua vantagem competitiva. Estas parcerias podem se dar tanto a montante quanto a jusante na cadeia produtiva;

• Promover a transferência de cultura comercial global existente na multinacional para seus parceiros locais, ajudando na globalização da empresa nacional;

• Promover projetos conjuntos com empresas e instituições de pesquisa locais para criar nichos de competência para o país em tecnologias avançadas,

onde há uma prioridade nacional. Nestas áreas, a subsidiária local pode atuar como porta de entrada para o conhecimento da sua corporação, acessando os resultados de pesquisas realizadas na matriz e nas outras subsidiárias. Países como Israel e Suécia promovem projetos de P&D nas áreas consideradas estratégicas ou naquelas que o país quer se tornar excelência internacional, onde participam tanto as empresas multinacionais e as empresas, e instituições de pesquisa nacionais.

Por definição, espalhamento (*spillovers*) é a absorção de conhecimento criado em um país, que cria efeitos positivos em outros países. O conceito é diferente se olhado pelo ponto de vista das empresas e dos países. A empresa quer o espalhamento do conhecimento (*knowledge spillovers*) em um país, pelo acesso a mão-de-obra especializada e às pesquisas realizadas em centros de excelência. Este é um objetivo das empresas, que elas sabem viabilizar. O país, por seu lado, quer que o espalhamento, pela absorção do conhecimento da subsidiária local, crie benefícios para a economia doméstica.

Nos países mais desenvolvidos, cuja economia é madura e sabe se aproveitar das inovações, os laboratórios de P&D das empresas globais facilmente se integram com a estrutura local. Entretanto, nos países em desenvolvimento, o espalhamento não acontece naturalmente e corre-se o risco de termos o investimento em P&D se transformar em um enclave e pouco beneficiar a economia local. Cabe então ao governo promover ações que maximizem o espalhamento.

4. COMO ATRAIR OS LABORATÓRIOS DE P&D DAS MULTINACIONAIS

O PROCESSO DE DECISÃO NA CORPORAÇÃO

A globalização impulsionou as empresas multinacionais a instalar laboratórios de P&D em outros países, para aproveitar vantagens locais. A escolha de que país vai abrigar um dado laboratório é uma decisão que leva em conta fatores objetivos e subjetivos. Entre os fatores objetivos estão aqueles que ajudam a maximizar os resultados dos investimentos e dos negócios que as empresas tem no país. No estudo do *The Economist Intelligence Unit*, que tem sido mencionado neste trabalho, perguntaram aos executivos quais seriam os fatores considerados mais importantes na decisão de investir em P&D em um país. Os quatro mais importantes desta lista foram:

• Proteção aos direitos de propriedade intelectual – 73% consideram muito importante;

• Tamanho do mercado local – 71% consideram muito importante;

• Qualidade do sistema educacional – 67% consideram muito importante;

• Infra-estrutura de comunicação – 56% consideram muito importante.

Somente 37% dos entrevistados consideraram a presença de incentivos governamentais como muito importante e os demais fatores foram ainda menos votados.

Em seguida, a corporação avalia como será a execução de P&D, em função das vantagens que P&D no país traz para a empresa, ou seja, qual dos objetivos, como descrito na sessão 2, deve ser perseguido:

• Se é necessário adequar seus produtos mundiais às exigências do mercado local;

• Se o país tem algum centro de excelência de padrão mundial que pode contribuir com pesquisadores, idéias e resultados de pesquisa para P&D da corporação;

• Se o país tem mão-de-obra qualificada a preços reduzidos, ou seja, se o país possibilita a redução dos custos de P&D da corporação. A quantidade de pessoal qualificado é também uma preocupação, pois se o número de especialistas é insuficiente para atender à demanda, a tendência é de aumento de custos na competição por recursos humanos;

• Se o país tem menor exigência regulatória que possibilita a realização de pesquisas proibidas em outros países;

• Se o país pode participar, em conjunto com outros países, em pesquisas complementares para que P&D possa se realizar durante 24 horas por dia. Neste caso, a complementariedade depende do fuso horário que o país está submetido.

O principal fator subjetivo é a atitude do governo. Os governos com atitudes pró-ativas, que procuram dialogar com a alta direção das empresas, recebem o reconhecimento. A corporação precisa que os governos lhes dê a

confiança necessária para o investimento e são sensíveis aos governos que as procuram ou que estão ativamente empenhados em atraí-las. Elas reagem positivamente a qualquer solicitação dos altos dirigentes governamentais. Apesar de ser importante o apoio da direção da subsidiária local, as mais importantes decisões devem ser discutidas com os executivos da matriz, onde a estratégia é elaborada.

A competição entre os países pelo investimento

Como é de esperar, os vários países competem entre si para atrair os investimentos em P&D. Os países mais desenvolvidos querem aproveitar as pesquisas das multinacionais para promover as suas empresas nacionais a se tornarem centros de excelência mundiais e oferecem o acesso a instituições de pesquisa sofisticados e mão-de-obra especializada em áreas de interesse das empresas. Já os países em desenvolvimento, oferecem mão-de-obra qualificada a custos menores e querem que as multinacionais os ajudem a se tornar competitivos em alguns nichos de mercado.

Alguns países têm planos de desenvolvimento nacionais, nos quais é central o papel destinado às multinacionais. Por exemplo, o governo de Taiwan tem seu plano "Challenge 2008", no qual objetiva atrair, pelo menos, 30 multinacionais a estabelecerem centros de P&D até 2007. Até o final de 2003, o governo já havia atraído 16 centros de P&D. Na Coréia, a partir de julho de 2002, o governo, preocupado com a migração de suas principais manufaturas para a China, iniciou um programa que visa transformar o país em um centro regional de excelência em pesquisas, uma espécie de pólo de P&D, atraindo as empresas estrangeiras a estabelecerem laboratórios que darão apoio às manufaturas que estão sendo atraídas pela mão-de-obra barata chinesa. O resultado é excelente: em setembro de 2004 foram identificados 900 centros de P&D já estabelecidos na Coréia. Em Singapura, o governo propôs às multinacionais fazer do país um centro de negócios mundial em um determinado produto. Com isto, a empresa coloca em Singapura o marketing/vendas do produto, sua manufatura, engenharia e P&D. O país se especializa naquele produto e faz todo o negócio a partir de Singapura. Foi o que ocorreu após a negociação entre o governo de Singapura e a presidente da HP, que resultou em fazer de Singapura o centro mundial do sistema ProCurve da HP. A empresa já apresenta 250 patentes internacionais devido à propriedade intelectual gerada em Singapura.

Nossos competidores diretos são China e Índia, que apresentam mercados do porte do nosso. A China oferece um enorme mercado, aliado a um grande esforço de formação de pessoal qualificado de baixíssima remuneração, em quantidade suficiente para atender às necessidades das manufaturas das multinacionais em setores de alta tecnologia, às necessidades das suas próprias empresas nacionais (que estão sendo promovidas para competir com as multinacionais no mercado internacional) e também para suprir os laboratórios de P&D que procuram o país para diminuir o seu custo de pesquisas. A Motorola, por exemplo, faz da China o seu principal centro de P&D fora dos Estados Unidos. Lá tem 19 centros de P&D, consolidados em um grande instituto de P&D, o maior das empresas multinacionais. Na China, a empresa está comprometida com desenvolvimento tecnológico e inovação para futuros produtos destinados ao mercado mundial. Segundo o trabalho do *The Economist*, a China está se tornando o centro mundial de tecnologias de comunicação móvel.

A Índia aproveita o enorme contingente de pesquisadores na área de *software* para atrair os centros de pesquisa das principais empresas, que se localizam em parques tecnológicos em diversas cidades. Na verdade, há uma competição interna entre as cidades indianas pela atração dos laboratórios. Os indianos aproveitam também a positiva reputação que obtiveram no desenvolvimento de serviços de *software* para terceirizarem a P&D das empresas. Segundo vários especialistas, o *outsourcing* de P&D é uma evolução natural do o*utsourcing* dos serviços de software, onde os indianos são líderes mundiais. Assim, aproveitando sua reputação de qualidade e liderança no *software*, os indianos estão propondo a terceirização de P&D das multinacionais para as empresas indianas. Como os indianos são fornecedores prioritários de *software* para as empresas da Fortune 500, eles levam vantagem na atração de P&D das maiores empresas.

5. Propostas para o Brasil

O governo brasileiro tem demonstrado o interesse em atrair P&D de empresas multinacionais para ajudar o desenvolvimento do país. Para que este esforço traga os resultados esperados, é fundamental maximizar o espalhamento para o resto da economia, para evitar que o investimento em P&D se torne um enclave, contribuindo pouco ao país. Assim, destacamos três ações complementares que o governo deve estar ativamente envolvido:

1) No processo de atração de novos P&D das multinacionais

Se analisarmos os capítulos anteriores, especialmente o capítulo II e IV, vamos entender em que áreas nós temos melhor chance na competição com os outros países, também interessados nos mesmos laboratórios.

Por exemplo, nas áreas em que o mercado exige uma adaptação dos produtos mundiais às exigências governamentais ou dos clientes brasileiros, é interesse da própria multinacional (que tem fábrica aqui) promover P&D no país, cabendo ao governo o papel de facilitador. É claro que este interesse externo é tanto maior quanto for a fatia de mercado que a empresa detém. Este é o caso da indústria automobilística e de autopeças. Nestes setores precisamos aproveitar a presença das principais multinacionais fabricantes no país e estimular o seu P&D. Exceto pelo PDTI e um limitado acesso ao Fundo Setorial, o setor automobilístico e de autopeças não tem incentivo para expandir seu P&D localmente. A Lei de Informática, que seria importante instrumento para promover as tecnologias digitais, não é aplicável porque o produto final (carro) não é um bem de informática e o incentivo de IPI se perde.

No segundo caso, quando queremos atrair P&D pela nossa excelência acadêmica, temos de entender que iremos competir com os países mais adiantados, que têm vantagens competitivas, mas com custos de pessoal mais altos. Talvez tenhamos vantagens em setores que dependem de pesquisas com produtos naturais (indústria farmacêutica ou de cosméticos), pesquisas com biomassa e de algumas outras áreas. Mas precisamos de centros com excelência acadêmica, com forte pesquisa básica e grande reputação internacional. Temos que escolher os melhores nichos, onde podemos ser competitivos pela excelência acadêmica e promover as parcerias com as P&D mundiais. Uma das formas seria a participação dos nossos centros de excelência em programas internacionais, como os da Comunidade Econômica Européia.

No terceiro caso, seria a atração de P&D, visando a utilização de mão-de-obra qualificada a custos menores que os dos países desenvolvidos, onde vamos encontrar competidores como os indianos e chineses. Entretanto, devido aos altos valores dos encargos sociais, temos dificuldades de competir, exceto, talvez, nas áreas incentivadas, como as da Lei de Informática. Precisamos prover novos incentivos e subsídios para que os custos de pessoal das empresas sejam compatíveis com os praticados pelos nossos concorrentes.

Também precisamos acelerar a formação de pessoal nestas áreas, de modo que a demanda de pessoal especializado seja atendida e que não haja concorrência pelos recursos humanos, que aumentaria os custos das empresas. Esta é uma grande vantagem indiana e chinesa: a existência de grande número de pessoal altamente qualificado à disposição dos novos investimentos em P&D internacionais.

No quarto caso, onde a atração se dá pela menor restrição às pesquisas devido à legislação brasileira, um bom exemplo é a recém-aprovada Lei de Biossegurança, que pode ser atrativa para empresas que tem restrições nos seus países de origem.

O último caso é uma oportunidade para empresas que têm laboratórios no Oriente, os quais poderiam atuar em conjunto com laboratórios no Brasil para pesquisas durante as 24 horas do dia.

2) No espalhamento para o resto da economia

No capítulo 3 detalhamos as ações de espalhamento que um governo deve se preocupar para garantir que o investimento em P&D traga os maiores benefícios para a sociedade local. Todas estas sugestões valem para o caso brasileiro, mas gostaríamos de destacar aquelas que causam o maior impacto:

- Parcerias na cadeia produtiva – a P&D da multinacional deve dar suporte tanto à criação de fornecedores locais, como na criação de empresas que promovem novos serviços nas plataformas dos produtos das multinacionais. A criação de fornecedores pode ser uma ação conjunta do governo com a empresa e deve resultar no fornecimento no país de produtos de alto valor agregado, que precisa ser certificado para atender aos critérios mundiais. Quando a multinacional exportar, vai incluir o produto do fornecedor local. No caso das empresas que desenvolvem aplicativos nas plataformas das multinacionais, as grandes empresas devem dar o suporte tecnológico às novas empresas, aportar recursos de capital de risco corporativo e abrir o mercado internacional aos novos empreendimentos. Estas ações as multinacionais, principalmente do setor de telecomunicações, já fazem em diversos países. Precisamos que elas promovam a atividade no Brasil.

• Parcerias com o sistema nacional de ciência e tecnologia – o laboratório da subsidiária tem acesso aos resultados de P&D que a empresa desenvolve mundialmente, na matriz e em outras subsidiárias, inclusive em parcerias com instituições de pesquisa nos diversos países. Muitas destas informações podem ser compartilhadas com as instituições brasileiras, as quais podem assim acompanhar o estado da arte nas pesquisas daquele setor. A subsidiária brasileira pode também facilitar a criação de projetos cooperativos, desenvolvidos entre instituições de pesquisa de diferentes países junto com as respectivas subsidiárias da multinacional.

• Parcerias com as empresas locais para criar nichos de competência para o Brasil – nas áreas consideradas estratégicas, o governo poderia convocar a competência das multinacionais que tem laboratórios de P&D no país para promover projetos de excelência internacional em conjunto com as empresas e instituições de pesquisa brasileiras. Um exemplo é o projeto *Socware*, da Suécia, que está transformando a Suécia em um centro mundial de *systems on chips*. Outro exemplo é o programa de biotecnologia de Israel, que pretende fazer do país um centro de excelência internacional no setor.

• Outras áreas de preocupação – promover o patenteamento dos resultados de P&D das subsidiárias locais, induzir a utilização de P&D realizado no país para a criação de novos produtos fabricados localmente, aproveitar a mobilidade de pessoal para a criação de empresas locais, aproveitar a cultura mundial da subsidiária para melhorar a competência da empresa nacional.

3) NO FORTALECIMENTO DA SUBSIDIÁRIA LOCAL NA COMPETIÇÃO *INTRA-COMPANY*

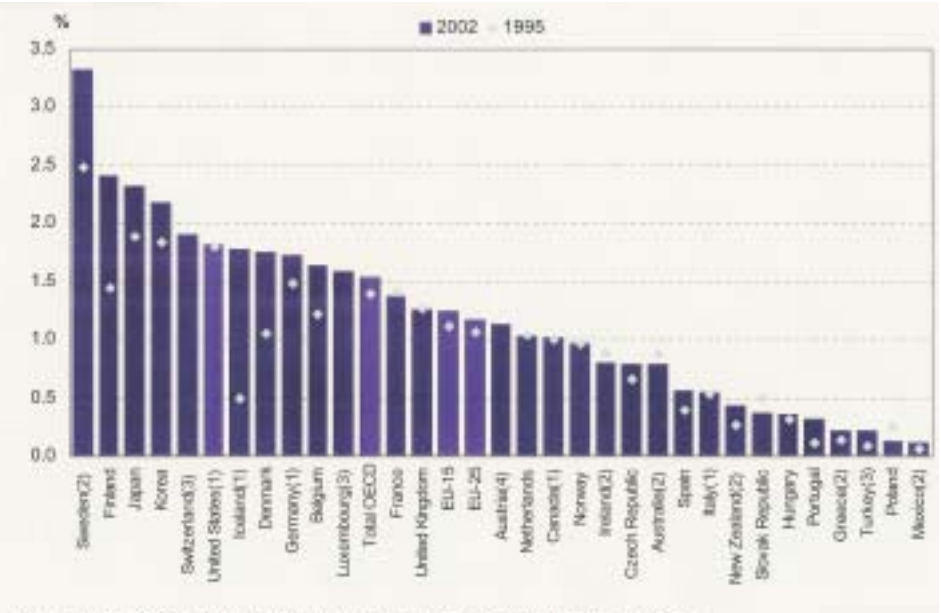
Um fato pouco entendido no relacionamento com as multinacionais é a competição interna que a subsidiária trava com as demais subsidiárias e com a matriz, em busca de recursos e apoio. Na medida que o governo brasileiro não ajuda as subsidiárias locais, estas ficam sujeitas às regras da competição interna, na qual a subsidiária brasileira pode não estar sendo devidamente contemplada. Na medida que o governo atua junto com a subsidiária local, respondendo às suas dificuldades, para ajudá-la na competição no ambiente interno à sua corporação, maiores podem ser os benefícios para o país. Por exemplo, muitas corporações estão atraídas pelo sucesso da Índia e decidindo concentrar lá seus esforços de P&D, principalmente no desenvolvimento de tecnologias de TI. A subsidiária da multinacional aqui precisa ser apoiada para trazer para o país alguma parte

deste desenvolvimento. Para evitar eventual favorecimento, o governo pode horizontalizar suas ações, ajudando todas as subsidiárias em um dado setor.

Finalmente, o governo pode ter um papel central em fazer na subsidiária um centro mundial de produto ou de tecnologia. Por exemplo, negociando com a corporação a instalação no país de um centro de decisão de um produto. Aqui estariam a P&D, a engenharia, a manufatura, o marketing e vendas mundiais daquele produto. O modelo é o acordo da HP com o governo de Singapura, mencionado anteriormente. Uma outra ação seria negociar com a corporação a criação de um instituto de pesquisas, como o que a Motorola tem na China, onde se desenvolvem novas tecnologias e plataformas para novos produtos mundiais. Nestas negociações, o apoio da subsidiária local é fundamental, mas a decisão, na maioria das vezes, é feita pela direção central da empresa.

Anexo I

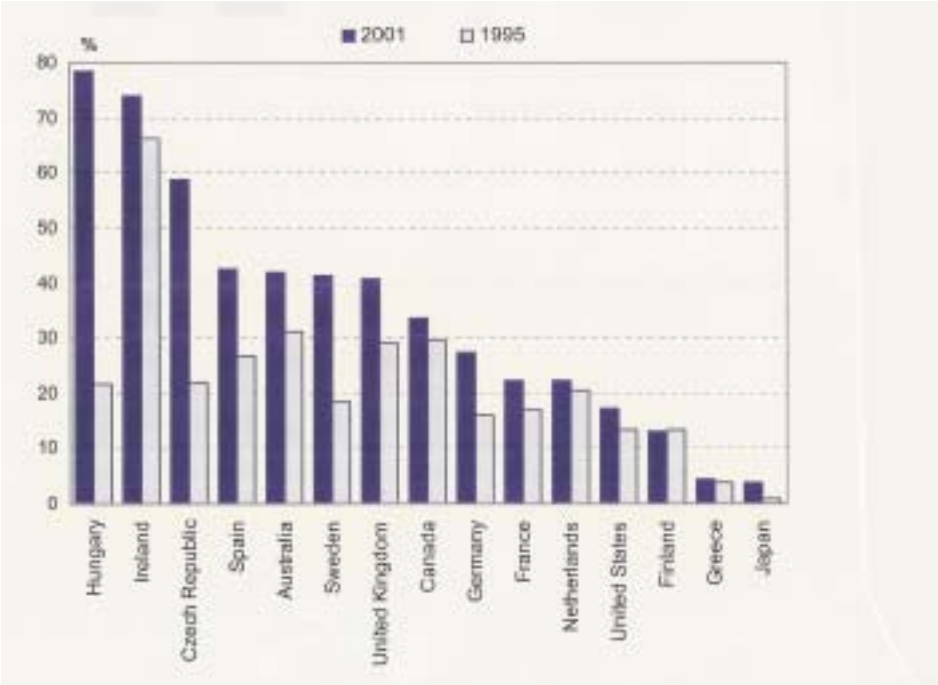
BERD as a % of GDP



Source: OECD Science, Technology and Industry Outlook 2004

Figura 1

Share of BERD controlled by forcing affiliates



Source: OECD Science, Technology and Industry Outlook 2004

Figura 2

REFERÊNCIAS

1. CHESBROUGH, Henry. Workshop on changing business strategies for R&D and their implications for science and technology policy: rappoteur's summary. Paris: OECD, 2001.

2. SHEEHAN, Jerry. Globalisation of R&D: trends, drives and policy implications. In: IST EVENT, 2004, Hague. [S. l. : s. n.], 2004.

3. SCATTERING the seeds of invention: the globalisation of research and development. [S. l.] : Economist Intelligence Unit, 2004.

4. Disponível em: <http://www.innocentive.com>.

5. GLOBALISATION of industrial R&D: policy issues. [S. l.] : OECD,1999.

6. KUEMMERLE, W. The drivers of foreign direct investment into research and development: an empirical investigation. *Journal of International Business Studies*, v. 30, n. 1, 1999.

7. MEYER, K. *FDI spillovers in emerging markets*: a literature review and new perspectives – centre for new and emerging markets. London: Business School, 2003.

8. PLAN to attract multinationals ahead of schedule. *Taiwanheadlines*, 13th Jan. 2004.

9. CHANNELS to anywhere: the supply chain for global talent. [S. l.]: Hewitt, 2004.

Tecnoglobalismo e o papel dos esforços de P,D&I de multinacionais no mundo e no Brasil

José Eduardo Cassiolato[*]
Helena Maria Martins Lastres[**]

1. Introdução

O desenvolvimento brasileiro a partir do pós-guerra foi marcado por dois grandes surtos de investimento direto estrangeiro. No primeiro, de meados dos anos 50 até o final dos anos 70, o capital estrangeiro cumpriu o papel de ator significativo no processo de industrialização substituidora de importações. Sabe-se que uma das principais razões de fracasso relativo desta industrialização foi a incapacidade de a estrutura produtiva brasileira criar capacidade autônoma de geração de tecnologias e de inovação. Esta situação foi radicalmente oposta, por exemplo, àquela dos países do sudeste asiático que no bojo do seu processo de industrialização endogeneizaram esta capacidade por meio, inclusive, do estabelecimento de empresas domésticas de porte significativo e que se tornaram fortes concorrentes globais.

O segundo surto de investimento direto estrangeiro no Brasil realizou-se ao longo dos anos 1990. Associou-se aos processos de abertura, desregulamentação e privatização e foi justificado supostamente para atender a necessidade de modernizar a estrutura produtiva brasileira. De fato, um dos pressupostos destes processos repousava numa visão de que as empresas multinacionais (EMs) trariam suas tecnologias mais avançadas, aumentariam seus esforços internos em P&D e induziriam o conjunto das empresas locais a tomarem a mesma atitude. Para isto, os poucos mecanismos de política

[*] José Eduardo Cassiolato é doutor em desenvolvimento, industrialização e política de ciência e tecnologia, SPRU/Universidade de Sussex (Inglaterra).
[**] Helena Maria Martins Lastres é doutora em desenvolvimento, industrialização e política de ciência e tecnologia, SPRU/Universidade de Sussex (Inglaterra).

industrial voltados ao desenvolvimento tecnológico e adotados pelos diferentes governos foram concebidos sob tal premissa

Após 15 anos, a economia brasileira apresenta algumas das mesmas características, do ponto de vista tecnológico, daquelas observadas no início dos anos 1990. É verdade que diversos sistemas de produção e inovação brasileiros foram capazes de se ajustar à nova realidade trazidas pelas mudanças dos 90, constituindo-se em sucesso significativo do ponto de vista da capacidade tecnológica e inovativa e do conseqüente desempenho econômico, inclusive exportador. Os sistemas de inovação da agroindústria (onde destaca-se o papel da Embrapa), de petróleo e gás (comandados pela Petrobras) e aeroespacial (papel significativo da Embraer) são exemplos concretos de tal situação. Em todos estes casos de sucesso, estratégias de longo prazo com a participação de empresas nacionais e instituições de pesquisa de qualificação mundial foram estabelecidas.

Porém, não se percebe no restante da economia brasileira um aumento significativo da capacitação voltada à inovação. Estas notas pretendem retomar a discussão sobre novas políticas de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I), focalizando o papel das subsidiárias das EMs no processo de desenvolvimento tecnológico do país. O objetivo último é o de subsidiar o debate para a 3ª Conferência Nacional de C&T. Em particular, questiona-se a estratégia de focalizar estas empresas como um dos principais eixos das políticas de inovação.

2. O paradoxo: Brasil importante receptor de investimento direto estrangeiro e pouco importante objeto de gastos em P&D por parte de subsidiárias

O Brasil historicamente tem sido um grande receptor de investimentos estrangeiros. A industrialização baseada em substituição de importações, ao estimular a entrada de capital estrangeiro, fez o Brasil se tornar um dos destinos mais importantes para o investimento direto estrangeiro do final da 2ª guerra mundial até o início dos anos 80. Em 1980 o país tinha o maior estoque de investimento estrangeiro entre os países em desenvolvimento (e o sétimo maior no mundo): US$ 17 bilhões.

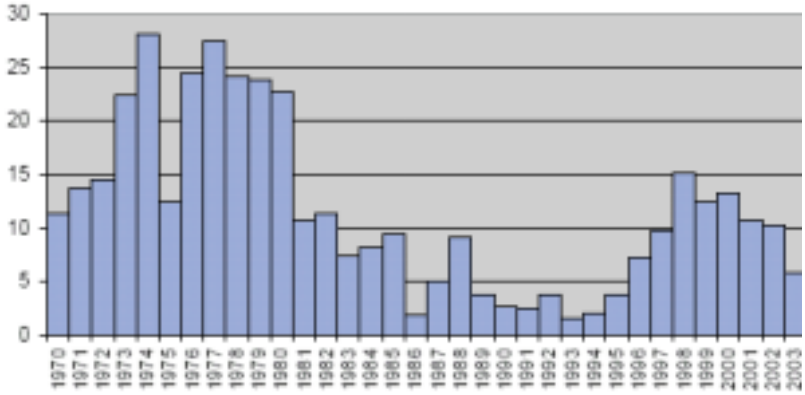
A crise dos anos 80 e a perda de dinamismo do mercado interno contribuíram para que a posição do Brasil, enquanto receptor de investimentos externos, caísse de 1º entre os países em desenvolvimento em 1980 (com 3,6% dos fluxos globais de investimento estrangeiro) para 11º em 1990 (2,6%) e 14º em 1993 (1,1%). O Brasil, que recebia em média 25% de todos os fluxos de investimento direto estrangeiro (IDE), ao longo dos anos 70, passou em pouco tempo a uma posição quase que insignificante (Figura 1).

A abertura comercial, a privatização e a desregulação implementadas a partir do início dos anos 90 alteraram mais uma vez essa situação, fazendo com que o IDE subisse de US$ 1,3 bilhões em 1993 para um montante de US$ 32.8 bilhões em 2000 (Figura 2). Em 2000, o Brasil era o segundo maior receptor de investimento direto estrangeiro entre os países em desenvolvimento, após a China.

O final das privatizações, o esgotamento das possibilidades de aquisições de empresas domésticas com alguma importância, a estagnação do mercado interno e a crise mundial do período fez com os níveis de IDE caíssem significativamente outra vez no período recente 2001-2003 (Figura 2).

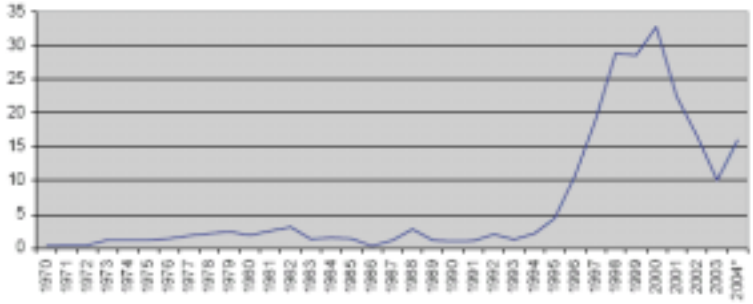
O boom de investimentos estrangeiros diretos no Brasil coincidiu com uma fase histórica do capitalismo associada à globalização e marcada por uma crescente importância das atividades das empresas multinacionais. Dados da UNCTAD (2002) estimam que as vendas mundiais de subsidiárias de EMs, em 2001, somavam US$ 19 trilhões, mais do dobro das exportações mundiais naquele ano.

Em termos comparativos, em 1990 as vendas das subsidiárias das EMs eram apenas 25 % maiores do que o total das exportações mundiais. No período 1990-2001, o estoque global de investimento direto estrangeiro aumentou 13% ao ano, de US$ 1,7 trilhões a US$ 6,6 trilhões, o que pode ser comparado com uma taxa de crescimento anual do PIB mundial de 3,5%. Em 2001, as subsidiárias de EMs eram responsáveis por um terço das exportações mundiais.



Fonte: UNCTAD, 2004.

Figura 1. Participação do Brasil nos fluxos de IDE para países em desenvolvimento, 1970/2003 (%)



Fonte: UNCTAD, 2004.

Figura 2. Brasil. Fluxos de IDE, 1970/2003 (bilhões de US$)

Porém, o aumento dos investimentos diretos estrangeiros no Brasil nos anos 90 não foi acompanhado por uma ampliação dos gastos em P&D por parte das subsidiárias das EMs. A Tabela 1 apresenta a participação relativa, tanto em termos de vendas como no que se refere a gastos em P&D, das subsidiárias das EMs norte-americanas. Pelos dados da tabela pode-se concluir que a maioria significativa das atividades de P&D realizada fora dos Estados Unidos pelas subsidiárias de EMs norte-americanas ocorre em países desenvolvidos. Os gastos em P&D das subsidiárias norte-americanas na União Européia, Japão e Canadá representaram 79,2% do total em 2000. Esta proporção é consideravelmente maior do que a porcentagem das vendas nestes países, que alcançam 66,7% das vendas totais das subsidiárias de EMs norte-americanas.

Com relação aos países em desenvolvimento pode-se observar que, evidentemente as tendências são opostas: a parcela das vendas nos diferentes países com relação ao total é maior do que a parcela dos gastos em P&D em cada país com relação ao total. Há três importantes exceções, todavia: nos caso de China, Coréia e Malásia, a participação nos gastos em P&D é maior do que a participação nos gastos de vendas. O caso chinês é particularmente digno de nota: este país respondia por apenas 1% das vendas totais e por 2,5% dos gastos em P&D das subsidiárias. No caso do Brasil, enquanto as vendas das subsidiárias locais representavam 2,5% das vendas globais, os gastos em P&D representavam apenas 1,3%. No que se refere à relação P&D/vendas apresentada na última coluna da tabela, a posição brasileira é ainda mais insignificante: a relação é de 0,40%, muito inferior a Hungria (0,54%), Cingapura (0,58%), Taiwan, Malásia, Coréia e China.

Tabela 1. Porcentagem nas vendas e em gastos em P&D das subsidiárias das EMs norte-americanas por país de operação – 2000.

País	**% nas vendas**	**% nos gastos em P&D**	**Relação gastos em P&D/vendas**
União Européia, Canadá e Japão	66,7%	79,2%	0,94%
Países em Desenvolvimento			
Hungria	0,3%	0,2%	0,54%
Argentina	1,0%	0,2%	0,15%
Brasil	2,5%	1,3%	0,40%
Chile	0,4%	0,1%	0,11%
México	4,0%	1,5%	0,31%
China	1,0%	2,6%	1,95%
Coréia	0,6%	0,7%	0,86%
Malásia	1,0%	1,1%	0,86%
Cingapura	3,8%	2,8%	0,58%
Taiwan	1,0%	0,7%	0,60%
Tailândia	0,7%	0,1%	0,08%

Fonte: Hiratuka (2003) a partir de dados do US *Bureau of Economic Analisys*

3. AS ESTRATÉGIAS DAS EMS COM RELAÇÃO À INTERNACIONALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DE P&D

A literatura aponta algumas razões principais pelas quais as EMs localizam sua produção além das fronteiras de sua sede principal. Essas

razões são acesso a mercados, acesso a recursos (naturais ou construídos) e/ou busca por maior eficiência produtiva. Apesar de que diversos analistas sugerem a busca por menores salários como sendo o fator mais importante da localização da produção em diferentes partes do globo por parte das EMs, análises mais detalhadas permitem refutar esta que é uma das maiores falácias sobre tal questão. Por exemplo, dados compilados pelo *U.S. Bureau of Economic Analysis* indicam que o determinante mais importante é o acesso a mercados suficientemente grandes e com perspectiva de crescimento. No caso norte-americano, os dados do Usbea mostram que 75% do investimento no exterior das EMs norte-americanas se dirige a outros países desenvolvidos. Apenas no setor manufatureiro 80% da produção de subsidiárias norte-americanas está em países desenvolvidos, onde tal investimento é estimulado por fatores como acesso a mercados, necessidade de produção de bens especialmente desenvolvidos para o mercado local; adaptação de atividades de propaganda, venda, serviços, às especificidades locais, etc (Landefeld e Kozlow 2003).

As razões pelas quais as EMs deslocam (ou não) atividades de P,D&I para outras regiões são mais complexas e atendem a objetivos estratégicos. A Figura 3 apresenta uma visão da internacionalização de P&D, medida como a porcentagem de gastos em P&D realizados em subsidiárias, e a intensidade em P&D (porcentagem de gastos em P&D sobre o faturamento) de 33 grandes empresas multinacionais em setores intensivos em tecnologia para o período 1994-1998. Pelo gráfico percebe-se uma grande dispersão com relação a ambas as variáveis.

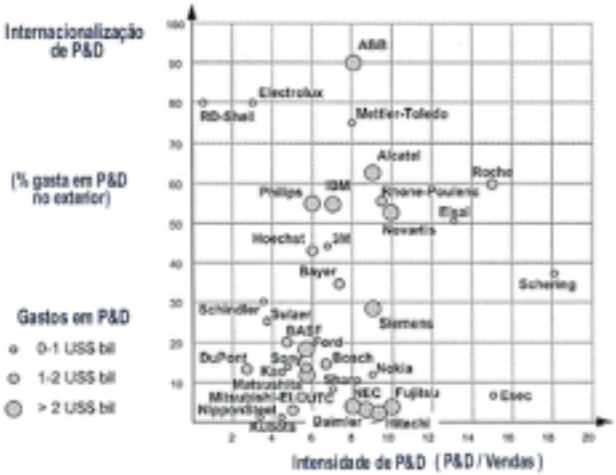
Empresas com índices expressivos de internacionalização de atividades de P&D são as pioneiras deste processo. Isto é, são geralmente empresas multinacionais sediadas em países com pequeno mercado e poucos recursos de P&D no país de sua sede, como, por exemplo, *Novartis e Hoffmann-La Roche*, *Philips, ABB* e *Ericsson*. Empresas destes países – Suíça, Holanda e Suécia (e da Bélgica também) – realizam mais de 50% de sua P&D fora de suas fronteiras nacionais. Nos demais casos a internacionalização é bem mais reduzida.

Apesar de a discussão sobre uma suposta internacionalização da P,D&I ser heterogênea e ambígua, é fato que as EMs controlam uma parcela significativa do estoque mundial de tecnologias avançadas concentram as atividades de P,D&I em seu próprio país de origem. Assim o entendimento

desta questão de forma alguma pode prescindir de considerações geopolíticas e de poder.[1] Mesmo naqueles casos em que estas importantes questões não são explicitadas, diversos argumentos vêm sendo utilizados em apoio à tese de não-globalização da geração e aquisição de conhecimentos.

Alguns argumentam que a estratégia de internacionalização é relativizada por características do padrão de organização industrial dos diferentes setores (Lall 1979, Patel 1996) e condicionada por uma busca de controlar os fluxos de conhecimento mais relevantes. Aponta-se também, contrariamente ao que se apregoa, considerável inércia na internacionalização das atividades de P&D por parte das EMs: estas não internacionalizam suas atividades de P&D na mesma proporção em que internacionalizam suas atividades produtivas (Zanfei 2000, Patel and Pavitt 1999).

Tal não internacionalização é associada, em primeiro lugar, à natureza estratégica e complexa dos sistemas de inovação e o conseqüente enraizamento das atividades das EMs – em particular as atividades de P&D – em seu próprio ambiente local (Cassiolato e Lastres 1999, Narula 2002) e com a necessidade que as grandes EMs têm de manter sua coesão interna (Blanc and Sierra 1999, Zanfei 2000). Portanto, a intensidade das atividades de P&D no exterior por parte das EMs atende a estratégias e a limites muito claros.



Fonte: Gassmann e von Zedtwitz (1999).

Figura 3. Internacionalização de P&D e intensidade em P&D de EMs em setores intensivos em tecnologia 1994-1998.

[1] Este ponto encontra-se desenvolvido em Cassiolato, Lastres e Maciel, 2003.

Uma tentativa de se conhecer mais em detalhe as especificidades do processo de internacionalização de P&D pode ser efetuada a partir da análise das informações de extensa pesquisa em 81 empresas multinacionais e de seus 1041 laboratórios de P&D, em setores de alta e média tecnologia (farmacêutica, química, tecnologias da informação, *software*, eletrônico, bens de capital, automobilística e alimentício), que pretendeu decifrar a estratégia de tais empresas quanto à localização de suas atividades de P&D (Von Zedtwitz e Gassmann, 2002).

Os resultados desta pesquisa sugerem inicialmente uma significativa reserva por parte dessas empresas em investir substancialmente na internacionalização de P&D. As duas principais razões alegadas seriam altos custos de execução e baixa eficácia dos projetos. Uma preocupação principal dos executivos das EMs é que, contrariamente ao apregoado pelos arautos da globalização, "os meios para a efetiva implementação de processos internacionais de P&D não estão disponíveis" (p. 569). Argumenta-se que o estabelecimento de redes de P&D internacionais e a coordenação de projetos transnacionais de P&D constituem-se em tarefas não triviais e com risco elevado. O desafio principal apontado é a distância física entre as unidades de P&D e entre elas e a matriz da empresa.

Alega-se que a distância afeta negativamente a qualidade (e também a freqüência) das comunicações fazendo com que a eficiência dos projetos de P&D se reduza, introduzindo maiores dificuldades de coordenação. Problemas de coordenação e controle são apontados como atrapalhando a exploração de sinergias, essenciais para o sucesso de projetos de P&D conjunto. Apesar do grande avanço possibilitado pelas tecnologias de informação e comunicações, considera-se que a troca de conhecimento tácito, a criação de confiança e de uma cultura de trabalho comum necessita ainda comunicação direta, face-a-face. O resultado é que os departamentos de P&D de uma EM espalhados em diferentes localidades tendem a ser unidades especializadas, com um desafio de efetivamente se comunicarem.

Evidentemente, mesmo com tais problemas, diversos benefícios advindos de realizar atividades de P&D em diferentes regiões existem para as EMs. Dados empíricos revelam que estas empresas de fato utilizam fontes internacionais de tecnologia, por meio do estabelecimento e manutenção de laboratórios de P&D em diferentes partes do globo. Algumas tendências gerais podem ser observadas quanto a este fenômeno:

1. Há diferenças significativas quanto a estratégias de internacionalização de P&D por parte de EMs dependendo da sede do país da empresa: as empresas japonesas realizam por volta de 5% de suas atividades de P&D no exterior; as norte-americanas entre 8 e 12% e as européias por volta de 30%;

2. Existem também diferenças significativas no que se refere à internacionalização das atividades de pesquisa (P) daquelas ligadas ao desenvolvimento (D);

3. Há também importantes diferenças setoriais;

4. Observa-se uma forte concentração da internacionalização de P&D nos países da tríade (Estados Unidos, Europa e Japão).

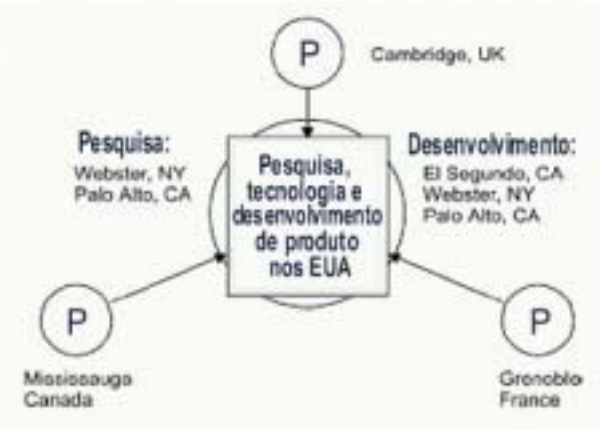
Dentro desta perspectiva, os estudos empíricos mostram que as atividades de pesquisa (P) continuam sendo extremamente concentradas, enquanto as atividades de desenvolvimento mostram-se algo mais dispersas. Uma parte significativa das atividades de P&D das EMs fora de suas fronteiras continua sendo associadas à adaptação e modificação de seus ativos tecnológicos, tendo em vista atender a especificidades locais da demanda ou características domésticas da estrutura produtiva.

Para as 81 EMs que constam da amostra pesquisada por Von Zedtwitz e Gassmann (2002), percebe-se uma forte concentração de atividades de pesquisa básica (P) não apenas nos países da tríade (87,4% do total), mas em poucas regiões: o noroeste (Massachusetts, Nova Jersey e Nova Iorque) e a Califórnia nos Estados Unidos, o Reino Unido, Europa Ocidental (especialmente a Alemanha) e o Japão. De fato, estas cinco regiões sozinhas respondem por 73,2% de todas as unidades de pesquisa básica destas EMs. Nenhuma destas unidades está localizada na América do Sul e na África, enquanto algumas poucas encontram-se na China, Índia e Coréia do Sul. Com relação aos centros de desenvolvimento (D) – apesar de que sua localização coincide em linhas gerais com o que se observa com as unidades de pesquisa básica – observa-se alguma dispersão, incluindo o noroeste dos Estados Unidos, outras regiões européias e se estende, ainda que de maneira reduzida, para outros países do sudeste asiático, Austrália, América Latina e até alguns poucos países africanos. Apenas 53,4% das unidades de desenvolvimento encontram-se nos oito países mais importantes em termos de capacidade de pesquisa. Como ilustração dessas duas situações – internacionalização da pesquisa (P) e internacionalização das atividades de

desenvolvimento (D) – pode-se apresentar o caso de duas EMs (EM1 e EM2) que podem ser consideradas típicas de cada uma delas.

O caso da EM1 (Figura 4) é típico das empresas de alta tecnologia. Ela tem cinco centros de pesquisa, dois em seu país de origem, os EUA (Webster em Nova Iorque, e Palo Alto na Califórnia), e três no exterior (Cambridge no Reino Unido, Grenoble na França e Misissuga no Canadá). O desenvolvimento tecnológico é realizado em três laboratórios nos Estados Unidos: dois juntos com atividades de pesquisa (Webster em Nova Iorque e Palo Alto na Califórnia) e um concentrado apenas em desenvolvimento (El Segundo, Califórnia). A estratégia dessa empresa é a de descentralizar suas atividades de pesquisa básica por meio da manutenção de postos avançados de movimentoramento dos avanços científicos em sua área de competência.

Porém, esta descentralização está sendo acompanhada por uma coordenação fortemente centralizada. No que se refere às atividades de desenvolvimento, elas se encontram no país sede e são altamente conectadas com as atividades de produção (Webster em Nova Iorque, e El Segundo, Califórnia). Uma das unidades é especializada em desenvolvimento de *software* (Palo Alto na Califórnia).



Fonte: Von Zedtwitz e Gassmann (2002).

Figura 4. Organização global das atividades de P&D da EM1.

O caso da EM2 é totalmente diferente (Figura 5) e mais típico do comportamento usual. Nesta empresa as atividades de pesquisa são totalmente centralizadas e as atividades de desenvolvimento são descentralizadas. Atividades de monitoramento do desenvolvimento científico e tecnológico ficam concentradas no país sede. A descentralização das atividades de desenvolvimento é parte do processo de mudança estratégica empreendida pela empresa nos anos 90, quando se determinou que a sua missão principal deveria ser prestador de serviços com forte orientação ao atendimento das necessidades específicas dos consumidores. Nessa estratégia, foi considerado crucial responder rapidamente aos requerimentos regionais e locais.

A estratégia foi implementada, organizando as atividades de desenvolvimento em três níveis:

1. Desenvolvimento corporativo, responsável por engenharia de sistemas, desenvolvimento de componentes-chave e inovações mais gerais. Estas atividades ocorrem em quatro localidades: Ebikon (Suíça), Morristown (Nova Jersey, Estados Unidos), Changai (China) e São Paulo (Brasil). O departamento corporativo mais importante (*Technology Management*) responsável pelos desenvolvimentos mais sofisticados, monitoramento tecnológico, análise estratégica da tecnologia está localizado em Ebikon (Suíça), com pequenas unidades em Morristown e Changai.

2. Desenvolvimento de produtos localizado junto às fábricas produtoras de componentes; estes laboratórios são responsáveis por inovações incrementais e estão localizados em Saragoza (Espanha), Mulhouse e Melune (ambos na França), Locarno (Suíça), Gettisburgh e Sidney (ambos nos Estados Unidos), Ipoh (Malásia) e Changai (China).

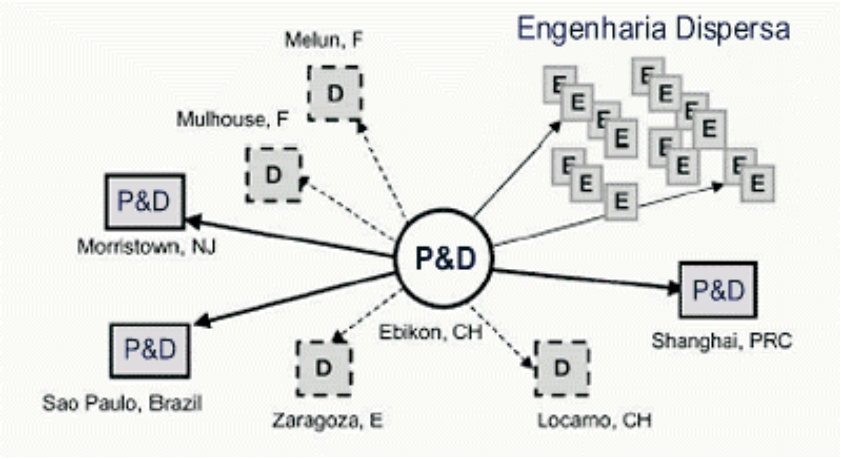
3. Atividades de engenharia, realizadas em mais de cem localidades voltadas a buscar soluções 'customizadas', incluindo adaptações locais de elevadores.

Esses exemplos reforçam a tese de que a internacionalização das atividades de P&D no quadro atual é função ainda mais primordial das estratégias corporativas, o que também contribui para relativizar na mesma medida a influência das políticas locais voltadas a estimular o aumento de P&D. Aqui é importante ressaltar que se é verdade que as estratégias de

internacionalização das atividades de P&D dependem de diversos fatores – em particular o padrão de concorrência enfrentado pela empresa e como ela pretende se posicionar frente à competição local e global – duas motivações básicas são destacadas:

1) proximidade a outras atividades corporativas e a consumidores locais, o que induz à realização de desenvolvimento local de produtos;

2) busca por conhecimentos científicos e tecnológicos disponíveis em apenas alguns poucos centros de excelência no mundo, a qual coloca-se como importante estratégia de monitoramento de possíveis avanços.



Fonte: Von Zedtwitz e Gassmann (2002)

Figura 5. Organização das atividades de P&D da EM2.

Geralmente considera-se que a ciência tem uma racionalidade diversa da tecnologia e que a internacionalização da pesquisa (P) tem uma racionalidade também diferente da internacionalização do desenvolvimento (D). A primeira é levada por uma necessidade de acesso a conhecimento científico e absorção de *know-how* disponível em poucas localidades e de valor geral. Para a segunda, o entendimento e reação às condições e evolução do mercado local é fundamental. O ponto mais significativo é que em ambos os casos, não podem ser esquecidas as importantes questões relacionadas à apropriabilidade do conhecimento e ao fato de que o controle

de conhecimentos e tecnologias mostra-se ainda mais importante nos dias atuais[2].

A partir destas motivações genéricas e que são específicas para as atividades de pesquisa (P) e desenvolvimento (D), a literatura tem sugerido uma série de razões para as EMs localizarem as atividades de pesquisa e desenvolvimento em uma determinada região, dadas as restrições e problemas anteriormente mencionados. A Tabela 2 apresenta uma síntese dos principais motivos. Aparecem como elementos fundamentais: o tamanho e as perspectivas do mercado local; uma potente infra-estrutura científica e tecnológica; a existência de fortes empresas nacionais (públicas e privadas) com alta capacidade tecnológica.

A literatura também indica que políticas de desenvolvimento industrial e tecnológico coerentes com uma perspectiva de longo prazo constituem fator crucial. São igualmente relevantes as condições colocadas pelos países receptores do investimento direto estrangeiro como contrapartida ao acesso ao mercado local. Isto inclui diversos requisitos de desempenho por parte das EMs (como, por exemplo, a obtenção de saldos na balança comercial e de serviços e a agregação de valor dentro das fronteiras do país receptor), e a obrigatoriedade de conexão com os sistemas produtivos e inovativos locais (como por exemplo, acordos cooperativos, *joint ventures* com empresas domésticas etc.).

Tais condições explicam porque alguns países em desenvolvimento, como China, Índia e Coréia têm tido maior sucesso com a atração de atividades de P&D por parte de empresas transacionais. Cabe ainda destacar que nos casos de sistemas nacionais de inovação exitosos, o papel das EMs no esforço inovativo nacional é subsidiário, conforme apontam pesquisas sobre a participação dos gastos em P&D de EMs no total de gastos empresariais em P&D. Esta participação é menor do que 10% em países como o Japão e a Coréia, entre 10% e 20% nos casos dos Estados Unidos e Alemanha e por volta de 30% na Tailândia, país em desenvolvimento com forte presença de empresas multinacionais (Lall e Albaladejo 2003)."

[2] Para detalhes ver, por exemplo, Lastres, Cassiolato e Arroio, 2005.

Tabela 2. Principais razões para as EMs localizarem as atividades de P&D em uma determinada região

Razões para as EMs localizarem as atividades de pesquisa (P)	**Razões para as EMs localizarem as atividades de desenvolvimento (D)**
Proximidade a universidades e parques tecnológicos locais	Tamanho do mercado local
Aproximar-se de redes informais	Apoio local a clientes importantes
Proximidade de centros de inovação	Proximidade a clientes
Base científica doméstica limitada	Cooperação com parceiros locais
Acesso a especialistas locais	Acesso ao mercado
Dividir o risco entre várias unidades de pesquisa	Inovações de processo e adaptação da produção local
Adequar-se a regulações locais	Lançamento simultâneo de produtos globais
Problemas com patenteamento local	Vantagens de custo específicas ao país receptor
Baixa aceitação da pesquisa no país-sede (por ex. genética)	Políticas de proteção n

se centrar, portanto, no tipo e qualidade dos esforços de desenvolvimento tecnológico realizado por subsidiárias de EMs e dos conseqüentes efeitos de longo prazo para o desenvolvimento da economia e sociedades locais.

O debate no Brasil tem se aprofundado em função da existência de diversas pesquisas empíricas, inclusive e particularmente, a Pesquisa de Inovação Tecnológica do IBGE (Pintec). A análise mais detalhada, utilizando-se dados da Pintec, permite inferir que os gastos internos em P&D das subsidiárias de EMs no Brasil são extremamente reduzidos. A Tabela 3 seleciona alguns dos setores manufatureiros intensivos em tecnologia onde a presença do capital estrangeiro é significativa. Segundo a Pintec, as subsidiárias brasileiras de importantes setores (produtos químicos, máquinas para escritório e equipamentos de informática, equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios e fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias) gastam menos de 1% de seu faturamento em atividades internas de P&D. O único setor importante no qual as subsidiárias gastam mais de 1% é o de fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações; porém, mesmo neste setor a proporção de gastos sobre faturamento (1,95%) é extremamente reduzida.

Estes indicadores são muito inferiores do que a média de gastos em P&D sobre o faturamento encontrada em escala mundial. A Figura 3 mostrou que as EMs do complexo eletrônico e farmacêutico gastam mais de 8% de seu faturamento em P&D, enquanto em outros setores de média/alta tecnologias, como química, bens de capital, automobilística, as EMs gastam entre 4 e 8% de seu faturamento em P&D.

Tabela 3. Gastos em P&D interno sobre vendas por parte de subsidiárias de EMs – 2000

Setores	%
Total Brasil	0,64
Indústria de transformação	0,80
Fabricação de produtos químicos	0,75
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,50
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	1,95
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	0,90
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	0,98

Fonte: IBGE

Mais significativa que a baixa intensidade de gastos em P&D é a tendência estrutural. A Tabela 4 mostra a porcentagem dos gastos em P&D executada fora dos Estados Unidos por subsidiárias de EMs norte-americanas, por países e regiões selecionados: 1892, 1989 e o período 1994-2000. Além de notarmos que a maioria significativa de tais gastos seja efetuada em outros países da Tríade (União Européia, Japão e Canadá são responsáveis por mais de 80% dos gastos externos das EMs norte-americanas), observa-se a rápida deterioração dos gastos efetuados no Brasil a partir da crise de 1998, quando o mercado interno perde o dinamismo de curto prazo obtido com os primeiros anos do Plano Real.

Em 2000, apenas 1,27% dos gastos em P&D efetuados por subsidiárias das EMs norte-americanas era realizado no Brasil, porcentagem menor até do que a obtida em 1982 (2,52%). Contraste interessante pode ser feito com as subsidiárias localizadas nos países asiáticas (à exceção do Japão e Cingapura) que até 1998 gastavam em seu conjunto menos do que as subsidiárias brasileiras, e em 2000 já eram responsáveis por mais de 7% dos gastos globais em P&D das subsidiárias das EMs norte-americanas. Destaca-se mais ainda o caso de Cingapura que em 2000 era responsável por 2,77% destes gastos. Este país-ilha ainda mantém setores como telecomunicações, geração de energia, transporte, etc, como monopólios públicos.

O mais interessante, todavia, no caso brasileiro, é que a perda de importância relativa dos gastos em P&D por parte das subsidiárias das EMs se dá num momento em que uma bateria de incentivos é proporcionada pelo governo brasileiro numa tentativa de induzir um comportamento mais inovador por parte destas empresas.

Tabela 4. Porcentagem da P&D executada fora dos Estados Unidos por subsidiárias de EMs norte-americanas, por países e regiões selecionados: 1892, 1989 e 1994/2000

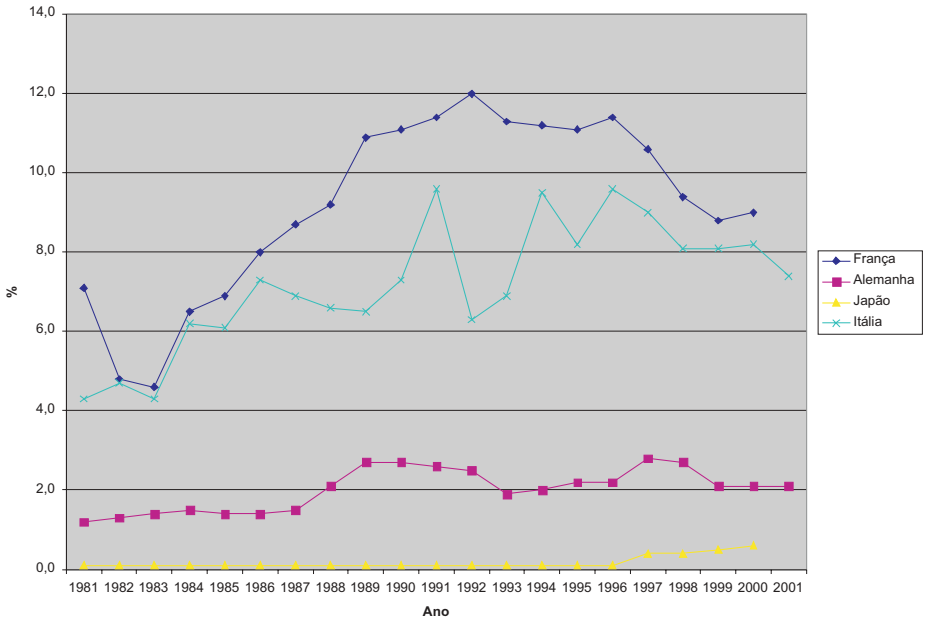
	1982	1989	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Brasil	2,52	1,16	2,00	1,98	2,46	2,99	3,04	1,59	1,27
Ásia e Pacífico*	-	0,73	2,09	1,82	1,75	2,32	1,97	5,42	7,17
México	0,78	0,47	1,54	0,46	0,86	0,86	1,30	1,31	1,54
África do Sul	0,60	0,11	0,12	0,14	0,13	0,15	0,20	0,08	0,11
Cingapura	-	0,30	1,41	0,50	0,63	0,50	0,42	2,55	2,77

* Total dos países asiáticos menos Japão e Cingapura.
Fonte: *National Science Foundation.*

A política brasileira de fornecer incentivos específicos para as subsidiárias das empresas multinacionais realizarem atividades internas de P&D[3] é surpreendentemente diferente daquela praticada por países em desenvolvimento, que têm visto tais empresas aumentarem significativamente seus gastos locais em atividades inovativas. Brooks, Fan, e Sumulong (2003), por exemplo, detalham os mecanismos utilizados por diversos países do sudeste asiático para estimular o investimento direto estrangeiro (p. 8-10). Percebe-se que entre tais mecanismos não se encontra nenhum associado à inovação e tecnologia. Pelo contrário, é no capítulo sobre requisitos de desempenho que se encontram as atividades de P&D: as subsidiárias devem realizar tais atividades como contra-partida dos incentivos e benefícios que recebem. Outras exigências incluem (p. 8-10): conteúdo local mínimo (valor adicionado), balança comercial positiva, níveis mínimos de exportação, participação acionária local mínima (especialmente para a China).

Ao mesmo tempo, percebe-se que nos países que foram capazes de desenvolver com sucesso seu sistema nacional de inovação, o papel desempenhado pela P&D realizada por subsidiárias de EMs é secundário. A título de exemplo, a Figura 6 apresenta a porcentagem de gastos em P&D financiados por fontes externas. Em países como Alemanha e Japão, menos de 2% dos gastos industriais são realizados com fontes externas. Na França e Itália este percentual encontra-se entre 8 e 9%. Segundo dados da Pintec, as subsidiárias de EMs são responsáveis por quase 50% dos gastos em P&D do setor manufatureiro brasileiro.

[3] A relativa pequena importância dada por subsidiárias das EMs às políticas brasileiras explicitamente dedicadas a estimular o seu aumento de gastos em P&D já foi detectada em estudos anteriores (por ex. Matesco 2000).



Fonte: National Science Foundation

Figura 6. Porcentagem dos gastos em P&D industrial financiados por fontes externas

5. Implicações para políticas

A reflexão sobre os pontos discutidos acima – tendo em vista suas implicações para políticas privadas e, principalmente, públicas, releva a importância de avançar no entendimento sobre o papel da C,T&I e do conhecimento no novo padrão de acumulação e novas formas de promoção do desenvolvimento industrial e tecnológico da perspectiva dos países menos desenvolvidos. Um dos principais pontos de discussão sobre as interfaces entre a globalização e a configuração de um padrão sócio-técnico-econômico centrado na informação e no conhecimento recai na existência ou não de uma globalização tecnológica ou tecno-globalismo.[4]

As teses que consideram que a globalização implica em espaços homogêneos e num mundo 'sem fronteiras' são também as que supõem que as informações, conhecimentos e tecnologias são simples mercadorias, passíveis de serem 'transferidas' sob a mediação dos mercados via

[4] Ver, dentre outros, Lastres e Albagli, 1999.

mecanismos de preço. Nestas análises credita-se aos avanços nas tecnologias de informação e comunicação a possibilidade de realização conjunta e de coordenação de atividades de pesquisa e desenvolvimento por participantes localizados em diferentes países do mundo, permitindo tanto a realização de pesquisas integradas em escala mundial, como a difusão rápida e eficiente das tecnologias e conhecimentos gerados. Por um lado, porque supostamente possibilitam uma mais fácil e barata transferência dessas informações e conhecimentos. Por outro lado, porque a difusão dessas novas tecnologias viriam permitir e promover a intensificação das possibilidades de codificação dos conhecimentos, aproximando-os de uma mercadoria passível de ser apropriada, armazenada, memorizada, transacionada e transferida, além de poder ser reutilizada, reproduzida e licenciada ou vendida indefinidamente e a custos crescentemente mais reduzidos. Esse suposto tecno-globalismo, por sua vez, tornaria redundante e, no limite, descabida qualquer tentativa por parte dos governos nacionais ou locais em promover a geração doméstica de conhecimentos e o desenvolvimento sistemas de nacionais e locais de inovação.

Os dados e análises atualmente disponíveis revelam que apenas no caso da "exploração" de tecnologias pode-se falar em tendência à globalização. Realmente verifica-se que grande parte dos países vêm crescentemente consumindo o mesmo conjunto de bens, os quais apresentam semelhante (senão idêntico) grau de conteúdo tecnológico e são produzidos localmente ou importados. Tal conjunto inclui principalmente os denominados bens intermediários (máquinas, equipamentos e insumos industriais, etc.) e bens de consumo final, como por exemplo: eletrodomésticos (televisores, aparelhos de som, etc.), automóveis e até mesmo computadores e outros tão ou mais tecnologicamente sofisticados. Mesmo neste caso, evidentemente que o acesso a tais bens está longe de ser generalizado, restringindo-se às camadas sociais com maior poder aquisitivo em cada país.

Nos demais casos de suposta tendência a um tecno-globalismo – geração e realização de acordos de cooperação tecnológica – verifica-se uma marcante concentração e, em muitos casos, reconcentração, da produção de informações, conhecimentos e tecnologias considerados estratégicos em unidades e espaços econômicos bastante delimitados. A globalização tende a reforçar o caráter cumulativo das vantagens competitivas dos grandes conglomerados, cujo campo de atuação é cada vez mais global, mas cujas sedes e centros de decisão localizam-se em seus países de origem. Tais

organizações vêm instalando redes de informação mundiais internas por meio das quais podem articular as atividades de financiamento, administração, pesquisa e desenvolvimento (P&D), produção e *marketing* em escala global.

Esta reconcentração da geração de novos conhecimentos é inclusive vista como um meio de garantir, aos conglomerados econômicos dos países mais avançados, a apropriação dos resultados de seus elevados investimentos em P&D. Especialmente em conjunturas de grandes e profundas incertezas e transformações, como aquelas associadas à mudança de paradigma tecno-econômico, quando os regimes de apropriação são seriamente enfraquecidos, assim como o são as chamadas barreiras à entrada por parte de novos concorrentes, dando margem à abertura de "janelas de oportunidades". E mais ainda quando, como é o caso atual, a geração e difusão de novos conhecimentos e inovações mostra-se fundamental para as estratégias competitivas públicas e privadas.

Assim, contrariamente à visão sobre uma pretensa internacionalização dos esforços e resultados do desenvolvimento científico e tecnológico, o padrão que se observa é o de uma concentração de tais atividades, com as articulações sendo efetuadas quase que exclusivamente entre os países (e segmentos sociais) tecnologicamente mais avançados. Dentro desta lógica, para um conjunto de autores, em oposição aos defensores da vertente do tecno-globalismo, a geração e difusão de conhecimentos e de inovações representa exatamente um dos casos de não-globalização.

Do mesmo modo, ainda que concordando que, com o desenvolvimento das novas tecnologias de informação e comunicação, realmente cresceram as possibilidades concretas da difusão de informações/conhecimento codificado à escala global, os argumentos que criticam as teses do tecno-globalismo chamam a atenção para o fato de que essas possibilidades não são distribuídas igualmente entre os diferentes grupos sociais, empresas, setores, países ou regiões do mundo. Além disso, o acesso a conhecimentos codificados não é suficiente para que um indivíduo, empresa, país ou região se adapte às novas condições técnicas e de evolução do conhecimento; em épocas em que as mudanças são muito rápidas, somente aqueles que estão envolvidos na criação do conhecimento dispõem de possibilidades reais de absorver e fazer uso deste maior acesso.

É portanto importante reiterar que a aquisição de tecnologia no exterior não substitui jamais esforços locais. Ao contrário, é necessário muito

conhecimento para poder interpretar a informação; selecionar, comprar (ou copiar), transformar e internalizar a tecnologia. Na realidade, mostra-se também bastante ingênuo pensar que alguma empresa estaria disposta a "transferir" ou compartilhar precisamente o conhecimento, isto é seu ativo mais estratégico e valioso. Nesse sentido – e conforme discutido acima considerando as pressões para sua privatização e controle do conhecimento – a idéia de que a tecnologia está se tornando uma mercadoria global vai de encontro à realidade e à razão.

Este texto visou refletir sobre os desafios e limites de se incluir dentre as prioridades da política de C,T&I brasileira o apoio à realização no país de atividades de P&D por parte de subsidiárias de EMs. No quadro de uma economia crescentemente globalizada e dentro do modelo de industrialização seguido pelo Brasil a realização de tais esforços deve ser vista no máximo como complementar ao desenvolvimento tecnológico de empresas nacionais e jamais o seu substituto. O uso de recursos públicos para subsidiar atividades as quais, argumentamos, serão aqui realizadas ou não, independentemente das políticas nacionais específicas para estimulá-las parece um contra-senso num país com tantas necessidades de desenvolvimento econômico e social.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. Empresas transnacionais e suas patentes no Brasil: resultados iniciais de uma investigação sobre a internacionalização de atividades tecnológicas. R*evista de Economia Contemporânea*, v. 4, n. 2, 2000.

BLANC, H.; SIERRA, C. The internationalisation of R&D by multinationals: a trade-off between external and internal proximity. *Cambridge Journal of Economics*, v. 23, p. 187-206, 1999.

BROOKS, D. H.; FAN, E. X.; SUMULONG, L. R. Foreign direct investment in developing Asia: trends, effects and likely issues for the forthcoming WTO negotiations Manilha: Asian Development Bank. Economics and Research Department, 2003. (ERD working paper, n. 38).

CASSIOLATO, J. E., LASTRES, H. M. M. (Ed.). *Globalização e inovação localizada*: experiências de sistemas locais do Mercosul. Brasília: IBICT, 1999.

_____; _____; MACIEL, M. L. (Ed.). *Systems of innovation and development*: evidence from Brazil. Cheltenham: Elgar, 2003.

GASSMANN, O.; ZEDTWITZ, M. von. New concepts and trends in international R&D organization. *Research Policy*, n. 28, p. 231–250, 1999.

HIRATUKA, C. The role of transnational corporations in the Brazilian national system of innovation. *Texto para discussão, NEIT*, Campinas, SP, v. 1, n. 3, 2003.

KLEVORICK, Levin; NELSON, R.; WINTER, S. On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities. *Research Policy*, n. 24, p. 185-205, 1995.

LALL, S. The international allocation of research activity by U. S. multinationals. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, v. 41, p. 313-331, 1979.

LANDEFELD, J. S.; KOZLOW, R. Globalisation and multinational companies: what are the questions, and how well are we doing in answering them?. In: CONFERENCE OF EUROPEAN STATISTICIANS, STATISTICAL COMMISSION AND ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, 2003, Genebra. [S. l. : s. n.], 2003.

LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S. (Org.). *Informação e globalização na era do conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

_____; CASSIOLATO, J.; ARROIO, A. *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ/Contraponto, 2005.

MATESCO, V. Comportamento tecnológico das empresas transnacionais em operação no Brasil. [S. l.]: Sobeet, 2000.

NARULA, R. Innovation systems and *inertia* in R&D location: Norwegian firms and the role of systemic lock-in. *Research Policy*, v. 31, p. 795-816, 2000.

PATEL, P. Are large firms internationalising the generation of technology?: some new evidence. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 43, p. 41-47, 1996.

_____; PAVITT, K. Global corporations & national systems of innovation: who dominates whom? In: ARCHIBUGI, D.; HOWELLS, J.; MICHIE, J. (Ed.). *Innovation policy in a global economy*. Cambridge: Cambridge University, 1999.

UNCTAD. *FDI policies for development:* national and international perspectives: world investment report, 2003. Genebra: United Nations, 2003

_____. *Foreign direct investment and the challenge of development*: world investment report, 1999. Genebra: United Nations, 1999.

_____. *Transnational corporations and export competitiveness*: world investment report, 2002. Genebra: United Nations, 2002.

ZEDTWITZ, M. von.; GASSMANN, O. Market versus technology drive in R&D internationalization: four different patterns of managing research and development. *Research Policy*, n. 31, p. 569-588, 2002.

ZANFEI, A. Transnational firms and the changing organisation of innovative activities. *Cambridge Journal of Economics*, v. 24, p. 515-42, 2000.

Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia do Brasil com Países da América do Sul (Prosul)

Lindolpho de Carvalho Dias[*]

Motivado pela decisão dos presidentes dos países da América do Sul, em sua reunião ocorrida em agosto de 2002, na cidade de Brasília, no sentido de se criar um Fundo Sul-Americano visando a cooperação científica e tecnológica na região, o governo do Brasil, por meio da Portaria nº 872, de 20 de dezembro de 2001, do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), criou o Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia do Brasil com Países da América do Sul (Prosul).

O referido programa tem por objetivo apoiar atividades de cooperação em ciência e tecnologia (C&T) na América do Sul que contribuam, de forma sustentada, para o desenvolvimento científico e tecnológico da região, mediante a geração e apropriação de conhecimento e a elevação da capacidade tecnológica dos países, em temas selecionados por sua relevância estratégica e que levem à melhoria da qualidade de vida dos seus cidadãos. Esse apoio inclui atividades de identificação, prospecção e formulação de iniciativas conjuntas mediante encontros, seminários e outras atividades que favoreçam o contato e o intercâmbio de experiências da comunidade científica e tecnológica da região.

Destaca-se aqui que o Programa Sul-Americano visa essencialmente o desenvolvimento da cooperação entre instituições e grupos de pesquisa da América do Sul, por meio da mobilidade entre os cientistas envolvidos no processo. Nesse sentido, não se pretende financiar estruturas físicas ou a aquisição de equipamentos.

---

[*] Lindolpho de Carvalho Dias é presidente do Comitê Gestor do Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia (Prosul).

Previu-se a implantação de um sistema flexível e expedito, cuja administração, no âmbito do MCT, ficou a cargo de um Comitê Gestor, apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), conforme estabelecido no Documento Básico Brasileiro, aprovado pela portaria acima mencionada (anexo 1).

Assim, o Comitê Gestor é o responsável pela supervisão e a coordenação superior do programa. É designado pelo Ministro da Ciência e Tecnologia e composto por representantes das comunidades científica, tecnológica e empresarial além de representantes da Secretaria Executiva do MCT, do CNPq, da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do Ministério das Relações Exteriores (MRE). Cabe ao CNPq as atividades referentes ao apoio para escolha dos projetos a serem aprovados pelo Comitê Gestor e sua subseqüente execução.

O MCT imediatamente designou os membros do Comitê Gestor (presentemente o Comitê Gestor está constituído conforme indicado no Anexo 2) e, ainda em 2001, colocou à disposição do programa uma verba orçamentária, no valor total de R$ 1.635 milhão, dando início às suas atividades com a aprovação de nove projetos de cooperação e a implantação da secretaria do programa.

Durante o ano de 2002, contando com um orçamento de R$ 1.200 milhão, o Comitê Gestor elaborou duas diretrizes de chamadas de projetos, a saber:

- Apoio a atividades de cooperação em C&T do Brasil com países da América do Sul;
- Ação induzida Brasil-Argentina.

O primeiro documento definiu ações visando "fomentar e apoiar o intercâmbio de alto nível, buscando identificar atividades conjuntas e incrementando a cooperação científica e tecnológica entre pesquisadores brasileiros e dos demais países sul-americanos". Considerou-se as seguintes três modalidades de apoio, em que se exigia a participação de pesquisadores em C&T de pelo menos um país sul-americano, além do Brasil:

Tipo I – Missões identificadoras de atividades de cooperação

Tipo II – Apoio financeiro a eventos de C&T

Tipo III – Atividades de pesquisa conjunta em C&T

Quanto ao segundo documento, motivado pelo desejo de se dar de imediato um apoio aos pesquisadores argentinos, em um momento de dificuldades econômicas, teve por objetivo "fomentar e apoiar ações de pronta implantação visando o desenvolvimento da cooperação Brasil-Argentina em ciência e tecnologia". Consideraram-se as seguintes modalidades de ações:

Ação I – Bolsa de professor visitante

Ação II – Bolsas de pós-doutorado e de doutorado sanduíche, no Brasil e na Argentina.

Para esses dois sub-programas foram feitas duas chamadas, em maio e julho de 2002, tendo havido uma grande demanda, tanto para projetos relativos ao programa de apoio a atividades de cooperação em C&T quanto para projetos relativos ao programa de ação induzida Brasil-Argentina.

Com relação ao primeiro dos sub-programas, apoio a atividades de cooperação em C&T, foram aprovados 47 projetos no valor total de R$ 1 milhão e, para o subprograma de ação induzida, aprovaram-se 27 projetos no valor total de R$ 400 mil. Além disto, destinou-se R$ 140 mil para a Academia Brasileira de Ciências cobrir as despesas com pessoal sul-americano na reunião do *International Council of Scientific Organizations* (ICSU), e mais R$ 60 mil para fazer face às despesas com a administração do programa.

Durante o primeiro semestre de 2003, as atividades do Prosul se concentraram no desenvolvimento dos projetos aprovados relativos às chamadas de maio e julho, que tiveram um reforço orçamentário de R$ 400 mil, à conta do orçamento de 2003.

Uma vez definidos os valores orçamentários para 2003, num total de R$ 3 milhões, e fixadas as diretrizes estabelecidas pelo novo governo, decidiu-se partir para uma revisão dos termos das chamadas originais. Tendo em vista a recuperação da situação econômica da Argentina resolveu-se dar por encerrado o subprograma "ação induzida Brasil-Argentina".

Foram então elaboradas duas novas chamadas relativas a subprogramas sob os títulos:

1) Apoio a atividades de cooperação em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P,D&I) e para eventos de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I);

2) Apoio à formação de redes de projetos temáticos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

A primeira dessas chamadas manteve o primeiro dos subprogramas iniciais, com ligeiras adaptações resultantes da experiência anterior. Considerou-se, além de se exigir a presença de, no mínimo, dois países além do Brasil, duas modalidades de apoio:

Tipo I – Apoio financeiro a atividades de cooperação em projetos de P,D&I;

Tipo II – Apoio financeiro a eventos de C,T&I.

O segundo documento visou o estímulo à formação de redes de instituições cooperando em temas relevantes de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Foi estabelecida a exigência de se contar com pelo menos dois países sul-americanos além do Brasil, tendo sido aprovadas 11 propostas de redes.

Em 2003, foram aprovados inicialmente 30 projetos remanescentes de 2002, correspondendo a uma chamada iniciada em setembro de 2002, no valor de R$ 600 mil.

Relativamente às chamadas estabelecidas no início de 2003, acima mencionadas, foram aprovados 30 projetos de apoio a atividades de cooperação no valor de R$ 920 mil e 11 redes de projetos temáticos no valor de R$ 1 milhão. Além disto, graças a um crédito suplementar, foram destinados R$ 250 mil para apoiar o Instituto de Matemática e Ciências Afins (Imca), com sede no Peru. Reservou-se R$ 80 mil para atividades suplementares e administrativas para o início de 2004.

Para o ano de 2004 contou-se com um orçamento de R$ 3 milhões, dos quais foram reservados R$ 1 milhão para atender a projetos especiais de ações induzidas referentes a prioridades do Ministério da Ciência e

Tecnologia, e destinados R$ 2 milhões para editais de chamadas de projetos, tendo sido preparados dois editais, cuja linha manteve a orientação daquela adotada em 2003, com o apoio a atividades de cooperação e eventos e também à formação de redes; para essa últimas passou-se a exigir a presença de, pelo menos, três países além do Brasil e de no mínimo seis instituições.

A análise de 130 propostas apresentadas levou o Comitê Gestor a aprovar 23 projetos relativos ao subprograma realização de eventos, no valor de R$ 480 mil, 19 propostas referentes ao subprograma projetos conjuntos de pesquisas, no valor de R$ 520 mil e 12 projetos referentes à formação de redes de projetos temáticos, no valor de R$ 1 milhão. Todos esses projetos estão sendo implementados, tendo o repasse financeiro correspondente sido integralmente efetivado.

Posteriormente, foram acrescentados mais três projetos no valor total de R$ 86 mil, resultante de sobras da reserva para os projetos especiais.

Em resumo, no período de 2001 até 2004, foram aprovados um total de 208 projetos, no valor total de R$ 7.700 mil com a seguinte distribuição:

		Valor
Projetos iniciais	9	R$ 1.755.000.00
Pesquisa conjunta	118	R$ 2.576.000.00
Eventos	58	R$ 1.369.000.00
Redes	23	R$ 2.000.000.00

Relativamente a 2005 foi feita uma previsão orçamentária inicial de R$ 3 milhões, cujas chamadas correspondentes estão sendo previstas para os últimos meses do primeiro semestre, devendo ser mantida a política adotada em 2004.

Dada a reação inicial extremamente favorável por parte das comunidades científicas dos diversos países ao Prosul, imagina-se que já se tem um ambiente propício para, em futuro não muito distante, iniciar os trabalhos de estruturação do Fundo Sul-Americano, que poderá sem dúvida vir a ter uma excelente interface com outros programas que já vêm sendo desenvolvidos, como, por exemplo, o Recyt e o Cyted.

É de se notar que até o presente momento o Prosul vem se desenvolvendo de modo bastante eficiente e com uma administração leve, cujo modelo poderia não só ser mantido, como servir de exemplo para os outros programas.

Neste sentido, destaca-se o fato de que o governo do Brasil, por meio do Ministério da Ciência e Tecnologia, tendo em vista o desempenho do Prosul, criou, em julho de 2004, um novo programa em bases semelhantes, visando o desenvolvimento da cooperação científico-tecnológica com países da África, batizado de Programa de Cooperação Temática em Matéria de Ciência e Tecnologia (Proáfrica), que se encontra em fase de implantação e cujo documento básico está no Anexo 3. Inicialmente as atividades deste programa deverão se concentrar na cooperação com os países africanos de língua portuguesa, especialmente, Angola, Moçambique e Cabo Verde

Anexo 1

Portaria MCT nº 872, de 20.12.2001

O MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, no uso de suas atribuições, resolve:

Art. 1º Aprovar o Documento Básico Brasileiro para o Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

RONALDO MOTA SARDENBERG

Publicada no D.O.U. de 26.12.2001, Seção I, pág. 8.

Prosul – Programa Sul-Americano

1. Introdução – Instrumento Normativo

O Documento Básico Brasileiro do Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia é transcrito a seguir.

2. Objetivo

O Prosul – Programa Sul-Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia tem por objetivo apoiar atividades de cooperação em ciência e tecnologia (C&T) na América do Sul que contribuam, de forma sustentada, para o desenvolvimento científico e tecnológico da região, mediante a geração e apropriação de conhecimento e a elevação da capacidade tecnológica dos países, em temas selecionados por sua relevância estratégica e que levem à melhoria da qualidade de vida dos seus cidadãos. Esse apoio inclui atividades de identificação, prospecção e formulação de iniciativas conjuntas mediante encontros, seminários e outras atividades que favoreçam o contato e o intercâmbio de experiências da comunidade científica e tecnológica da região.

Entre outros resultados, espera-se que a criação de uma plataforma comum de iniciativas regionais em C&T, apoiada pelo programa, venha a fortalecer eventuais projetos conjuntos de cooperação que possam, no futuro,

ser submetidos às instâncias nacionais e multilaterais de fomento, além de favorecer parcerias com as comunidades empresarial e industrial sul-americanas.

O Prosul estimulará iniciativas convergentes e contrapartidas dos demais países da região às atividades previstas, o que levará à adequação de sua organização institucional.

Os documentos normativos brasileiros do Prosul são o Documento Básico do Prosul e o Manual do Usuário do Prosul.

3. Histórico

O programa foi objeto de proposta brasileira apresentada na Reunião de Presidentes da América do Sul, realizada em 31 de agosto a 1 de setembro de 2000, no contexto da geração de um espaço integrado sul-americano na área de ciência, tecnologia e inovação, o qual foi contemplado na Lei Orçamentária sob a denominação "Desenvolvimento de Projetos Conjuntos de C&T entre o Brasil e os países da América do Sul".

Em que pese a importância de iniciativas vigentes, o Prosul, ao aportar novos recursos para a região, vem ampliar a cooperação entre países da América do Sul para sua capacitação científica e tecnológica, por meio de mecanismos como:

• intensificação dos esforços cooperativos de pesquisa científica e tecnológica;

• a crescente articulação entre os organismos multilaterais e os projetos de cooperação que eventualmente apoiam.

O programa tem por objetivo dotar o sistema de ciência e tecnologia sul-americano de instrumento que permita a formulação de uma estratégia regional própria nesta área.

4. Estratégias – O programa deverá:

a) Promover a criação de mecanismos ágeis que identifiquem linhas de cooperação científica e tecnológica entre os países da América do Sul.

b) Estimular a contribuição dos demais países da região para o sucesso da cooperação regional.

c) Adotar modelo de gestão flexível e transparente para os clientes, de modo a atender com agilidade às suas necessidades.

d) Realizar ações coordenadas às iniciativas regionais já em curso, procurando formar parcerias com organismos internacionais para implementação de programas conjuntos de cooperação em ciência e tecnologia.

e) Favorecer ações ancoradas em centros de excelência.

f) Apoiar a mobilidade associada à estruturação de "projetos integrados", de interesse de dois ou mais países, preferencialmente aqueles que promovam a articulação e a sinergia de iniciativas de cooperação na região.

g) Avaliar periodicamente suas ações por meio de auditorias científico-tecnológicas – e eventualmente econômicas – independentes, que subsidiarão o processo decisório do Fundo.

5. Modalidades de Fomento

5.1. Atividades continuadas de cooperação em C&T

- Missões exploratórias
- Realização de eventos
- Reuniões de trabalho/ elaboração de documentos
- Visitas técnicas
- Especialistas Visitantes
- Outras atividades pertinentes

5.2. Apoio a projetos cooperativos. Redes cooperativas. Realização de eventos

6. Resultados esperados

Com o objetivo último de melhorar a qualidade de vida na região e aumentar a competitividade das empresas sul-americanas, o Prosul deverá buscar os seguintes resultados imediatos:

• Identificação adequada de demandas e oportunidades de cooperação regional em C&T;

• Participação significativamente crescente do número de países e de recursos aplicados ao financiamento e à execução de atividades cooperativas de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico na região, apoiadas pelo Prosul;

• Aumento percentual no desenvolvimento de projetos cooperativos na América do Sul, apoiados pelo Prosul;

• Maior número de instituições beneficiadas na região;

• Maior e melhor capacitação de recursos humanos para a C&T da região.

7. Organização e competências– A estrutura do programa é composta por:

• Comitê Gestor do Prosul;

• Secretaria do Comitê Gestor;

• Agência de Implementação e Apoio (CNPq);

• Instituições Executoras.

7.1. Comitê Gestor do Prosul

As funções de supervisão e coordenação superior do programa serão exercidas por seu Comitê Gestor, criado por Portaria do Ministro da ciência e tecnologia, com as seguintes competências:

• decidir sobre a alocação de recursos e sua distribuição para atuar de forma integrada com outros programas nacionais e internacionais de apoio às atividades de cooperação internacional em ciência e tecnologia, bem como para atender à demanda específica do Prosul;

• aprovar e dar prioridade a propostas de atividades e projetos no âmbito do Prosul.

• aprovar parcerias institucionais e propor formas de operação cooperativa para implementação do Prosul;

• aprovar o Manual do Usuário e suas modificações, bem como sugerir eventuais emendas ao Documento Básico;

• coordenar o processo de avaliação e acompanhamento de atividades e projetos, que poderá incluir a nomeação de consultores "ad hoc" ou comitês assessores;

• acompanhar e avaliar a implementação do Prosul, em consonância com as estratégias definidas pelo Documento Básico, aprovando para tanto Planos Anuais e Relatórios de Desempenho;

7.1.1 O Presidente do Comitê Gestor poderá, em casos de urgência, tomar decisões *ad referendum* do Comitê.

7.1.2 Composição do Comitê Gestor:

a) Membros natos:

• Presidente do Conselho, indicado pelo MCT;

• Um representante da Assessoria de Cooperação Internacional do MCT, como substituto eventual do Presidente;

• Um representante da Diretoria do CNPq;

• Um representante da Diretoria da Finep;

• Um representante do MRE.

b) Representantes da comunidade científica, tecnológica e empresarial:

• Quatro membros da comunidade científica, tecnológica e empresarial, indicados pelo Ministro de C&T, com mandato de três anos.

7.2. Secretaria do Comitê Gestor – O Comitê Gestor contará com uma secretaria de apoio, subordinada ao presidente e encarregada de:

• apoiar ou atender diretamente o Presidente;

• secretariar o Comitê Gestor;

• fazer a interface do Comitê Gestor com o CNPq;

• tomar as medidas necessárias à viabilização das ações continuadas de cooperação.

7.3. Agência de implementação e apoio

A Agência de Implementação e Apoio às atividades aprovadas pelo Comitê Gestor do Prosul será o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que realizará as atividades que estiverem sob sua responsabilidade, em coordenação com a Secretaria do Comitê Gestor, de acordo com as seguintes competências:

• elaborar, em coordenação com a Assessoria de Cooperação Internacional do MCT os termos de referência para divulgação do programa;

• elaborar, em coordenação com a Assessoria de Cooperação Internacional do MCT o Manual do Usuário do Prosul;

• elaborar relatórios de demanda (projetos em carteira) para subsidiar a análise de projetos no âmbito do Comitê Gestor;

• apoiar a atividade de Avaliação e Acompanhamento;

• cumprir e fazer cumprir as decisões do Comitê Gestor do Prosul;

• repassar os recursos e viabilizar os projetos aprovados pelo Comitê Gestor;

• assistir às instituições executoras para elaboração de propostas e implementação dos projetos;

• submeter ao Comitê Gestor proposta de termos de referência para os variados formatos de chamada de projetos, em articulação com outras instituições nacionais de C&T e organismos internacionais;

• Manter o Comitê Gestor informado sobre o andamento de programas de cooperação internacional e seus respectivos recursos, com vistas a subsidiar a discussão do interesse de aplicar recursos do Prosul para apoiá-los.

7.4. Instituições executoras

• Instituições governamentais brasileiras e dos países sul-americanos;

• Instituições de ensino superior, institutos de pesquisa e desenvolvimento e organizações de cunho científico e tecnológico, públicos e privados, sem fins lucrativos dos países da América do Sul;

• Organismos, redes e consórcios multilaterais de cooperação científica e tecnológica, públicos e privados, sem fins lucrativos.

8. Avaliação e acompanhamento de atividades e projetos

As funções de avaliação e acompanhamento das atividades e projetos do Prosul serão exercidas por assessores *Ad Hoc ou* comitês assessores indicados pelo Comitê Gestor com o objetivo específico de:

• examinar no mérito o conjunto de projetos em carteira, com base nos relatórios de demanda elaborados pelo CNPq e pela Assessoria Internacional do MCT e recomendar para execução ao Comitê Gestor;

• realizar o acompanhamento e avaliação das atividades desenvolvidas.

As atividades de acompanhamento e avaliação serão implementadas de acordo com as normas estabelecias pelo Comitê Gestor e constantes do Manual do Usuário.

Os processos de acompanhamento e avaliação do Prosul serão orientados para o seu planejamento e gestão estratégica, complementando as instruções a serem obtidas como resultado de estudos prospectivos para possibilitar intervenções recomendadas pela experiência no sentido de melhorar sua eficiência e aumentar sua eficácia.

9. Normas e procedimentos

As normas e procedimentos necessários à implementação do Prosul estão contidos no Manual do Usuário.

Anexo 2

Membros do Comitê Gestor do Prosul

Março de 2005

Lindolpho Carvalho Dias, Presidente;

Everton Frask Lucero, do MCT;

Maria Cláudia Diogo, do CNPq;

Fábio Celso de Macedo Soares Guimarães, da Finep;

Otávio Cardoso Alves Velho, Museu Nacional/UFRJ;

Walter Colli, do Departamento de Bioquímica/USP;

Jacob Palis Júnior, do Instituto de Matemática Pura e Aplicada – IMPA;

Marcos José Marques, do Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE;

Obs. O MRE está em fase de indicação de novo representante.

ANEXO 3

PRÓ ÁFRICA

GABINETE DO MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PORTARIA Nº 363, DE 22 DE JULHO DE 2004

O Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, no uso de suas atribuições, e

considerando o que consta da Declaração Final da II Reunião Ministerial de ciência e tecnologia da comunidade dos países de língua portuguesa, considerando os Programas de Trabalho firmados em 2003 entre Brasil e Angola e Brasil e Moçambique,

considerando o Memorando de Entendimento entre Brasil e Moçambique sobre Tecnologias da Informação e Comunicação, resolve:

Art. 1º Aprovar o anexo documento básico brasileiro para o Programa de Cooperação Temática em matéria de Ciência e Tecnologia (Proáfrica).

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

EDUARDO CAMPOS

Anexo

Proáfrica – Programa de Cooperação Temática em Matéria de Ciência e Tecnologia

1. Introdução – Instrumento Normativo

O Documento Básico Brasileiro do Proáfrica é transcrito

a seguir:

2. Objetivo

O Proáfrica tem por objetivo contribuir para a elevação da capacidade científico-tecnológica dos países africanos, por meio do financiamento da mobilidade de cientistas e pesquisadores com atuação em projetos nas áreas selecionadas por sua relevância estratégica e interesse prioritário para a cooperação científico-tecnológica.

Entre outros resultados, espera-se que a criação de uma plataforma omum de iniciativas regionais em C&T, apoiada pelo programa, venha a fortalecer eventuais projetos conjuntos de cooperação que possam, no futuro, ser submetidos às instâncias nacionais e multilaterais de fomento, além de favorecer parcerias com as comunidades empresarial e industrial sul-americanas. O Proáfrica estimulará iniciativas convergentes e contrapartidas dos demais países da região às atividades previstas, o que levará à adequação de sua organização institucional.

Os documentos normativos brasileiros do Proáfrica são: o Documento Básico do Proáfrica, a Declaração Final da II Reunião Ministerial de ciência e tecnologia dos países da comunidade dos países de língua portuguesa e o Manual do Usuário do Proáfrica

3. Histórico

O programa foi objeto de proposta brasileira apresentada na II Reunião Ministerial de ciência e tecnologia dos países da comunidade dos países de língua portuguesa, realizada em 5 de dezembro de 2003, na cidade do Rio de Janeiro. Em que pese a importância de iniciativas vigentes, o Proáfrica, ao aportar novos recursos para a região, vem ampliar a cooperação entre os

países signatários para sua capacitação científica e tecnológica, por meio de mecanismos como:

• intensificação dos esforços cooperativos de pesquisa científica e tecnológica;

• a crescente articulação entre os organismos multilaterais e os projetos de cooperação que eventualmente apoiam;

O programa tem por objetivo dotar o sistema de ciência e tecnologia de instrumento que permita a Formulação de uma estratégia regional própria nesta área.

4. Estratégias

O programa deverá:

a) promover a criação de mecanismos ágeis que identifiquem linhas de cooperação científica e tecnológica, principalmente no que respeita as ciências humanas e sociais, em especial estudos sobre Estados Nacionais, Políticas Públicas, Relações de Poder, Estudo de Comunidades, Planejamento Econômico, Religiosidade, Laços de Identidade, Línguas e Multiculturalidade;.

b) elaborar programas e projetos nacionais na área de ciência e tecnologia; e

c) promover o desenvolvimento na área de recursos hídricos, mineração e petróleo, saúde, com especial enfoque as doenças tropicais, aquacultura e biotecnologia.

5. Modalidades de fomento

5.1 Atividades continuadas de cooperação em C&T

• Missões exploratórias

• Realização de eventos

• Reuniões de trabalho/elaboração de documentos

- Visitas técnicas
- Especialistas Visitantes
- Outras atividades pertinentes

5.2 Apoio a projetos cooperativos

- Redes Cooperativas
- Realização de eventos

6. Resultados esperados

Com o objetivo último de melhorar a qualidade de vida na região e aumentar a competitividade das empresas africanas, o Proáfrica deverá buscar os seguintes resultados imediatos:

- Identificação adequada de demandas e oportunidades de cooperação regional em C&T;
- Participação significativamente crescente do número de países e de recursos aplicados ao financiamento e à execução de atividades cooperativas de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico nas regiões apoiadas pelo Proáfrica;
- Aumento percentual no desenvolvimento de projetos cooperativos, apoiados pelo Proáfrica;
- Maior número de instituições beneficiadas nas regiões;
- Maior e melhor capacitação de recursos humanos para a C&T das regiões.

7. Organização e competências

A estrutura do programa é composta por:

- Comitê Gestor do Proáfrica;
- Secretaria do Comitê Gestor;
- Agência de Implementação e Apoio (CNPq);
- Instituições Executoras.

7.1. Comitê gestor do Proáfrica

As funções de supervisão e coordenação superior do programa serão exercidas por seu Comitê Gestor, criado por Portaria do Ministro da Ciência e Tecnologia, com as seguintes competências:

• decidir sobre a alocação de recursos e sua distribuição para atuar de forma integrada com outros programas nacionais e internacionais de apoio às atividades de cooperação internacional em ciência e tecnologia, bem como para atender à demanda específica do Proáfrica;

• aprovar e dar prioridade a propostas de atividades e projetos no âmbito do Proáfrica.

• aprovar parcerias institucionais e propor formas de operação cooperativa para implementação do Proáfrica;

• aprovar o Manual do Usuário e suas modificações, bem como sugerir eventuais emendas ao Documento Básico;

• coordenar o processo de avaliação e acompanhamento de atividades e projetos, que poderá incluir a nomeação de consultores "ad hoc" ou comitês assessores;

• acompanhar e avaliar a implementação do Proáfrica, em consonância com as estratégias definidas pelo Documento Básico, aprovando para tanto Planos Anuais e Relatórios de Desempenho;

7.1.1 O Presidente do Comitê Gestor poderá, em casos de urgência, tomar decisões *ad referendum* do Comitê..

7.1.2 Composição do Comitê Gestor:

a) Membros natos:

• Presidente do Conselho, indicado pelo MCT;

• Um representante da Assessoria de Cooperação Internacional do MCT, como substituto eventual do Presidente;

• Um representante da Diretoria do CNPq;

• Um representante da Diretoria da Finep;

• Um representante do MRE.

b) Representantes da comunidade científica, tecnológica e empresarial:

• Quatro membros da comunidade científica, tecnológica e empresarial, indicados pelo Ministro de C&T, com mandato de três anos.

7.2. Secretaria do Comitê Gestor

O Comitê Gestor contará com uma Secretaria de Apoio, subordinada ao Presidente e encarregada de:

• apoiar ou atender diretamente o Presidente;

• secretariar o Comitê Gestor;

• fazer a interface do Comitê Gestor com o CNPq;

• tomar as medidas necessárias à viabilização das ações continuadas de cooperação.

7.3. Agência de implementação e apoio

A Agência de Implementação e Apoio às atividades aprovadas pelo Comitê Gestor do Proáfrica será o CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, que realizará as atividades que estiverem sob sua responsabilidade, em coordenação com a Secretaria do Comitê Gestor, de acordo com as seguintes competências:

• elaborar, em coordenação com a Assessoria de Cooperação Internacional do MCT os termos de referência para divulgação do programa;

• elaborar, em coordenação com a Assessoria de Cooperação Internacional do MCT o Manual do Usuário do Proáfrica;

• elaborar relatórios de demanda (projetos em carteira) para subsidiar a análise de projetos no âmbito do Comitê Gestor;

• apoiar a atividade de Avaliação e Acompanhamento;

• cumprir e fazer cumprir as decisões do Comitê Gestor do Proáfrica;

• repassar os recursos e viabilizar os projetos aprovados pelo Comitê Gestor;

• assistir às instituições executoras para elaboração de propostas e implementação dos projetos;

• submeter ao Comitê Gestor proposta de termos de referência para os variados formatos de chamada de projetos, em articulação com outras instituições nacionais de C&T e organismos internacionais.

• Manter o Comitê Gestor informado sobre o andamento de programas de cooperação internacional e seus respectivos recursos, com vistas a subsidiar a discussão do interesse de aplicar recursos do Proáfrica para apoiá-los.

7.4. Instituições executoras

• Instituições governamentais brasileiras e dos demais países signatários;

• Instituições de ensino superior, institutos de pesquisa e desenvolvimento e organizações de cunho científico e tecnológico, públicos e privados, sem fins lucrativos dos signatários;

• Organismos, redes e consórcios multilaterais de cooperação científica e tecnológica, públicos e privados, sem fins lucrativos.

8. Avaliação e acompanhamento de atividades e projetos

As funções de avaliação e acompanhamento das atividades e projetos do Proáfrica serão exercidas por assessores Ad Hoc ou comitês assessores indicados pelo Comitê Gestor com o objetivo específico de:

• examinar no mérito o conjunto de projetos em carteira, com base nos relatórios de demanda elaborados pelo CNPq e pela Assessoria Internacional do MCT e recomendar para execução ao Comitê Gestor;

• realizar o acompanhamento e avaliação das atividades desenvolvidas.

As atividades de acompanhamento e avaliação serão implementadas de acordo com as normas estabelecias pelo Comitê Gestor e constantes do Manual do Usuário.

Os processos de acompanhamento e avaliação do Proáfrica serão orientados para o seu planejamento e gestão estratégica, complementando as instruções a serem obtidas como resultado de estudos prospectivos para possibilitar intervenções recomendadas pela experiência no sentido de melhorar sua eficiência e aumentar sua eficácia.

9. Normas e procedimentos

As normas e procedimentos necessários à implementação do Proáfrica estão contidos no Manual do Usuário.

Inserção de empresas brasileiras agregadoras de tecnologia no cenário internacional

Luiz Awazu Pereira da Silva[*]
Henri Eduard Stupakoff Kistler[**]
Jefferson Chaves Boechat[***]

Este artigo analisa as mudanças recentes do desempenho exportador brasileiro em geral e de suas empresas, em particular, colocando-o na perspectiva de consolidação da estabilidade macroeconômica doméstica que proporcionou uma alteração durável do ambiente de negócios (*investment climate*) no Brasil, inserindo alguns setores brasileiros como agregadores de tecnologia no cenário mundial. Essa melhoria no horizonte de planejamento dada ao empreendedor nacional favorece as decisões de investimento e, em particular, aquelas com maior incertezas de retorno na área de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Aliada a outras reformas em curso nas áreas tributária, do gasto público, da previdência e do incentivo a políticas focadas na esfera industrial e tecnológica, esse quadro aponta para uma tendência de manutenção da solidez de nossas contas externas e de ampliação da inserção internacional de empresas brasileiras, tanto em termos de mercados como de produtos. Complementa este artigo uma breve visão da evolução teórica sobre a capacitação tecnológica e da relação entre os ambientes macroeconômicos, estrutural de tecnologia e de desenvolvimento humano. Mesmo com muito ainda a fazer, estamos caminhando na direção correta.

[*] Luiz Awazu Pereira da Silva é secretário de Assuntos Internacionais do Ministério das Fazenda.
[**] Henri Eduard Stupakoff Kistler é assessor da Secretaria de Assuntos Internacionais do Ministério da Fazenda.
[***] Jefferson Chaves Boechat é especialista em políticas e gestão governamental.

Estamos observando uma melhora significativa da inserção de empresas brasileiras no comércio internacional. Esse progresso é uma das causas tanto da mudança marcante de patamar das exportações brasileiras, como de sua diversificação em termos de produto e de mercado e de sua robustez diante de flutuações significativas da demanda global e das taxas reais de câmbio.

O comércio exterior de bens de maior valor agregado não costumava ter um papel preponderante na economia brasileira. Tampouco representava o mercado externo o elemento central nas decisões estratégicas da maioria das empresas. Uma das medidas de inserção de um país no comércio internacional, por exemplo, a corrente de comércio (importações + exportações/PIB), que já esteve no patamar de 20% no começo dos anos 50, foi reduzindo-se para um patamar de 10-11%, nos anos 60, e tinha peculiaridades: traduzia surtos de exportação de *commodities* – era fruto de oportunismo empresarial, isto é, tentava apenas compensar as oscilações para baixo do ciclo econômico doméstico e, por isso mesmo, apresentava uma volatilidade maior (ver figura 1).

Diferentemente de países pequenos que historicamente basearam sua estratégia de crescimento no comércio internacional, como muitos países europeus – a Holanda, por exemplo, e, mais recentemente, os chamados "tigres asiáticos" (Cingapura, Tailândia, Malásia, Coréia do Sul, etc.), o nosso país manteve durante um bom período uma estratégia "desenvolvimentista" comum a muitos países de tamanho continental, como Índia, China, Rússia, Estados Unidos, etc., cujas características eram de primeiro utilizar as economias de escala intrínsecas a um mercado interno potencialmente amplo e ainda inexplorado, e a grande disponibilidade de riquezas naturais diveor

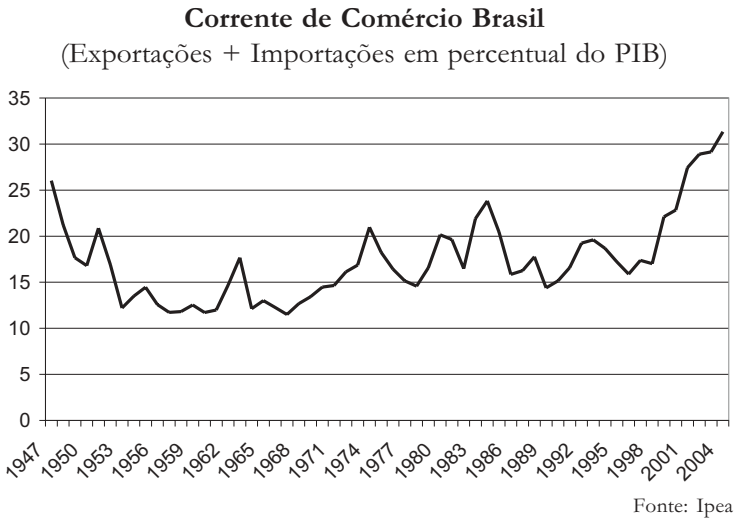


Figura 1. Brasil, mudança de patamar no nível de corrente de comércio.

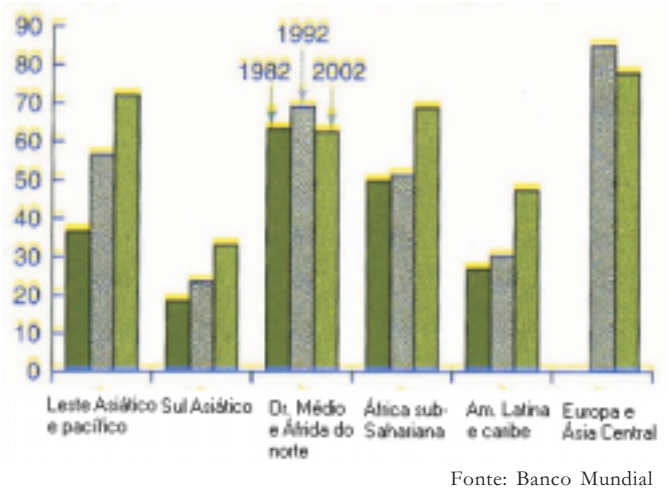


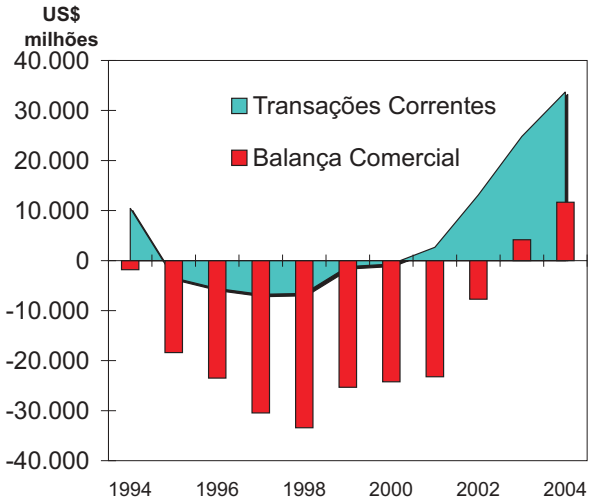
Figura 2. Importações e exportações (importações+exportações/PIB) no mundo.

Sem querer aqui aprofundar a discussão sobre "estratégias de desenvolvimento" em geral, e as diferenças complexas – que não se limitam ao comércio – entre as estratégias *outward looking* e *inward looking*, asiáticas, européias ou latino-americanas, houve uma mudança fundamental no século XX, principalmente no seu final, com a revolução das telecomunicações e das tecnologias de informação a ampliação das redes de transporte terrestre

interconectadas (rodoviária, ferroviária, aquaviária, etc.), e a revolução no sistema de fretes. Sob esse último aspecto, destaque-se a redução gradativa do custo do frete aéreo (de 11% em 1972 para 7% em 1998, *ad valorem*), assim como a redução relativa do frete marítimo[1] de longa distância (5% *ad valorem* em 1998) frente ao de curta distância (4% *ad valorem* em 1998), pela introdução de navios maiores, mais rápidos (fundamental para o modelo empresarial dominante que busca redução do tempo de produção e armazenagem) empresas e introdução dos *containers* (Hummel, 1999). Isso possibilitou o surgimento e/ou a consolidação de cadeias produtivas globais. Beneficiar-se dessas vantagens, fazer parte do novo mundo globalizado e sair do isolamento tornou-se condição de sobrevivência econômica, tanto para os antigos países comunistas como para os países emergentes que ainda não tinham uma boa inserção internacional. Os ganhos econômicos de tal estratégia verificaram-se muito superiores aos ganhos potenciais de economias de escala de grandes mercados protegidos. As figuras 1 e 2 dão idéia de como nos anos 90 saímos de um patamar da ordem de 15% da corrente de comércio exterior em relação ao nosso PIB para os atuais 31.3%, em 2004. Vale ressaltar que somente em 2004 o volume de nossas exportações cresceu 32% em relação a 2003.

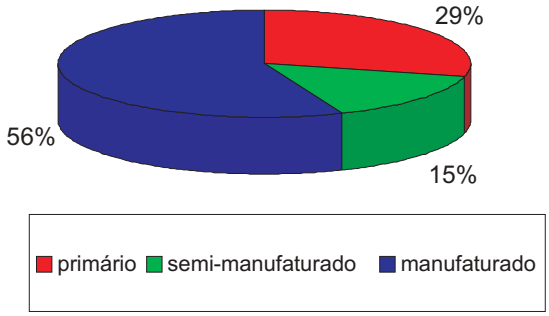
O Brasil, como outros países continentais, entendeu a importância fundamental dessa mudança tecnológica. Isso se traduziu no foco maior no mercado externo e o crescimento das exportações, que recentemente atingiram a marca histórica dos US$ 100 bilhões. Esse crescimento não foi só quantitativo, mas, também, qualitativo: nossa pauta de exportações foi diversificada, tanto no que se refere a produtos, como aos mercados. Com isso, exportamos hoje cerca de 25% do total para a União Européia, 21% para os Estados Unidos, 8% para o Mercosul – número este que já chegou a 17% em 1998 –, 6% para a China e os demais 40% para os outros mercados. A diversificação da pauta implica a venda de produtos de maior valor agregado, como aviões, mas ainda estamos fortemente dependentes da exportação de commodities agrícolas, particularmente, para a União Européia, apesar das barreiras comerciais ainda existentes. E vale lembrar que mesmo no *agrobusiness* existem ganhos de produtividade derivados do desenvolvimento tecnológico: uso de sementes mais resistentes, mecanização agrícola, uso intensivo do solo são alguns dos exemplos.

[1] Ainda que na realidade o preço do frete marítimo oscile muito, oscilação esta baseada principalmente no preço do petróleo (Hummels, 1999).



Fonte: Bacen

Figura 3. Brasil, mudança de patamar no nível de exportações e conta corrente.

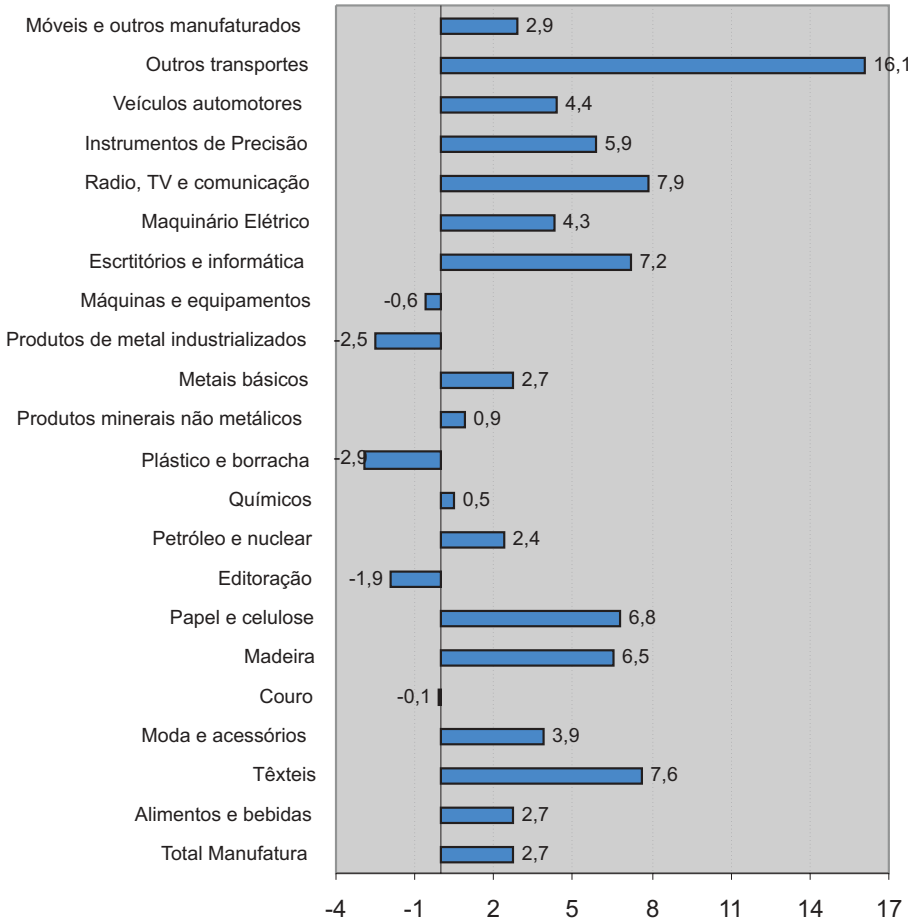


Fonte: MDIC

Figura 4. Diversificação das exportações por produto.

Assim como ocorreu em muitos países asiáticos, pode observar-se no Brasil uma concomitância entre o aumento da inserção comercial global e os ganhos de produtividade no setor industrial. Assim, diversificação de produtos e de regiões e ganhos de produtividade compõem um tripé altamente positivo para dar ao Brasil as condições de um crescimento sustentável e uma maior inserção nos mercados globais. Em particular, a confirmação de ganhos de produtividade na indústria é fundamental para a expectativa de que oscilações de preços e demanda global nos afetem relativamente menos do que quando

éramos apenas exportadores de produtos primários. Um estudo de Mesquita Moreira e Lopez Cordova (2003) mede os ganhos de produtividade sob o conceito de Produtividade Total dos Fatores (*Total Factor Productivity*-TFP, em inglês). Esse estudo demonstra que nos anos 90 os grandes países latino-americanos como o Brasil obtiveram ganhos em produtividade maiores, em termos relativos, do que os norte-americanos. A Figura 5 demonstra esses ganhos para o Brasil nos setores industriais, salientando-se o setor "outros transportes" onde está o nosso setor aeronáutico:



Fonte: Mesquita e Córdova (2003)

Figura 5a. Ganhos de produtividade médios (TFP) para o Brasil entre 1996 e 2000.

O que é ainda mais importante é comparar a TFP dentro do mesmo setor industrial, entre firmas que estão inseridas de forma predominante no comércio internacional, ou não (ver Figura 5b). Enquanto a TFP média da indústria entre 1996-2000 era de 2.8%, a mesma TFP para firmas expostas à competição internacional foi de 3.8% e a das firmas mais voltadas para a produção doméstica, de 1.5% – uma diferença de 169%. Em outras palavras, firmas inseridas no comércio internacional são 1.7 vezes mais produtivas do que as que trabalham apenas com a economia doméstica. É claro que essas medidas sofrem de imperfeições, já que a produção nunca é totalmente direcionada. Mas a evidência empírica é observada em muitos países com regularidade e tem sua explicação intuitiva: para competir no mercado global é necessário mais do que mão de obra barata. É preciso qualidade, regularidade nas entregas, etc., o que demanda investimentos em logística, tecnologia, etc., para poder sempre estar à altura da competição.

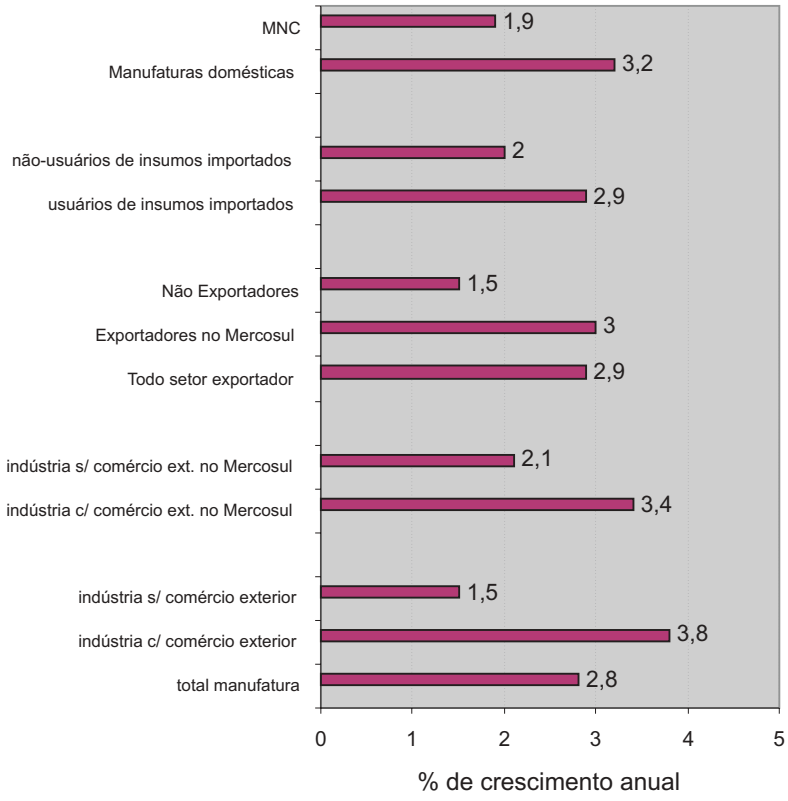


Figura 5b. Ganhos de produtividade média (TFP) para as firmas exportadoras/importadoras ou não, no Brasil, entre 1996 e 2000

Dado esse arcabouço macroeconômico, o que acontece em nível microeconômico ou empresarial? Neste trabalho, obviamente não temos a pretensão de ser exaustivos em tentar listar todas as empresas e casos de sucesso empresarial brasileiro[2]. Todavia, os exemplos a seguir servem para termos uma idéia do que já foi alcançado e em que setores:

SOFTWARE: empresas de celular em Manaus estão investindo em desenvolvimento de *software* e tecnologia de comando de voz para serem exportados de forma embarcada nos aparelhos. Isso ocorre com a Siemens, Motorola e Nokia. Adicionalmente, empresas de *software* do Brasil, como Microsiga e Procwork, focadas em gestão de médias empresas e em aplicativos específicos estão em forte internacionalização. Outro exemplo é o *software* brasileiro que faz a gestão da logística operacional do Canal do Panamá que é proprietário da empresa Pargon, vencedora da licitação internacional.

AUTOMAÇÃO BANCÁRIA: Temos um nível de automação de excelência mundial e nosso setor de tecnologia de informatização bancária exporta serviços com certa intensidade. Nossa taxa de automação bancária é das mais altas do mundo;

ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO: de fato, concentram-se cada vez mais no desenvolvimento de projeto e tecnologia de gestão de mega contratos. A estimativa é que exportam cerca de US$ 3 bi/ano. Ao exportarem esses serviços, levam consigo maquinário, bens e equipamentos brasileiros. Em menor escala, estamos exportando para a América Central tecnologia de engenharia ambiental.

INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: além de fazer parte da cadeia produtiva mundial das grandes montadoras, exportando componentes específicos para automóveis mundiais, há fornecedores nacionais de excelência em autopeças. O desenvolvimento de motores híbridos álcool/gasolina é outro exemplo da excelência do setor. Começa-se também a entrar em áreas mais avançadas como o *design:* o Ecosport é um exemplo de carro totalmente desenvolvido no Brasil que tem sido exportado.

SETOR AEROESPACIAL: A Embraer está se posicionando como o maior exportador individual brasileiro, líder no segmento mundial de aviões médios.

---

[2] Os autores agradecem ao consultor Ricardo Sennes pelas contribuições nessa seção.

Vale chamar a atenção que o salto da Embraer se deu quando se decidiu apostar em um novo projeto (concepção, *design* e engenharia) que não fosse a mera miniaturização dos aviões de grande porte.

MINERAÇÃO: Além da Vale do rio Doce, que agora se firma como operadora logística internacional, a CBMM, empresa nacional que produz Nióbio (mineral raro) entendeu, nos anos 80, que, ou investia em novas tecnologias de uso desse metal, ou o seu mercado tradicional (liga para fabricação do aço) seria sufocado. Abriu três centros de inteligência: EUA, Alemanha e Japão e financia desde então, bolsas de estudo no mundo inteiro para doutorados e pesquisas no setor. Hoje o nióbio é usado em placas eletrônicas, aparelhos celulares e equipamentos domésticos.

AGROPECUÁRIA: várias espécies de soja, laranja, milho, algodão, forrageiras, cana de açúcar, e outras culturas usam biotecnologia nacional, frutos de parcerias da Embrapa, e estão na base da revolução agrícola brasileira. Mais recentemente o Brasil participou do projeto Genoma, em parte, com base nesta tecnologia acumulada.

PETRÓLEO: O Centro de Pesquisas da Petrobrás (Cenpes), localizado no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro, é um dos raros casos bem-sucedidos de integração empresa-universidade. O Brasil é líder mundial de prospecção de petróleo em águas profundas.

A seguir procuraremos avaliar as condições necessárias para o surgimento do sucesso no desenvolvimento tecnológico e humano de um país, primeiramente sob o ponto de vista teórico, em seguida, segundo o esquema de tripé, dos ambientes macroeconômico, institucional e tecnológico *per se,* e, finalmente, a inter-relação entre o desenvolvimento tecnológico e humano.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA: A EVOLUÇÃO DOS PARADIGMAS SOBRE PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO

A capacidade empresarial de investir depende, antes que nada, da percepção da estabilidade macroeconômica no seu país e no resto do mundo. Mas por que investir em determinada tecnologia? Qual seria a melhor combinação entre máquinas e trabalhadores, entre equipamentos sofisticados

e engenheiros, etc? É possível incentivar as decisões privadas através de políticas públicas? Isso tem, ou não, um impacto positivo? Isso é, ou não, administrável fiscalmente dados o custo, o tamanho e a perenidade de tais incentivos? Será que os incentivos que favorecem a pesquisa, a alta tecnologia, etc., sempre conseguem atingir o seu propósito, ou podem ter um nível implícito de erro que não compense a sua implementação? Para países em desenvolvimento, essas foram, desde os anos 50, questões de difícil resposta.

Primeiro, era preciso que a teoria econômica entendesse o papel mais amplo das intervenções públicas – e, como conseqüência, o papel do Estado – no crescimento econômico; uma das questões essenciais girava em torno da compreensão da relação entre crescimento e produtividade Sinteticamente, podemos dizer que houve uma evolução de paradigmas (para usar a linguagem epistemológica de Kuhn) que podemos retraçar, grosso modo, da seguinte forma dentro de cada década desde 1950 até hoje (figura 6):

Na "visão heróica do desenvolvimento" dos anos 50/60, o crescimento é um processo que se dá através da acumulação de capital, usando-se, quando necessário, poupança externa, e absorção de tecnologia. Essa visão era baseada no modelo teórico neoclássico do crescimento (Swan-Solow, 1956) onde a produtividade TFP/tecnologia é o que explica a maior parte do crescimento do produto – além da acumulação de fatores de produção. Mas esta, todavia, permanecia exógena, ou seja, "inexplicada". Como nesse período havia também a preocupação com o desequilíbrio entre o nível necessário de investimento e a capacidade de financiamento dos países em desenvolvimento – o famoso *gap* de financiamento dos modelos de Polak (1957), Chenery e Strout (1966), muito usados pelo FMI e Banco Mundial, dominavam na literatura as estratégias de substituição de importações visando controlar os déficits em conta corrente[3]. Além disso, havia a confiança no papel da intervenção pública, via planejamento central, controles de preços, etc. Uma boa parte dessa confiança vinha do sucesso inegável das políticas intervencionistas implementadas pela Europa e pelos EUA para sair da Grande Depressão. Essa ótica também prevaleceu, e teve

[3] Vale lembrar que a substituição de importações era possível nestas décadas, pois os bens de maior valor agregados como automóveis possuíam muito menos componentes do que hoje, e com as barreiras tarifárias, posteriormente reduzidas pelas sucessivas rodadas do Gatt (hoje OMC) era possível produzir com eficiência relativa, uma vez absorvida a tecnologia. Não obstante, o tamanho do país importava, pois haveria ganhos de escala com maiores consumidores nacionais.

êxito, na expansão da produção durante a Segunda Grande Guerra e no sucesso da reconstrução da Europa e do Japão. No que diz respeito à produtividade e tecnologia (a parte "inexplicada" dos modelos de crescimento neoclássicos), a literatura desenvolveu uma série de maneiras de incorporá-la ao desempenho dos fatores de produção (à la Harrod, Solow ou Hicks) segundo fossem afetados o fator capital, trabalho ou ambos. Numa forma mais poética e aplicada ao comércio internacional, vale ressaltar o famoso ciclo de Vernon [1966] onde carros tecnologicamente sofisticados eram repassados dos EUA, descendo por revendas sucessivas até chegar a Terra do Fogo, e o modelo dos "Gansos Voadores" (Akamatsu, 1962), baseado na imagem da formação em vôo em ∧ desses animais, no qual a transferência de tecnologia ia do país mais avançado, o "ganso líder", no caso o Japão, produzindo bens de tecnologia cada vez mais avançada e repassando para um dos vizinhos de trás, da sua periferia, a antiga produção (de menor ganho marginal e tecnologia mais obsoleta).

O "Consenso de Washington" nos anos 70-80 sistematizou, de maneira que, ironicamente, iria simbolizar – o que não era a intenção inicial de Williamson (1991) – apenas as políticas de ajuste fiscal, dada a constatação de desperdícios enormes da intervenção direta do setor público na economia. O que havia de boas intenções no "desenvolvimentismo" perdeu-se com a consolidação de corporativismos e corrupção. Inevitavelmente, o tamanho e a automaticidade das intervenções com custo fiscal e o financiamento externo garantido pelo Estado desembocaram em crises da dívida pública e desequilíbrios macroeconômicos significativos que acabaram por desencadear episódios de hiper-inflação em muitos países em desenvolvimento, esta uma das piores ameaças ao investimento de longo prazo pela incerteza que a ausência de referências traz para o investidor. O "consenso", neste sentido estrito, quase "bom senso", constatou a necessidade de redução do custo social da intervenção do Estado na economia e mudou o tipo de política padrão dos países em desenvolvimento (e, talvez, por motivos de caráter político, exacerbou também o debate) por meio da liberalização comercial, das privatizações e do respeito aos equilíbrios macroeconômicos. Mas esse debate também produziu uma nova maneira de se pensar o crescimento econômico focando-se no papel do "conhecimento" (*knowledge*), questão já levantada por Arrow (1962) a respeito do papel do "aprendizado" *(learning-by-doing)* na explicação (endógena) da produtividade.

Os modelos de "crescimento endógeno" dos anos 80-90 com as contribuições de Romer (1986, 1990) e depois Mankiw, Romer e Weil [1992] mudaram a visão sobre o crescimento econômico. Contrastando com a teoria neoclássica onde a acumulação de capital só aumenta o nível do produto, mas não a sua taxa de crescimento de longo prazo, dada a hipótese de rendimentos decrescentes do fator capital, a teoria do crescimento endógeno assume que o investimento pode ter retornos não-decrescentes e/ou que parte do produto pode ser usado em atividades que aumentem a produtividade (TFP), influindo assim sobre a taxa de crescimento de maneira "endógena". Nesse enfoque a produção do conhecimento (tecnologia) assume papel fundamental. A produção da tecnologia (conhecimento) pode vir de vários canais e manifestar-se em várias estratégias. Ela pode vir, por exemplo, do *learning-by-doing* nas atividades de produção, e/ou do esforço na educação e no incentivo à pesquisa aplicada, e/ou da engenharia reversa de tecnologia importada dos "países avançados", e/ou da "osmose" com a inserção internacional, e/ou do Investimento Direto Estrangeiro ou IDE. Os novos modelos com esse novel papel atribuído ao "capital humano" são capazes de explicar melhor uma observação empírica que não era possível modelar anteriormente: as diferenças da renda *per capita* no "mundo globalizado". Assim, pequenas diferenças no percentual de investimento entre capital físico e humano passaram a explicar diferenças significativas de renda *per capita*. Nesse enfoque, focalizava-se melhor o papel das intervenções públicas e uma complementaridade entre o "mercado" e o "Estado" de maneira muito mais pragmática.

Faltava, então, explicar por que em certos países o modelo dava certo e em outros, não. O *eureka* foi mostrar que as arquiteturas institucionais eram fundamentais para dar-se um processo virtuoso, agregador, de acumulação do capital e de criação e boa utilização do capital humano (educação, tecnologia, etc.) na elevação da produtividade. Em síntese, indicavam-se condições necessárias e suficientes para o crescimento da produtividade. A estabilidade macroeconômica é necessária e tem várias dimensões: fiscal e tributária (Tanzi and Zee (1997), Milesi-Ferreti e Roubini (1998)); monetária e de preços (De Gregorio (1993)); e comercial, com o papel positivo do grau de abertura (corrente de comércio) (Grossman e Helpman (1991); Coe, Helpman e Hoffmaister (1997)). Mas também é fundamental a qualidade das instituições (esta uma velha preocupação de pensadores como Marx, Rostow, Furtado, formalizada por North, etc.). Porém são os incentivos microeconômicos que potencializam o efeito das boas

instituições e das políticas na manutenção do crescimento de longo prazo[4]. Desenvolveu-se, a partir dessa síntese, uma discussão que enquadrava muitos aspectos da política econômica em uma problemática de "ambientes econômicos". Essa discussão prática sobre ambientes originou-se em parte na literatura sobre "alocação dos talentos" em uma economia (Krueger (1974); Murphy, Sleifer e Vishny (1991)): em uma sociedade com um sistema político "corrupto", os indivíduos mais talentosos vão naturalmente preferir atividades *rentistas* (*rent-seeking* = busca de rendas derivadas da corrupção ou da "captura" das políticas públicas por agentes privados) do que ingressar em atividades empreendedoras "legais". Os vários "ambientes" (macro, de negócios, tecnológico, etc.) podem ser mais ou menos favoráveis à produtividade e ao investimento privado – também uma idéia que formaliza os antigos *animal spirits*, ou "imponderáveis", de Keynes para explicar o espírito mais ou menos propenso do investidor privado. Uma última novidade (Alesina e Tabellini (1989), Alesina e Rodrik (1994)) foi a idéia que o "ambiente social" também importa (redução da pobreza e da desigualdade) para criar boas condições políticas e viabilidade para a estabilidade e os outros "ambientes" assim como a capacidade de reformas.

Existem também, em paralelo, as mudanças das visões sobre o papel da produtividade no crescimento – uma reflexão própria, schumpeteriana, sobre o papel da "inovação" no desenvolvimento econômico. A essência do modelo está na idéia de que as empresas – tal como espécies que coabitam um ecossistema hostil – competem pela supremacia espacial, ou, no caso, por uma posição de dominância de mercado, por meio da sistemática busca e seleção de estratégias que lhes confiram vantagens competitivas baseadas na inovação tecnológica (Nelson e Winter, 1982). Tal inovação pode ser de cinco tipos: 1) de produto; 2) de processo; 3) de organização produtiva; 4) de fonte de suprimento; ou, 5) de mercado. E, tal como no modelo evolucionista darwiniano, o resultado é a sobrevivência daqueles poucos mais hábeis, que se diferenciam entre si, dadas as restrições específicas do espaço econômico em que se inserem (Nelson e Winter, 2002 e Hodgson, 2002).

[4] Merece ser mencionado os trabalhos de Rodrik et al. (1999 e 2003), que concluem que um conjunto de reformas institucionais pode resultar em aumento significativo da taxa de crescimento por longos períodos (aumento de pelo menos 2,5 p.p. na taxa de crescimento per capita por 10 anos frente os 5 anos anteriores). A receita do sucesso para a geração e manutenção do crescimento é um conjunto de reformas com bons princípios econômicos (respeito aos contratos, apropriado esquema de incentivos, estabilidade macroeconômica e solvência fiscal) e consistente com as restrições políticas locais.

Na ótica schumpeteriana a tecnologia é um bem de características especiais. Ela é conhecimento humano aplicado a soluções de problemas práticos, como a produção de bens e serviços, por exemplo. Mas conhecimento é bem público, e, por comportar externalidades, sua produção e consumo estão sujeitas a todas as imperfeições típicas dos problemas de "ação coletiva" (Olson, 1965). Não é por outra razão, então, que a produção e a disseminação de tecnologia, como fator crucial na produção de competitividade de empresas (e nações), requer, via de regra, a formatação e efetiva operação de arranjos institucionais singulares conhecidos como "Sistemas Nacionais de Inovação", graças ao esforço editorial de Nelson e Winter (1982).

Voltando ao desenvolvimento e à capacitação tecnológica de uma nação, cumpre lembrar apenas que, como é a regra para fenômenos complexos, o comportamento de tais variáveis é dinâmico, não-linear e fortemente influenciado por condições de temporalidade e localização específicas, de sorte a fazer com que trajetórias de desenvolvimento não sejam facilmente previsíveis. O que é possível, sim, é uma descrição de etapas do pensamento econômico sobre a questão, como na figura 6, a seguir, e como em cada etapa entendeu-se o papel do Estado, dos mercados, das políticas, da tecnologia e da produtividade no crescimento do produto.

Mas o que faz com que, conjuntamente, empresas e países adotem estratégias que possam ser efetivas? Abramovitz (1991) nos dá os três fatores que, na sua visão, condicionam os países seguidores na persecução "da taxa de realização do seu potencial": 1) os mecanismos de difusão de conhecimento; 2) os fatores condicionantes de mudanças estruturais; e, 3) as condições macroeconômicas. Essas são componentes que podem ser facilmente identificadas *ex-post*. Mas, tal facilidade desaparece ao se tentar explicar, *ex-ante*, a tomada de decisões empresariais.

Por esta razão prática, decidimos nas seções que seguem apenas acompanhar a solução encontrada pelo Fórum Econômico Mundial para conceituar o termo "competitividade internacional". Dado o que já dissemos sobre a evolução dos paradigmas sobre a questão, onde estamos em termos de "competitividade" em termos de comparação com outros países?

O Índice de Competitividade Global (World Economic Forum, 2005) é constituído por três variáveis consideradas fundamentais para o crescimento

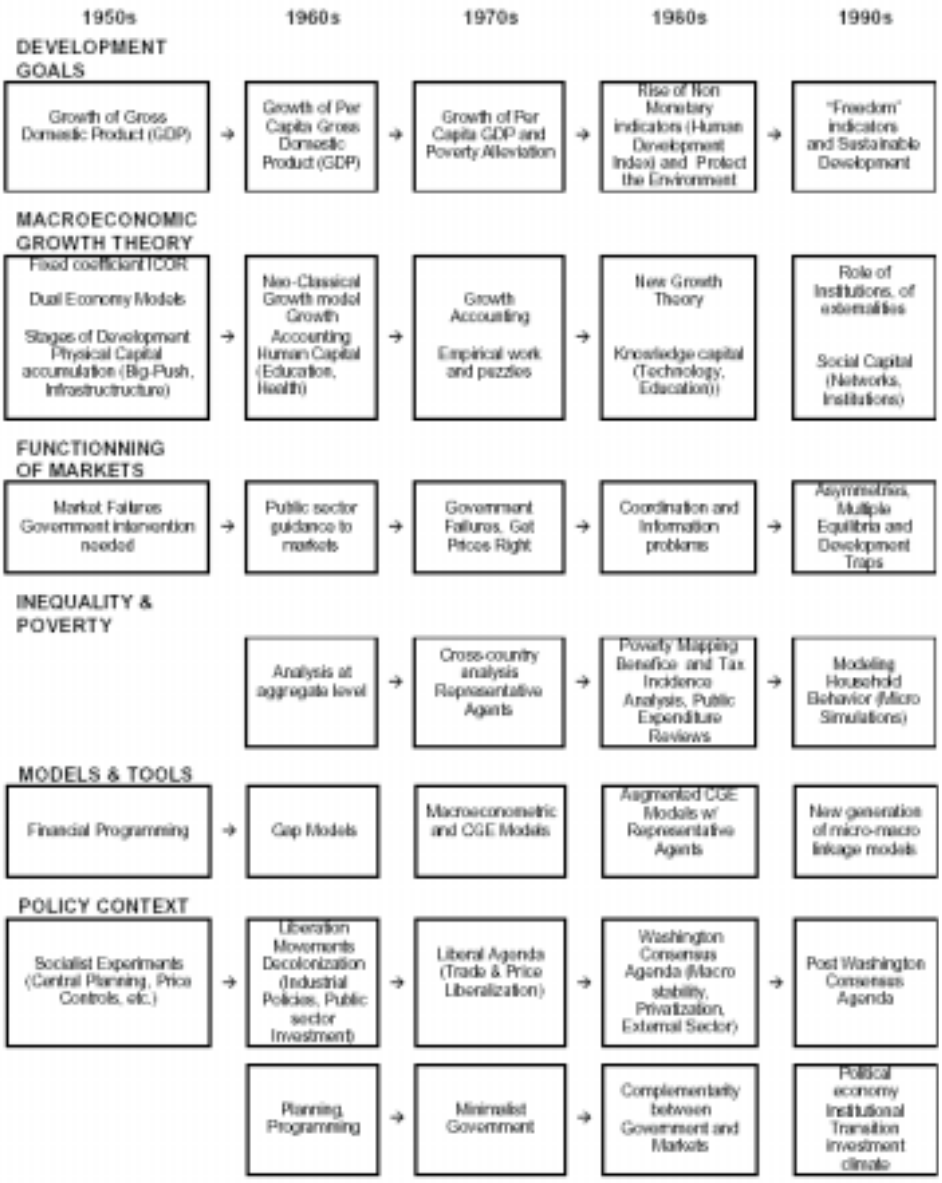


Figura 6. Os paradigmas modelos de desenvolvimento por década. Adaptação de G. Meyer (2001).

econômico: 1) a qualidade do ambiente macroeconômico; 2) o ambiente institucional (estrutura física e normativa); e, 3) e a capacidade tecnológica de um país *per se*[5]. Assim, apesar das tantas restrições metodológicas apontadas acima na descrição dos modelos disponíveis na teoria pura, vemos que os *policy-makers* acabam, conscientemente ou não, mas de maneira sintomática, apontando três condições que, ou são muito parecidas, ou mesmo idênticas àquelas apontadas por Abramovitz em seu texto. A seção seguinte procura contextualizar a realidade do Brasil nas três variáveis assinaladas, e em seguida, a variável social, que conforme vimos é a novidade dos anos 90. Essa maneira de medir onde estamos no nosso processo de desenvolvimento pode ser ilustrada pelos elementos necessários para se construir uma casa "sólida", seguindo a metáfora de Aristóteles, mentor involuntário do significado moderno da palavra economia, que se referia exatamente à economia doméstica. A "casa sólida" precisa de fundações robustas e de muros ou pilares "fortes". A robustez do conjunto todo permite colocar um bom teto e atingir os objetivos do "desenvolvimento" do país. Na nossa imagem, as fundações robustas são macroeconômicas e os pilares são cada um dos "ambientes" que já mencionamos.

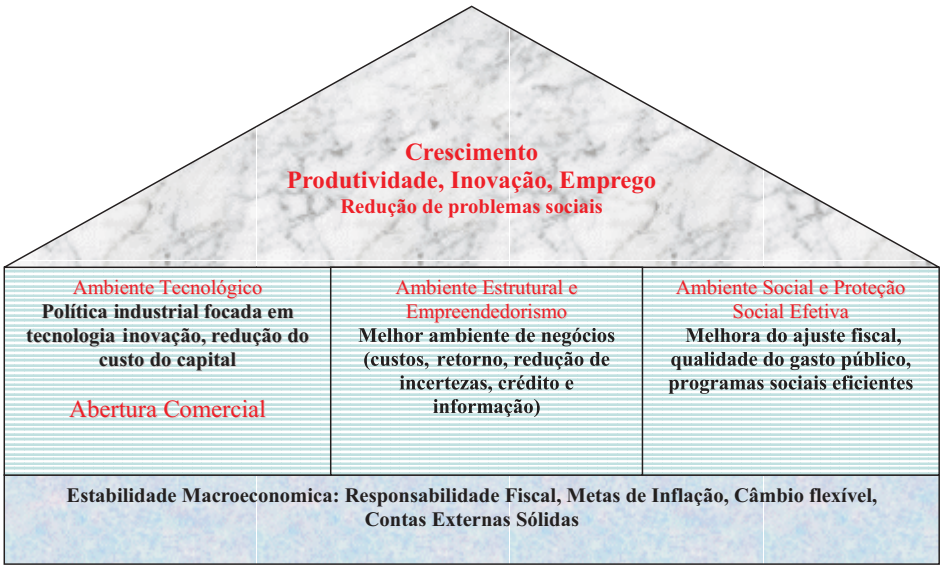


Figura 7. A "casa".

[5] O Anexo I traz o *ranking* do índice para 102 países, bem como o posicionamento do Brasil em cada um.

3. Ambientes para o crescimento e desenvolvimento: o Brasil e o tripé macroeconômico, estrutural e tecnológico

a) Ambiente macroeconômico

A base ou fundação que constitui condição necessária para o desenvolvimento, inclusive o tecnológico, é a estabilidade macroeconômica. A consolidação dessa estabilidade, juntamente com a promoção de reformas institucionais que melhorem o ambiente de negócios e ampliem a eficiência da economia (detalhado na próxima subseção), são o norte da atual gestão da política econômica.

Por meio dessa gestão, o governo está buscando criar as condições básicas necessárias para o crescimento sustentável. De fato, o Brasil está vivendo a situação mais favorável das últimas décadas na conjunção das principais variáveis da macroeconomia: contas externas positivas, sobretudo impulsionadas pelo setor exportador; uma política fiscal consistente na produção de superávits primários, objetivando a redução da relação dívida/PIB; e, finalmente, estabilidade dos preços. Esse ambiente macroeconômico favorável reduz o risco de volatilidade na economia e cria um ambiente favorável ao mundo dos negócios, permitindo o planejamento de longo prazo das empresas e seu crescimento sustentável, alavancado na inovação tecnológica, fundamental para a competitividade no mundo empresarial.

Os resultados dos últimos dois anos, que se refletem no crescimento do PIB de 5,2% em 2004, são a conseqüência direta do compromisso do governo com a estabilidade econômica. Vale ainda ressaltar outros números. Em 2004, o resultado primário do setor público consolidado foi de 4,6% do PIB, acima da meta de 4,5% do PIB estabelecida no segundo semestre e ainda maior do que a meta de 4,25% do PIB contida na Lei de Diretrizes Orçamentárias. O crescimento da arrecadação tributária acima do esperado, em parte devido ao bom desempenho da economia e, em parte, devido a mudanças na legislação tributária, permitiu a elevação da meta fiscal – ampliando de maneira pró-cíclica a poupança pública em período de crescimento – e criou as condições para uma série de medidas de desoneração tributária, a maior parte das quais terá impacto na arrecadação de 2005. Como conseqüência da disciplina fiscal e do crescimento econômico, a razão dívida pública líquida/PIB caiu cerca de cinco pontos percentuais: de 57,2% do

PIB, em 2003, para 51,8%, em 2004. A composição dessa dívida do setor público também melhorou substancialmente. A parcela da dívida doméstica indexada ao câmbio foi reduzida de 33,5% em 2002, para 7,5% em janeiro do ano corrente, diminuindo a sensibilidade das contas públicas a mudanças no cenário internacional.

Já o saldo em transações correntes do balanço de pagamentos atingiu cerca de 1,9% do PIB em 2004, e está em superávit pelo segundo ano consecutivo, em forte contraste com os déficits superiores a 5% do PIB apresentados na segunda metade da década de 90. É importante ressaltar que as exportações continuam a se diversificar em mercados e produtos. O aumento das exportações para os seis maiores mercados respondeu por aproximadamente metade do aumento das exportações em 2004, sendo a União Européia responsável por cerca de 25% deste crescimento e os EUA, 15%. As exportações de bens manufaturados foram responsáveis por cerca de metade do aumento do total. Adicionalmente, o câmbio flutuante vem consolidando a noção de que o preço da moeda é formado exclusivamente pela dinâmica interna dos mercados. Mais importante, é que a própria apreciação cambial dos últimos dois anos é uma faceta macroeconômica decisiva para a introdução de inovação tecnológica em nossos produtos, pois que obriga o setor exportador a investir mais em P&D (Porter, 1989).

O Investimento Direto Estrangeiro (IDE) está crescendo novamente, embora os atuais níveis reflitam uma redução global dos fluxos internacionais observada desde 2000. Após ter caído para US$ 10 bilhões em 2003, o IDE excedeu US$ 18 bilhões em 2004, valor este muito acima das expectativas mais otimistas. Como resultado do superávit em conta corrente e do aumento dos fluxos de IDE, a dívida externa do país está sendo reduzida, merecendo destaque a queda do endividamento em moeda estrangeira das empresas privadas. Este sensível progresso nos indicadores de endividamento do país já se transformou em redução da percepção de risco e melhoria do *rating* da dívida brasileira. Como podemos ver na tabela 1 abaixo, o Brasil permanece um dos maiores receptores de investimento estrangeiro mundial.

Tabela 1. Fluxo de Investimento dos 10 maiores receptores de investimento externo direto em 2003 (US$ MM)

China	México	Brasil	Índia	Chile	Equador	Indonésia	Venezuela	Peru	Tailândia
47229	10700	9894	3137	1587	1555	1483	1388	1317	1243

Com relação à inflação, em 2004 a variação acumulada do IPCA foi de 7,6%, dentro dos limites da meta, após três anos de metas não cumpridas devido à crise energética e aos choques externos de 2002. As expectativas de inflação para 2005 também estão dentro do intervalo da meta estabelecido pelo CMN.

Os avanços observados na gestão macroeconômica contribuíram para a retomada do crescimento e para o aumento da resistência da economia brasileira aos riscos potenciais existentes no cenário internacional. Os desafios que se colocam ainda são grandes e a situação de algumas variáveis macroeconômicas ainda demanda atenção. Mas aquilo que hoje é um problema também pode ser também uma oportunidade. Se é verdade que a carga tributária no Brasil é alta, também é verdade que o país pode ter uma estrutura adequada de gastos no futuro sem demandar mais recursos da sociedade, ou até mesmo reduzindo o nível atual de tributação. Se é verdade que a necessidade de estabilização dos preços tem exigido juros reais bastante elevados, também é verdade que o espaço existente para a queda dos juros à medida que se consolida a estabilidade afasta qualquer risco de insuficiência de demanda agregada nos próximos anos.

É possível, e preciso, seguir aperfeiçoando a gestão macroeconômica, em especial por meio de um esforço de melhora na qualidade do gasto público – essencial para viabilizar a expansão de investimentos em infra-estrutura e para reduzir a carga tributária – e por meio de uma política voltada à ampliação do volume de comércio exterior do país que, entre outros, requer uma atuação incisiva focada na redução do protecionismo dos países ricos.

Estamos atentos ao fato de que esta é a variável do Índice de competitividade Global em que temos a pior posição relativa (79 em 102 países). Mas, acreditamos que tal resultado ainda é fruto da instabilidade de anos anteriores e, sem dúvida, temos condições de subir neste ranking nas próximas edições do relatório. Ademais, se detalharmos o índice de competitividade conforme a análise de agência de *ratings,* ou mesmo percepção de investidores estrangeiros, veremos que a situação não é tão negativa quanto ainda aparenta o resultado do Fórum Econômico Global. Como podemos ver na tabela 2, o Brasil tem fundamentos macroeconômicos melhores em uma série de items importantes para o seu *rating* que muitos países de *rating* comparável. Porém, por dever de ofício, é muitas vezes mais seguro dar uma

"nota mais conservadora" para um país como o Brasil. Em outras palavras, nossa nota "macroeconômica" no índice de competitividade global reflete ainda bastante o peso do nosso passado, mas está tendendo a melhorar rapidamente.

Tabela 2. Comparativo entre Brasil e outros países segundo as agências de *rating*.

	Fitch/Moody' S&P Ratings	Inflação, % 2004F [2]	superávit nominal, % do pIB [3]	superávit Primário, % do PIB	Dívida/P IB (%)[1]	Dívida/ receita (%)	Pgto juros/ %receita	Dívida externa, % dívida total
Brasil	BB-/B1/BB-	**7.4**	**(4.9)**	**3.5**	**63.8**	**208**	**23.9**	**26.1**
Indonésia	B+/B2/B	7.5	(2.1)	1.8	72.2	427	21.9	68.9
Turquia	B+/B1/BB-	13.0	(11.0)	4.9	77.0	394	58.5	50.0
Peru	BB-/Ba3/BB-	2.5	(1.8)	0.2	47.3	276	11.0	91.7
Filipinas	BB/Ba2/BB	3.5	(4.6)	0.6	77.0	498	36.1	63.8
Colômbia	BB/Ba2/BB	5.5	(5.6)	(0.5)	52.9	195	28.3	52.1
Egito	BB+/Ba1/BB +	6.0	(2.5)	3.3	86.1	273	20.9	68.4
Índia	BB+/Baa3/BB	5.2	(9.1)	(3.0)	81.8	406	33.5	8.3
Ano		**2004f**	**2003 est**	**2003 est**	**2003**	**2002/03**	**2003est**	**2003est**
Fonte		**Varia**	**Ag. Rating**	**Ag. Rating**	**Ag. Rating**	**Ag. Rating**	**Rating Agencies**	**Rating Agencies**

Nota: Em vermelho, pior que o Brasil; azul, similar ao Brasil; verde, melhor que o Brasil.

b) Ambiente estrutural

Hoje é consenso entre os estudiosos do desenvolvimento a idéia de que, sem a identificação e a ocupação de áreas dinâmicas e com crescimento forte na economia mundial, um país corre o risco de isolar-se e estar sempre submetido a ciclos perversos de instabilidade econômica que podem até mesmo redundar na involução de seus índices de desenvolvimento. Não é por outra razão, portanto, que a abertura comercial e a integração econômica são temas obrigatórios em qualquer agenda nacional. Neste sentido, observa-se cada vez mais que as empresas transnacionais e o investimento estrangeiro direto são elementos importantes em qualquer estratégia de desenvolvimento[6].

[6] Ver Lall, (2002), Rodrik (1999), Dunning e Narula (1996) e Narula (2003).

Para a criação de um ambiente mais propício à concorrência entre as empresas e à criação de condições para o desenvolvimento de uma estrutura de financiamento de longo prazo com recursos privados, essencial para a consolidação de um novo ciclo de desenvolvimento do país, a estabilidade macroeconômica é condição necessária, porém não suficiente. O pilar central da nossa "casa" é o ambiente estrutural ou institucional, refletindo-se tanto no ambiente de negócios, os incentivos microeconômicos para o empreendedorismo, como na estrutura física, em particular na infra-estrutura e na tecnologia.

No campo microeconômico, o governo tem trabalhado firmemente para implementar rapidamente uma série de reformas com o objetivo de criar um ambiente favorável ao investimento e à competição no mercado doméstico, bem como incentivar a eficiência econômica. Um dos principais objetivos dessa agenda é o aperfeiçoamento do mercado de crédito brasileiro. O estoque de crédito para o setor privado permanece baixo frente aos padrões internacionais e as taxas de juros reais dos empréstimos permanecem muito altas. Para abordar essas questões, várias medidas foram tomadas pelo governo, com destaque para a introdução de novo mecanismos como o microcrédito voltado para a parcela da população de baixa renda. Uma extensão desse processo poderia ser canalizar o microcrédito para regular pequenos negócios na esteira da informalidade, ou, até mesmo, o financiamento direto de microempreendedores, o que poderia dar impulso também no campo tecnológico à medida que inventores encontrassem formas de financiamento.

A nova Lei de Falências é outro elemento importantíssimo nesta área. Pela primeira vez, o fisco e trabalhadores abrem mão da antiga prerrogativa de prioridade para que os financiadores das empresas tenham maior certeza em receber os seus créditos. Isto gerará redução no *spread,* dado que se reduz o risco de não-recebimento. A recuperação judicial de empréstimos tornou-se mais flexível e rápida, o que também reduz riscos de negócio. O sistema de recuperação de empresas é outra novidade importante desta Lei.

Entre os itens dessa agenda, que tem o objetivo de formar um arcabouço para melhorar o ambiente de negócios e a inclusão social no país, está o projeto de lei que permite o parcelamento de crédito das empresas em fase de recuperação judicial e o que trata do aperfeiçoamento das regras

contábeis, que estarão em maior sintonia com as práticas internacionais.[7] A eliminação do monopólio do mercado de resseguros é ainda mais um item importante da agenda, pois poderá, com a introdução de um ambiente competitivo, reduzir o custo do resseguro e, conseqüentemente, do próprio seguro.

O governo está propondo ainda medidas para reduzir a carga fiscal sobre microempresas. Esse será um passo fundamental para enfrentar a informalidade e promover a aumento na criação de empregos no setor formal, ajudando a manter a velocidade de criação de novas vagas observada em 2004. Esse esforço, bem como o esforço para reduzir a burocracia envolvida no registro de novas empresas e outras medidas, requerem uma sintonia fina na coordenação com estados e municípios. O mesmo se aplica na harmonização e simplificação dos impostos estaduais sobre valor agregado (ICMS), com o objetivo de reduzir as distorções alocativas e aumentar a produtividade.

Outro conjunto de medidas tem como objetivo o estímulo à poupança de longo prazo, criando condições adequadas para o desenvolvimento do mercado de capitais, fundamental para o crescimento das empresas e para a diminuição do papel do Estado no fomento ao desenvolvimento das empresas, o qual deve ser sempre seletivo. Vale lembrar que os países desenvolvidos têm uma relação "valor de mercado das empresas/PIB" por volta de 100% e nós ainda não chegamos na metade desse valor. Dessa forma, esperamos chegar, no futuro próximo, a um ambiente que propricie tanto crédito quanto capital, privados, a preços internacionalmente competitivos para todos, liberando órgãos como o BNDES e a Finep para criar foco mais definido na sua atuação. Vale lembrar que várias medidas desta agenda já foram implementadas, mas ainda há muito que ser feito, por exemplo, relatório do Banco Mundial (2004) aponta que o tempo para abertura e fechamento de empresas é absurdamente alto se comparável a países da OCDE, o que enseja a informalidade.

No campo da infra-estrutura, todos sabemos que o país viu serem acentuadas as suas deficiências nos últimos anos. O tamanho nesse caso é um complicador. Pois, construir ou reformar estradas e ferrovias significa investir em milhares de quilômetros de vias. Assim, expandir a oferta de

[7] Em palestra proferida no BNDES, em março de 2005.

capital é de suma importância para permitir que a demanda reprimida por infra-estrutura existente no Brasil seja atendida. Isto não pode ser feito apenas com recursos públicos. Assim, a criação do apropriado ambiente legal e de negócios torna-se uma das maiores prioridades deste governo. A lei das Parcerias Público Privadas (PPPs), aprovada no final de 2004, tem por objetivo garantir a participação do setor privado em uma gama de projetos de infra-estrutura. As PPPs têm por objetivo complementar, e não substituir, o investimento público ou as concessões públicas. Estas últimas permanecem como parte integral dos instrumentos para organizar o aumento dos investimentos em infra-estrutura.

O ambiente regulatório das empresas privadas prestadoras de serviços públicos, como energia, telecomunicações, água e saneamento, também está sendo fortalecido. O marco legal e a regulação do setor elétrico foram definidos em 2004, criando as condições necessárias para enfrentar o desafio de executar a difícil tarefa de promover o investimento e a competição em um setor com elevados custos fixos.

No que diz respeito ao aumento da produtividade e da eficiência, medidas para promover o desenvolvimento e a disseminação de tecnologia vão desempenhar um papel primordial na elevação da taxa de produtividade dos diversos setores. A Lei nº 10.973/04, Lei de Inovação, recentemente aprovada Congresso, cria incentivos econômicos para investimentos em ciência e tecnologia, meio da possibilidade de que os pesquisadores fiquem com uma parcela dos ganhos obtidos com as inovações adotadas pelas empresas, além de criar a possibilidade de fundos de investimentos específicos para o financiamento à inovação, cuja implantação está em estudos pela Comissão de Valores Mobiliários.

Finalmente, é cada vez mais importante consolidar uma boa estrutura de incentivos para melhorar a tecnologia da informação. Vale ressaltar que o número de celulares no Brasil cresceu mais de 40% em 2004, ano em que ultrapassamos a marca de 65 milhões de aparelhos, ou uma média superior a um aparelho para cada três habitantes[8]. Curiosamente, a maior densidade de uso encontra-se na Região Centro-Oeste com uma média superior a um aparelho para cada dois habitantes (Estado de São Paulo, 2005).

[8] Com base em dados do IBGE, população atual de 181 milhões de habitantes.

Quanto à exclusão digital, há um longo caminho a trilhar: o número de usuários de internet no Brasil soma 10,6 milhões de habitantes (Ibope 2005), ou menos de 6% da população. Mas destes, 50% já possuem acesso por meio de banda larga, e o brasileiro somente perde para os japoneses em tempo de conexão (Ibope 2004a). Os sites do governo são visitados por quase 40% dos usuários da rede (Ibope, 2004b). A melhoria desses números não é papel único do governo que vem atuando para implantar computadores nas escolas públicas. O terceiro setor também está presente em ONGs como o Comitê para a Democratização da Informática (CDI).

Vale ressaltar que está surgindo uma nova guinada na tecnologia de acesso à internet: o Wi-fi, que permite conexão a internet gratuita, em alta velocidade e sem cabo, está sendo implantada em cidades brasileiras. Segundo a revista Época (2004):

"A maior parte dos brasileiros (...), nunca operou um computador na vida (...) Enquanto isso, os pouco mais de 23 mil habitantes da pequena Piraí, no Vale do Paraíba, a 100 quilômetros do Rio de Janeiro, são íntimos usuários da rede mundial – que acessam inclusive a partir de computadores baseados em quiosques ao ar livre.(...) A imprevisível popularização da internet em Piraí deve-se em grande parte à tecnologia *wireless wi-fi*, que possibilita conexões em banda larga por meio de ondas de rádio. (...) Em todo o país, estima-se, existem entre 800 e 3 mil pontos dotados de antenas wi-fi para acesso público à web – os chamados *hot spots* públicos. A rede invisível alastra-se rapidamente. (...) Hoje, todos os aeroportos brasileiros disponibilizam o acesso sem fio à internet, assim como hotéis, cafés, alguns *shopping centres,* universidades e até clubes e academias de ginástica (...). "

Para finalizar, cumpre lembrar a Política Industrial do governo, a ser coordenada pela recém implantada Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), e que está focada na inovação e no aumento das exportações. Incluem-se políticas horizontais, voltadas para todos os setores econômicos visando à modernização e ao aumento da competitividade das empresas, por meio da inserção internacional, da inovação e do aumento da escala produtiva. Já as políticas verticais estão focadas em quatro áreas identificadas como estratégicas para a economia brasileira e para uma maior inserção do país no comércio mundial: microeletrônica, *software,* fármacos e bens de capital.

c) O ambiente tecnológico

"*The long-term path of technology and growth is difficult to discern. Indeed, innovation, by definition, is not forecastable. In the United States, we have always employed technologies at, or close to, the cutting edge, and we have created many innovative technologies ourselves. The opportunities of many developing economies to borrow innovation is not readily available to us.*" (Greenspan, 2005)

O desenvolvimento tecnológico em si não é papel único do Estado. Este deve principalmente fornecer as condições macroeconômicas e estruturais debatidos nas seções anteriores. Esse papel é dividido com o setor de pesquisa básica ou aplicada, ligado ou ao setor acadêmico ou a instituições privadas. O desenvolvimento tecnológico é primordial para o desenvolvimento de uma nação e são as nações líderes em tecnologia as líderes em indicadores econômicos e até mesmo de qualidade de vida. Curiosamente, é nessa variável, que é a menos dependente do Estado, que o Brasil tem a melhor posição relativa no Índice de Competitividade Global: 42º em 104 países.

É fato econômico empiricamente comprovado que os países que optaram pela transformação relativamente autárquica de suas economias obtiveram uma trajetória de desenvolvimento francamente menos dinâmica daqueles que optaram por implementar políticas industriais que tinham foco no mercado internacional. A razão para tal pode ser sintetizada na idéia de que, ao se acoplar de maneira seletiva ao mercado internacional, as economias do Leste Asiático conseguiram absorver, com a vantagem típica dos *late comers,* na linha de Gershenkron, a tecnologia de ponta que se fazia disponível e, assim, "pegar carona" (Abramovitz, 1991), na velocidade do crescimento do comércio internacional justamente no nascedouro do fenômeno da internacionalização, isto é, a partir dos anos 60. Esse elemento, o chamado *catching-up*, foi objeto do discurso do *chairman* do Federal Reserve norte-americano transcrito acima.

Alguns países tiveram um sucesso relativo nesse processo de copiar tecnologias, como é o caso dos "tigres asiáticos". Esta parece ser uma estratégia válida para o desenvolvimento, com as devidas ressalvas constantes na literatura. Para tanto, todavia, é necessário uma *core competenc*e. No caso dos asiáticos, mão-de-obra e terrenos baratos fizeram a diferença. Programas

governamentais, como as *venture towns* coreanas que procuram aglomerar núcleos de pequenas empresas tecnológicas em cadeias produtivas fornecendo financiamento assim como apoio administrativo ou, ainda, Cingapura, que preocupou-se fundamentalmente com moradia e educação, criando mão de obra qualificada, fazem a diferença. Na Ásia, no que tange ao capital e à tecnologia, o modelo dos "gansos voadores" (Akamane, 1962) é o que realmente fez a diferença. À medida que novas tecnologias foram surgindo, a vertente natural das economias asiáticas – por exemplo, a tradição várias vezes milenar de comércio — fazia com que as antigas tecnologias fossem repassadas do país mais avançado (o Japão), aos tigres asiáticos, posteriormente à China e agora a países como o Vietnã. Essa combinação de estratégia com sorte[9] não premiou a América do Sul. Mas nunca é tarde no jogo global.

Claro, os países com maior PIB do mundo são exatamente os líderes de tecnologia. Os Estados Unidos, Japão e Alemanha são os centros de excelência mundial em tecnologia da informação, eletro-eletrônicos e químicos, respectivamente. Integração entre universidades e empresas, pesado investimento empresarial em P&D e técnicos qualificados de alto nível são características do ambiente produtivo desses países. Nesse tocante, coincidência ou não, as cinco maiores economias do mundo são as maiores depositárias de patentes internacionais do mundo:

Tabela 3. Patentes internacionais por país

País	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2004 (% /total)**
Estados_Unidos	43.053	41.292	41.090	41.870	34.9%
Japão	11.904	14.063	17.381	19.982	16.6%
Alemanha	14.031	14.326	14.680	14.898	12.4%
Reino Unido	5.482	5.375	5.205	5.056	4.2%
Total mundial	108.229	110.387	115.142	120.100	100%

Fonte: WIPO (2005)

[9] A sorte faz parte do jogo. Mas como dizia Louis Pasteur em relação ao papel da sorte nas grandes descobertas científicas, "*le hasard ne favorise que les esprits qui y sont preparés*". Ou seja, só quem já está pré-disposto a receber e usar uma boa informação produzida pela "sorte", será capaz de utilizar a sorte para o seu benefício.

Enquanto isso, no nosso grupo de países em desenvolvimento...

País	2001	2002	2003	2004	2004 (% /total)
Coréia	2324	2520	2951	3512	2.94%
China	1731	1017	1293	1782	1.49%
Índia	295	525	764	784	0.66%
África do Sul	419	384	355	416	0.35%
Singapura	288	330	282	415	0.35%
Brasil	173	201	220	280	0.23%

Fonte: WIPO (2005)

Esse último número pode produzir uma analogia simples: representamos cerca de 1% do comércio mundial, e apenas 0,23% do número de patentes. Obviamente, nossa pauta de exportação, apesar de honrosas e significativas exceções (que estão, aliás, se multiplicando), como a Embraer, ainda é bastante dependente de produtos agrícolas ou manufaturados simples.

Uma análise interessante do Brasil, com base no sistema Swot[10] foi feita pela União Européia (European Commission, 2004:5) por Luger & Meinnard, e deve nos servir como percepção externa do nosso ambiente:

Tabela 4. Visão geral da performance de inovação para o Brasil:

Pontos fortes	**Fraquezas**
• Forte presença de empresas locais de ciência, pesquisa e tecnologia em comparação com outros países em desenvolvimento. • Extensivo suporte governamental para o desenvolvimento de tecnologias locais por meio de apoio aos esforços de P&D. • Empresas brasileiras são mais do que apenas fornecedores locais; muitas têm formado *joint-ventures* com multinacionais.	• Ainda em processo de afastamento de diversas tecnologias locais, oriundas de substituição de importações, ao invés de preferências por melhores praticas globais. • Isolado dos maiores mercados como América do Norte, Europa Ocidental, e Leste Asiático – limitando a demanda por produtos sofisticados. • Ausência de capital de risco disponível para aberturas de novas empresas financiamento a PMEs nos setores de ciência e tecnologia. • Limitados efeitos de propagação dos setores globalizados de alta tecnologia sobre o resto da economia. • Pontos fracos na educação, com baixas taxas de alfabetização e conclusão escolar.
Oportunidades	**Ameaças**
• Posição influente em vários setores de alta tecnologia, incluindo Telecomunicações e aeroespacial, os quais têm potencial para crescer por um longo período. • Incomparável posição econômica na América do Sul com fortes laços comerciais com a maioria de seus países vizinhos.	• Crescimento da capacidade de manufatura e P&D na Ásia. • Lacuna na educação científica e tecnológica versus países desenvolvidos; essa lacuna tem o potencial de deixar o Brasil mais atrás. • Oferta limitada de trabalhadores altamente qualificados para postos em ciência e tecnologia.

[10] Sistema que usa um diagrama de forças (*strenght*), fraquesas (*weaknesses*), oportunidades (*opportunities*) e forças (*strenght*).

Essa situação de oportunidades e carências tecnológicas enseja uma reflexão sobre como maximizar o nosso potencial, que tipo de estruturas institucionais de fomento a pesquisa são necessárias, que tipo de incentivos, que tipo de parceria com o setor privado e que tipo de participação do Estado é necessária para fomentar projetos de pesquisa. Uma das instituições que participa dessa reflexão, no que tange à incubação tecnológica, é a Financiadora de Estudos e Projetos[1] (Finep).

A Finep criou um projeto especial denominado "Inovar" que tem por objetivo promover o desenvolvimento, com base em tecnologia das pequenas e médias empresas (PMEs) por meio de instrumentos de planejamento para seus financiamentos, especialmente capital de risco. O projeto "Inovar" tem sido procurado para construir um sistema institucional – uma ponte entre as companhias e os investidores – o qual estimule investimentos de capital de risco em novas companhias de tecnologia de base, ajudando na conclusão do circulo de inovação tecnológica, de pesquisa para colocar produtos no mercado[11].

Entretanto, a entidade que tem o papel mais importante de corporação financeira de longo prazo no Brasil é o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social[3] (BNDES), com US$ 50 bilhões em ativos. O Banco possui um programa específico para as PME´s, tendo financiado 76 projetos e alocando recursos de US$ 100 milhões nos últimos 10 anos, e juntamente com a Finep pretende lançar o fundo "Criatec" para financiar novas empresas de tecnologia. Em vários casos, esse financiamento obriga a companhia a se tornar pública. O BNDES traz uma interessante solução para o uso de financiamento internacional nessa área, já que investidores internacionais não investem diretamente em PMEs locais.

Todavia, esse pilar não pode ser fortalecido sem a iniciativa privada. Por mais que o setor público possa financiar centros de pesquisa é apenas por meio das empresas que as inovações podem ser transformadas em ganhos de produtividade e/ou inserção de novos produtos no mercado. O ambiente industrial está cada vez mais dependente de cadeias internacionais no seu

[11] É importante notar que tal programa atua com parcerias entre diversas outras agências, incluindo o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Petros (um dos maiores fundos de pensão do Brasil) e Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae). Esta última instituição também possui programa próprio para a qualificação tecnológica de PMEs.

processo produtivo (automóveis, aviões, etc.), pois os produtos estão cada vez mais complexos em números de peças, e é impossível que cada país faça todos os componentes de um produto de alto valor agregado (como computadores) de maneira eficiente. Assim, muito mais importante do que substituição de importações, é que o Brasil faça parte dessas cadeias internacionais. Não temos vantagens geográficas como o México, mas podemos compensar isso melhorando a produtividade e aplicando tecnologia no setor produtivo.

4. DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO *VS.* HUMANO

Como salientado na introdução, o desenvolvimento tecnológico, o aumento da produtividade e do crescimento econômico é correlacionado como desenvolvimento social da população[12]. Mas em que grau? Podemos ter uma medida do grau de correlação entre o desenvolvimento das condições humanas (saúde, educação e rena mínima) e o desenvolvimento tecnológico e econômico? Com o objetivo de analisar essa questão, fizemos alguns exercícios de correlação entre o índice de crescimento competitivo do World Economic Forum, o qual foi analisado nas seções anteriores no tocante ao Brasil e é composto das três variáveis: macroeconômica, institucional e tecnológica, com o índice de Desenvolvimento Humano da ONU, calculado com base no grau de erradicação do analfabetismo, expectativa de vida e PIB *per capita*. Na interseção desses dois índices, encontramos 102 países. O ranking desses países em cada um desses índices e suas variáveis encontra-se no anexo 1.

Naturalmente, existe um grau significativo de correlação entre essas variáveis. De maior interesse, notamos que se formam três *clusters* de países, conforme a figura 8:

[12] É importante notar que correlação estatística não significa causalidade. Os testes de causalidade à *la Granger* são complexos e necessitam de um grande número de observações temporais para dois objetos distintos e não uma série de observações extra-temporais para grupos de países em cross-section. Com o desenvolvimento de grandes bases de dados com muitos países uma parte da literatura popularizou – erradamente – alguns resultados de *cross-section* em relações de causalidade válidos para o processo histórico de um país. Essa extrapolação não tem bases sólidas.

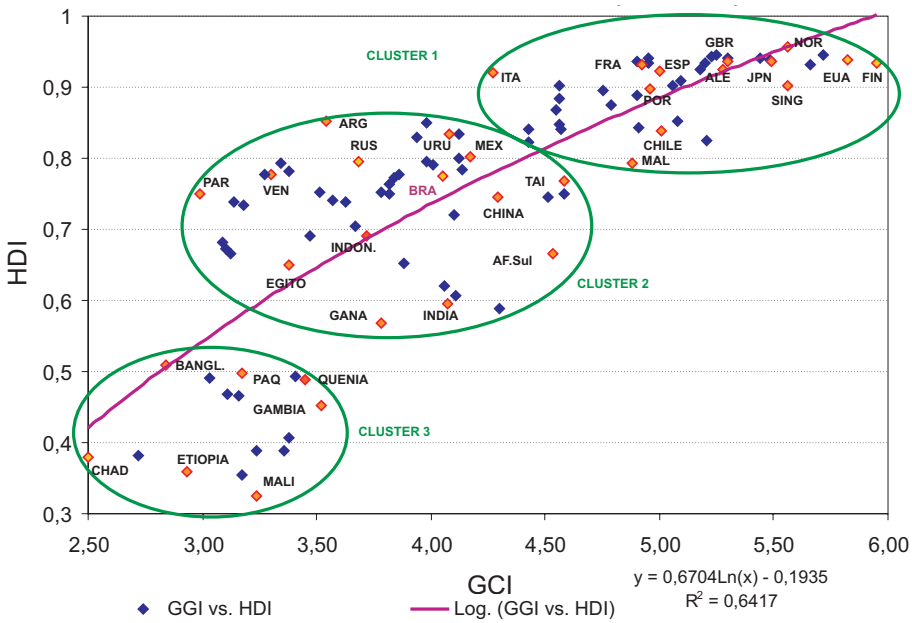


Figura 8. Índice de Desenvolvimento Humano (HDI-ONU) vs. Índice de Crescimento Competitivo (GCI-WEF)

Esses três *clusters* agrupam países desenvolvidos (1), em desenvolvimento (2) e menos desenvolvidos (3). É interessante notar que existe um *gap* entre os *clusters* 2 e 3, fazendo crer que um salto nessa direção seja complicado. Em quase sua totalidade (exceto Paquistão, que paradoxalmente domina a tecnologia nuclear e de foguetes de médio alcance), este último *cluster* é composto de países africanos.

No *cluster* (2) podem ser identificados dois tipos de países, os que estão à esquerda da linha de interpolação e os à direita. À esquerda estão os países com índice de desenvolvimento humano médio, como o Paraguai, mas com baixo índice de competitividade. Do outro lado, países como a Tailândia, com índice de desenvolvimento humano bem próximo ao do Paraguai, mas com um índice de competitividade 50% maior. Aparentemente, fica mais fácil para a Tailândia entrar no *cluster* (1), pois a distância que separa esse último país do mesmo é bem menor do que a do Paraguai.

Vale notar que enquanto Índia e China situam-se no lado direito (maior competitividade relativa ao IHD), os países do Mercosul e, em geral, os da América do Sul situam-se do lado esquerdo, talvez por primazias de antigas ausências na orientação exportadora. O Brasil situa-se próximo à linha, sugerindo que sua "posição" tecnológica é próxima ao do seu índice de desenvolvimento humano. A figura 9 traz o posicionamento do Brasil nos três elementos de cada um dos rankings:

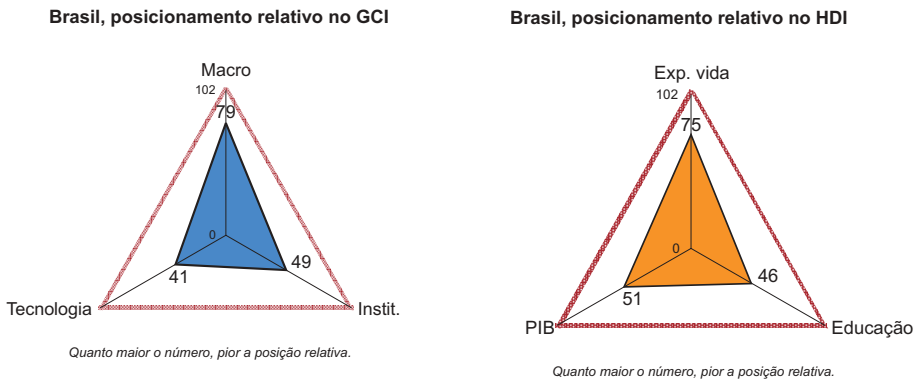


Figura 9. Posicionamento do Brasil nos três elementos do Ranking de Competitividade Global (GCI) e no Índice de Desenvolvimento Humano (HDI)[13]:.

Apesar do fato de que em quatro das seis variáveis acima o Brasil estar próximo da média dos países analisados, em duas estamos próximos do quartil inferior: expectativa de vida e política macroeconômica (cujo posicionamento nesse tipo de *ranking* já foi criticado na anteriormente). estamos na verdade engajados em um processo de implementação de políticas sociais mais eficientes e de consolidação da estabilidade de macroeconômica, esta última analisada na primeira seção. Políticas sociais e econômicas são complementares, não excludentes,.

Com a consolidação da estabilidade, todos os agentes públicos e privados vão ter a oportunidade de pensar em investir mais na capacitação tecnológica para que o país possa ter a possibilidade de dar o salto para o primeiro grupo. Ressalte-se que dele faz parte países como o Chile e Cingapura, que executaram políticas econômicas e sociais consistentes ao

[13] A posição global brasileira nos índices acima é 56º no GCI e 57º no HDI.

longo dos últimos 30 anos. De fato, uma política de distribuição de renda e inclusão social se perde ao longo do tempo se não executada em condições macro e microeconômicas de estabilidade e desenvolvimento sustentado.

Outro elemento interessante do cruzamento de informações do IDH com o GCI é a tabela de correlações dos seus subitens, conforme verifica-se abaixo:

Tabela 5. Correlações entre tecnologia e outras variáveis.

	Tecnologia	Instituições públicas	Macro-economia	HDI	Expectativa de vida	Educação	PIB *per capita*
Índice CGI	0,949	0,950	0,923	**0,790**	0,645	0,662	0,872
Tecnologia		0,846	0,809	0,838	0,687	**0,750**	**0,880**
Inst. publ.			0,842	0,697	0,533	0,586	0,806
Macro				0,708	0,618	0,532	0,793
HDI					0,922	0,899	0,938
Exp. de vida						0,721	0,798
Educação							0,789

Interessante notar que a variável tecnológica do GCI correlaciona-se mais fortemente ao PIB *per capita* do HDI do que as variáveis endógenas do próprio GCI. Essa correlação é de quase 0,88 (R^2=0,77) e superior aos 0,75 (R^2=0,56) de sua correlação com a educação[14]. Todavia, o IDH da ONU não leva em conta a educação terciária e o índice de cientistas por mil habitantes, que tem relação mais direta com o desenvolvimento tecnológico.

O exercício apresentado é ilustrativo e não pretendemos repetir Sala-i-Martin (1997) e Doppelhofer, Miller e Sala-i-Martin (2000) que estudaram a relação entre a taxa de crescimento e cerca de 60 variáveis econômicas, políticas, sociais, geográficas e históricas, rodando mais de 4 milhões de regressões[15].

[14] Vale lembrar novamente que o HDI tem como componente o anafalbetismo, e para o desenvolvimento tecnológico, índices como engenheiros e cientistas por 1000 hab, assim como educação terceária, podem ter valor mais significativo.

[15] Nesses estudos as variáveis mais correlacionadas foram: a) respeito aos contratos; b) direitos políticos e liberdades civis; c) grau abertura da economia; d) proporção de crianças e jovens na escola; e) fração de bens primários no volume de exportações (com efeito negativo).

CONCLUSÕES

Nosso setor exportador cresceu nos últimos anos; como vimos, a própria inserção internacional de nossas empresas as obriga a ter maior capacitação tecnológica para competir. Progressivamente, atingimos liderança global em tecnologia em alguns setores, mas esses ainda são poucos se considerarmos o potencial e o tamanho do país.

Desenvolver esse potencial é condição necessária para podermos inserir o Brasil com mais força no cenário mundial, desenvolvendo uma plataforma exportadora de maior valor agregado, fundamental para maior geração de riqueza no país. Para desenvolvê-lo, a tecnologia, entre os fatores de produção, é peça fundamental nesta era de constantes mudanças em que a inovação de hoje torna-se a *commodity* de amanhã. No Brasil, o desenvolvimento da capacitação tecnológica é ainda mais premente, pois quando comparamos a outros países não conseguimos competir em custo de capital ou mão de obra (nesse último caso, talvez nem devamos tentar).

E como fazê-lo? As teorias sobre o papel do Estado no "desenvolvimento" evoluíram e hoje estamos chegando a um "bom senso" onde há complementaridade entre a iniciativa privada, o papel dos incentivos e do mercado e as iniciativas e a regulação que pode oferecer o setor público. Sabemos ainda que o desenvolvimento humano não é exógeno ao desenvolvimento econômico. O objetivo final deste processo, que é o próprio desenvolvimento humano, é histórico complexo, ao longo do qual deve pensar-se como otimizar a alocação de recursos escassos disponíveis.

Essa realidade nos trás um paradoxo: sabemos que para desenvolver plenamente o potencial tecnológico da Nação, devemos investir, dentre outras áreas, em infra-estrutura, educação e pesquisa. E sabemos também que o desenvolvimento requer estabilidade. É impossível financiar ao mesmo tempo todas as necessidades no campo social e de infra-estrutura sem ferir o alicerce da estabilidade macroeconômica. Dessa forma, como não há receita teórica de aplicabilidade líquida e certa para o desenvolvimento tecnológico e humano, mas ter políticas adequadas, fiscalmente responsáveis, coordenadas e eficientes e cuidar da base que permita ao setor privado desenvolver plenamente suas capacidades são fatores-chave. A sociedade brasileira conscientizou-se dessa realidade, a duras penas, ao longo dos

últimos vinte anos. Nossas experiências passadas vão certamente ser de grande valor para que o nosso país atinja o seu potencial de desenvolvimento.

Mas novamente, como colocar essa linha geral em prática? A ação governamental para fomentar o desenvolvimento tornou-se menos seguir um modelo pré-definido e mais um processo de sintonia fina, conduzido na tentativa de alocar os recursos onde sejam mais necessários, inclusive para políticas focadas para a inovação tecnológica, dentro de um processo democrático. Já aprendemos há muito tempo que o papel do Estado não é único; temos que contar com a sociedade, que pode e deve participar do debate sobre a alocação dos recursos; de boas instituições, inclusive de ensino e pesquisa, que possam desenvolver o potencial tecnológico; e obviamente a participação dos empreendedores, sem os quais não haveria transformação da tecnologia em ganhos de capital. O enlace de todas essas frentes também é necessário, e pode ser obtido com parcerias entre todos os participantes já mencionados.

Sem esse enlace, a pesquisa básica não se transforma em aplicada, que por sua vez não se transforma em patentes. Essas últimas, juntamente com o processo de *branding,* são responsáveis pela mais valia dos produtos, que por sua vez são os geradores do valor de uma empresa, que agregadamente traduz-se nas riquezas de um país. E a tecnologia, tal qual a produção, hoje faz parte de um processo de cadeias colaborativas (dificilmente alguém conseguiria decifrar o genoma humano sozinho), nas quais a nação deve inserir-se. Nas palavras do Ministro Pallocci (2004):

"No caso da Política Industrial e Tecnológica, ainda vamos levar um tempo para construir um novo consenso na sociedade brasileira. Afinal o Brasil viveu, nas últimas duas décadas e meia, movimentos muito contraditórios neste terreno. Tivemos uma rara combinação de políticas pouco modernas, nos anos 80, com políticas pouco flexíveis, nos anos 90. No primeiro caso, reserva de mercado. No segundo, abertura sem estratégia de inserção competitiva. Mas o que nos interessa discutir aqui é um aspecto, que entendemos ser essencial, embora não o único, da política proposta: a questão tecnológica (...) O ponto básico é que o Brasil precisa reverter, urgentemente, a estagnação em sua capacidade de gerar patentes industriais, inovar e melhorar os processos de produção. Em patentes, estamos solidamente estagnados nos mesmos números de 1980. Ou seja, o país registra anualmente a mesma centena de patentes que registrava há 24 anos.

Como fazer esta mudança? Uma boa aposta é o que a experiência internacional veio mostrando, justamente, nestas últimas duas décadas e meia, quando produziu, especialmente nas áreas de semicondutores e tecnologia da informação e comunicação, centros de excelência em pesquisa colaborativa. Não há política industrial moderna sem a forte componente da pesquisa tecnológica de aplicação industrial, possibilitada por centros de excelência."

Para finalizar, deixamos a mensagem que há muito a fazer, mas estamos no caminho certo.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVITZ, Moses. *Thinking about growth and other essays on economic growth and welfare*. Cambridge, UK: [s.n.], 1989.

ADAMANTS, Kineme. A historical pattern of economic growth in developing countries. In: THE DEVELOPING economies. Tokyo: [s.n.], 1962. p.3-25. Preliminary issue n.1.

CUMULI, Mario. *National systems of innovation:* a note on technological asymmetries and catching-up perspectives, IIASA, Interim Report June/98. [S.l.: s.n.], 1998.

DELONG, J. B. *Cornucopia:* increasing wealth in the twentieth century, 2000. Disponível em: <http://www.j-bradford-delong.net/TCEH/2000/TCEH_2.html>. Acesso em: mar. 2005.

DUNNING, John; NEURAL, Rajneesh (Ed). *Foreign direct investment and governments:* catalysts for economic restructuring. London: Rutledge, 1996.

EUROPEAN COMMISSION. *European trade on innovation:* innovation/SME, 2004. [S.l.: s.n.], 2004.

FREEMAN, Chris; SUITE, Luc. *The economics of industrial innovation*. Cambridge: The MIT Press, 1997.

GREENSPAN, Alan. *Speech at the Council on Foreign Relations*. New York: [s.n.], 2005.

HELPMAN, LeAnn; KURGAN, Paul. *Market structure and foreign trade*. Cambridge: The MIT Press, 1993.

HUMMEL'S, David. *Have international transportation cost declined?*. Chicago: Chicago University, 1999.

IBOPE. *Brasileiros continuam superando americanos em tempo de uso da Internet*. Disponível em: <http://www.ibope.com.br/calandraWeb/servlet/CalandraRedirect?temp=

5&proj=PortalIBOPE&pub=T&db=caldb&comp=Notícias&docid=FE8F4214DCB5EE1D83256EBA0078B478>. Acesso em: mar. 2005.

_____. *Sites de governo foram destaque na Internet residencial em setembro*. Disponível em: <http://www.ibope.com.br/calandraWeb/servlet/CalandraRedirect?temp=5&proj=PortalIBOPE&pub=T&db=caldb&comp=Notícias&docid=6980284F371E71BF83256F310072988A>. Acesso em: mar. 2005.

_____. *Tempo de uso da Internet aumenta em janeiro*. Disponível em: <http://www.ibope.com.br/calandraWeb/servlet/CalandraRedirect?temp=5&proj=PortalIBOPE&pub=T&db=caldb&comp=Notícias&docid=D249E3EFDA38F5C583256FB100601BB4>. Acesso em: mar. 2005.

KIERKOWSKI, Henryk (Ed). *Monopolistic competition and international trade*. Oxford: Clarendon Press, 1989.

KRUEGER, Anne. The political economy of a rent-seeking society. *American Economic Review,* v. 64, n. 3, p. 291-303, 1974.

KRUGMAN, Paul. Competitiveness. *Foreign Affairs,* v. 74, n. 2, 1994.

KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia (Org). *Economia industrial:* fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

LALL, Sanjaya. Linking FDI, technology development for capacity building and strategic competitiveness. *Transnational Corporations,* v. 11, n. 3, dec. 2002.

MARKOWITZ, Harry. Porfolio selection. *Journal of Finance,* v. 7, n.1, p. 77-91, 1952.

MEIER, G. M.; STIGLITZ, J. *Frontiers of development economics*. New York: Oxford University Press, 2001.

MOREIRA, Mauricio Mesquita; LOPEZ-CORDOVA, Ernesto. *Regional integration and productivity:* the experiences of Brazil and Mexico. [S.l.: s.n.], 2003. (Working Paper, n.14). BID-Intal-ITD-STA.

NAÇÕES UNIDAS. *Human development index, 2004 (base 2002)*. Disponível em: <www.hdr.undp.org>. Acesso em: mar. 2005.

NARULA, Rajneesh; ZANFIEI, Antonello. *Globalisation of innovation:* the role of multinational enterprises. [S.l.: s.n.], 2003. (DRUID Working Paper, n. 03-15).

NELSON, Richard. *National innovation systems*. New York: Oxford University Press, 1993.

NELSON, Richard; WINTER, Sidney. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

NÚMERO de celulares no Brasil cresceu 41,5% em 2004. *O Estado de São Paulo,* São Paulo, 18 jan. 2005. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/tecnologia/telecom/2005/jan/17/136.htm>. Acesso em: mar. 2005.

PALOCCI, Antonio; OLIVEIRA, Edmundo. O ano da política industrial e tecnológica. *O Estado de São Paulo,* São Paulo, 06 jan. 2004.

PORTER, Michael. *The competitive advantage of nations.* [S.l.]: Free Press, 1990.

REDE em ebulição. *Revista Época,* ed. esp., dez. 2004. Disponível em: <http://epoca.globo.com/especiais/2004/tecnatal/internet.htm>. Acesso em: mar. 2005.

SCHERER, Frederic. *New perspectives on economic growth and technological innovation.* Washington, DC: Brookings, 1999.

RODRIK, Dani. *The new global economy and developing countries:* making opening work. Washington, DC: The Overseas Development Council, 1999.

VERNON, Raymond. International investment and international trade in the product cycle. *Quarterly Journal of Economics,* May 1966.

WILLIAMSON, John. What should the World Bank think about the Washington consensus. *The World Bank Observer,* v.15, n. 2, Aug. 2000.

WORLD BANK. *Development report, 2004*. Washington, 2004.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Global competitiveness ranking, 2004*. Disponível em: <www.weforum.org>. Acesso em: mar. 2005.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION - WIPO. *World intelectual property rights:* statistics. Disponível em: <www.wipo.org>. Acesso em: mar. 2005.

Anexo I – Tabela Comparativa – Índice de Competitividade Global (GCI) *vs.* Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) [16]

	País	MIX RNK*	GCI RNK	GCI Índice	Tecno-logia	Instit. Públicas	macro-econom.	HDI RNK	HDI Índice	Expec. de vida	Educ.	PIB per capita
CLUSTER 1	Finlândia	1	**1**	5,95	5,92	6,48	5,47	**13**	0,935	0,88	0,99	0,93
	Estados Unidos	2	**2**	5,82	6,24	5,74	5,04	**8**	0,939	0,87	0,97	0,98
	Suécia	3	**3**	5,72	5,80	6,31	4,99	**2**	0,946	0,92	0,99	0,93
	Noruega	4	**5**	5,56	5,17	6,35	5,54	**1**	0,956	0,90	0,99	0,99
	Dinamarca	5	**4**	5,66	5,34	6,59	5,36	**17**	0,932	0,86	0,98	0,96
	Japão	6	**8**	5,48	5,68	5,88	4,67	**9**	0,938	0,94	0,94	0,93
	Suíça	7	**7**	5,49	5,25	6,22	5,24	**11**	0,936	0,90	0,95	0,95
	Islândia	8	**9**	5,44	5,05	6,58	5,09	**7**	0,941	0,91	0,96	0,95
	Singapura	9	**6**	5,56	5,11	6,21	5,79	**25**	0,902	0,88	0,91	0,92
	Holanda	10	**10**	5,30	4,98	6,08	5,13	**5**	0,942	0,89	0,99	0,95
	Austrália	11	**13**	5,25	4,93	6,10	5,04	**3**	0,946	0,90	0,99	0,94
	Reino Unido	12	**11**	5,30	4,92	6,23	5,11	**12**	0,936	0,88	0,99	0,93
	Canadá	13	**14**	5,23	5,05	5,84	4,97	**4**	0,943	0,90	0,98	0,95
	Alemanha	14	**12**	5,28	5,08	6,21	4,77	**19**	0,925	0,89	0,95	0,94
	Áustria	15	**16**	5,20	4,85	5,99	5,11	**14**	0,934	0,89	0,96	0,95
	Nova Zelândia	16	**17**	5,18	4,76	6,41	4,80	**18**	0,926	0,89	0,99	0,90
	Bélgica	17	**24**	4,95	4,59	5,71	4,92	**6**	0,942	0,90	0,99	0,94
	Israel	18	**18**	5,09	5,25	5,64	4,20	**22**	0,908	0,90	0,94	0,88
	Luxemburgo	19	**25**	4,95	4,28	5,99	5,23	**15**	0,933	0,89	0,91	1,00
	Espanha	20	**22**	5,00	4,86	5,16	4,99	**20**	0,922	0,90	0,97	0,90
	Irlanda	21	**28**	4,90	4,43	5,87	4,85	**10**	0,936	0,86	0,96	0,98
	França	22	**26**	4,92	4,65	5,62	4,78	**16**	0,932	0,90	0,96	0,93
	Hong Kong	23	**20**	5,06	4,49	6,22	5,05	**23**	0,903	0,91	0,86	0,93
	Portugal	24	**23**	4,96	4,78	5,69	4,42	**26**	0,897	0,85	0,97	0,87
	Coréia do Sul	25	**29**	4,90	5,18	4,81	4,41	**28**	0,888	0,84	0,97	0,86
	Estônia	26	**19**	5,08	5,01	5,59	4,65	**33**	0,853	0,78	0,98	0,80
	Emirados Árabes Unidos	27	**15**	5,21	4,71	5,82	5,09	**43**	0,824	0,83	0,74	0,90
	Eslovénia	28	**32**	4,75	4,71	5,28	4,26	**27**	0,895	0,85	0,96	0,87
	Chile	29	**21**	5,01	4,55	5,77	4,71	**39**	0,839	0,85	0,90	0,77
	Malta	30	**31**	4,79	4,85	5,39	4,11	**30**	0,875	0,89	0,87	0,86
	Bahrain	31	**27**	4,91	4,47	5,56	4,70	**36**	0,843	0,81	0,85	0,86
	Grécia	32	**37**	4,56	4,42	4,74	4,52	**24**	0,902	0,89	0,95	0,87
	Chipre	33	**36**	4,56	4,36	5,18	4,14	**29**	0,883	0,89	0,89	0,87
	Republica Checa	34	**39**	4,55	4,88	4,56	4,22	**31**	0,868	0,84	0,92	0,84
	Itália	35	**46**	4,27	4,08	4,64	4,27	**21**	0,92	0,89	0,93	0,93
	Malásia	36	**30**	4,88	4,67	5,06	4,91	**49**	0,793	0,80	0,83	0,75
	Hungria	37	**38**	4,56	4,66	5,07	3,95	**35**	0,848	0,78	0,95	0,82
	Lituânia	38	**35**	4,57	4,51	4,75	4,46	**37**	0,842	0,79	0,96	0,77
	Eslováquia	39	**43**	4,43	4,67	4,64	3,98	**38**	0,842	0,81	0,91	0,81
	Letônia	40	**42**	4,43	4,46	4,55	4,27	**44**	0,823	0,76	0,95	0,75
CLUSTER 2	Tailândia	41	**34**	4,58	4,24	4,71	4,79	**59**	0,768	0,74	0,86	0,71
	Costa Rica	42	**49**	4,12	3,97	4,69	3,72	**40**	0,834	0,88	0,87	0,75
	Jordânia	43	**33**	4,58	4,02	5,43	4,29	**65**	0,75	0,76	0,86	0,62
	Uruguai	44	**53**	4,08	3,92	5,23	3,10	**41**	0,833	0,84	0,94	0,73
	Polônia	45	**59**	3,98	4,19	3,70	4,05	**34**	0,85	0,81	0,96	0,78
	Tunísia	46	**41**	4,51	3,87	5,14	4,52	**66**	0,745	0,79	0,74	0,70
	México	47	**47**	4,17	4,13	4,28	4,09	**45**	0,802	0,81	0,85	0,75
	Trinidad e Tobago	48	**50**	4,12	3,98	4,18	4,20	**46**	0,801	0,77	0,87	0,76
	Croácia	49	**60**	3,94	4,15	3,86	3,81	**42**	0,83	0,82	0,90	0,77

[16] Calculados respectivamente pelo World Economic Forum (www.weforum.org) e pela ONU (www.unhdr.undp.org)

(*) O "Mix Ranking" é calculado por (CGI x HDI), meramente para indentificar "clusters" de desevolvimento (ver gráfico

Inovação, estratégias competitivas e inserção internacional das firmas da indústria brasileira

Mario Sergio Salerno[*]
João Alberto De Negri[**]

1. Apresentação

O debate a respeito da presença de firmas brasileiras no mercado internacional não é recente e tem acompanhado todo o desenvolvimento industrial brasileiro. Recentemente, entretanto, as discussões sobre as políticas de incentivo à inovação tecnológica em geral, e de forma especial as realizadas no âmbito da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, têm trazido novas contribuições sobre inserção externa da indústria brasileira. No centro deste debate estão questões como os determinantes da internacionalização das firmas brasileiras, o impacto das inovações tecnológicas sobre o valor agregado das exportações e o impacto da atuação das empresas estrangeiras na indústria brasileira. É sobre estas questões que este artigo está debruçado.

Os resultados aqui apresentados fazem parte do projeto "Inovação, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras" (Salerno e De Negri, 2005). A originalidade deste projeto é dupla: por um lado, os dados dizem respeito ao mais amplo conjunto de informações jamais reunido sobre a indústria brasileira[1] e por outro, ao categorizar as empresas

[*] Mario Sergio Salerno é professor associado do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP e diretor de Estudos Setoriais do Ipea.
[**] João Alberto De Negri é diretor adjunto de Estudos Setoriais do Ipea.
[1] A base organizada pelo Ipea reúne os dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e da Pesquisa Industrial sobre Inovação Tecnológica (Pintec) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), do Censo do Capital Estrangeiro do Banco Central (Bacen), do Registro de Capitais Brasileiros no Exterior (Bacen) e da Base de Dados de Compras Governamentais do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). O banco de dados é composto por uma amostra de aproximadamente

por estratégias competitivas, tornou-se possível mapear e discutir com muito mais acurácia o patamar competitivo da indústria, possibilitando diagnóstico preciso para apoio à Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior do governo federal. Os temas tratados no projeto, que tem previsão de publicação em livro em abril, são sempre considerando a tipologia de empresas conforme estratégias competitivas (categorias descritas a seguir):

1) efeitos da estratégia de inovar e diferenciar produto nos salários e características da força de trabalho ocupada nas diferentes categorias de firma;

2) inovação na indústria alimentícia;

3) questões tecnológicas na agroindústria;

4) compras governamentais segundo os diferentes tipos de empresa;

5) transbordamento (*spill over*) tecnológico das firmas estrangeiras para as firmas nacionais;

6) esforço inovativo e financiamento à inovação nas empresas estrangeiras;

7) cooperação entre empresas e com outras entidades;

8) estratégias competitivas setoriais;

9) internacionalização de empresas brasileiras;

10) conteúdo tecnológico do comércio exterior brasileiro;

11) dinâmica espacial das firmas por estratégica competitiva – análise de transbordamento regional;

12) espacialização das empresas estrangeiras;

13) comportamento inovativo e competitivo das firmas que não diferenciam produto e têm produtividade menor;

14) aspectos gerais da inovação tecnológica;

15) comparação entre inovação no Brasil e na Comunidade Européia (Pintec x Cis3).

---

70 mil firmas industriais e de cinco milhões de trabalhadores que nelas trabalham, equivalendo a mais de 80% do valor adicionado na indústria brasileira. O período analisado compreende sete anos: 1996-2002. O Ipea não tem a posse física das informações utilizadas neste trabalho e, portanto, a realização de trabalhos como este só é possível devido às parcerias estabelecidas entre o Ipea, o IBGE, o MTE, o Bacen, o MPOG e a Secex/MDIC. O acesso às informações necessárias ao trabalho seguiu rigorosamente os procedimentos que garantem o sigilo dos dados dos declarantes.

Para categorização das firmas tomou-se por base a literatura que demonstra que a inovação é uma estratégia que possibilita às empresas auferirem maiores ganhos, particularmente se ocorrer diferenciação de produto que possibilite a obtenção de preço-prêmio pela empresa[2]. Do ponto de vista da estratégia de negócios, tal visão foi difundida por Porter (1980), que categoriza as estratégias de negócios em três categorias: a) concorrência por diferenciação; b) concorrência por preço, na qual os produtos são padronizados e o diferencial de uma empresa se dá pelo seu nível menor de custos; c) concorrência por nichos, que seria um caso particular da estratégia de diferenciação. A estratégia de diferenciação de produto seria aquela mais promissora para a lucratividade da empresa, que estaria menos sujeita à concorrência de preços, muitas vezes perseguida via menores salários, maiores jornadas de trabalho ou derivada de recursos naturais (*commodities*) muito sujeitos a flutuações de preços. Também é conhecido o esforço dos países desenvolvidos para desenvolverem políticas de inovação tecnológica e de diferenciação de produtos, seja por meio de investimentos e incentivos diversos, seja por meio de regulamentação, delimitação de origem e de normas técnicas.

As empresas industriais foram então classificadas conforme as estratégias competitivas que desenvolvem[3]:

a) FIRMAS QUE INOVAM E DIFERENCIAM PRODUTO: são aquelas que realizaram inovação de produto para o mercado e obtiveram preço prêmio acima de 30% nas suas exportações quando comparadas com os demais exportadores brasileiros do mesmo produto[4]. Nesse grupo estão incluídas, portanto, as

---

[2] É utilizada também a expressão "lucro de monopólio", no sentido de que a empresa obtém um ganho extra pelo fato de que, num determinado horizonte, seu produto se diferencia dos demais, criando uma situação similar a um monopólio de fato.

[3] O professor Antônio Barros de Castro (IE/UFRJ) teve a idéia inicial de categorizar as firmas por seu desempenho competitivo. Tal idéia foi aprofundada em reunião com a coordenação do projeto e os professores Afonso Fleury (Politécnica USP) e Adriano Proença (Coppe e EE-UFRJ).

[4] A classificação é feita por produto (NCM) e por mercado de referência. Dois problemas metodológicos podem surgir quando o preço prêmio é estimado para cada produto e mercado. Primeiro, a firma pode exportar mais de um produto para um mesmo mercado. Neste caso, o preço-prêmio foi calculado para cada produto da firma e posteriormente foi estimada a média do preço prêmio ponderada pelo valor dos produtos exportados pela firma. Segundo, a firma pode ser a única exportadora brasileira de um produto especifico para um determinado mercado. Neste caso, não haveria preço-prêmio, pois o preço médio da indústria é o preço médio da firma. O cálculo do preço prêmio levou em conta a participação da firma no total exportado pela indústria brasileira no mercado de referência.

firmas que adotam estratégias competitivas mais vantajosas, tendendo a criar mais valor, e compõem o segmento mais dinâmico, que tende a capturar parcela maior da renda gerada pela indústria.

b) Firmas especializadas em produtos padronizados: cuja estratégia competitiva impõe que o foco de sua atuação seja a redução de custos, ao invés da criação de valor como na categoria acima. São consideradas aqui as firmas exportadoras não incluídas na categoria acima e as não exportadoras que apresentam eficiência igual ou maior do que as firmas desse grupo que exportam. Tendem a ser atualizadas do ponto de vista de características operacionais como fabricação, gestão da produção, qualidade e logística, que são imperativos para sustentação de custos relativamente mais baixos, mas na média estão defasadas, relativamente à categoria anterior, no que se refere a outras armas da competição como pesquisa e desenvolvimento, marketing e gerenciamento de marcas.

c) Firmas que não diferenciam produto e têm produtividade menor: demais firmas que não pertencem às categorias anteriores. Grosso modo, engloba empresas não exportadoras, geralmente menores, atuando em mercados menos dinâmicos[5].

Este artigo está dividido em sete seções, incluindo esta introdução. A seção 2 caracteriza a indústria, por estratégias competitivas, em função de temas como faturamento, pessoal, salários, inovação e outros, apresentando resultados inéditos e positivamente surpreendentes. A seção 3 trata da internacionalização das firmas de capital nacional. O comércio exterior das firmas industriais brasileiras é abordado na seção 4. A seção cinco resume algumas evidências sobre a atuação das firmas estrangeiras na indústria brasileira. A seção seis apresenta resultados que mostram que o esforço inovativo das empresas de capital nacional é maior do que o das empresas estrangeiras. Ao final, há uma síntese das principais evidências deste artigo.

[5] Na indústria brasileira poderia, ainda, ser contemplado uma quarta categoria formada por firmas de base tecnológica e que estão em fase inicial de operação ou em condições de deixar as incubadoras em que foram gestadas. Esta categoria de firmas não foi analisada no projeto.

2. ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS E DESEMPENHO DAS FIRMAS NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Segundo os dados do IBGE, existem na indústria brasileira aproximadamente 72 mil firmas com mais de dez empregados. Na tabela 1 são apresentados o número de firmas classificadas de acordo com as categorias de estratégias competitivas definidas acima. Na indústria brasileira existem 1.199 firmas que inovam e diferenciam produto, 15.311 firmas especializadas em produtos padronizados e outras 55.486 firmas que não diferenciam e têm produtividade menor.

A escala de produção das firmas que inovam e diferenciam produto é significativamente maior do que nas demais categorias. O faturamento médio destas firmas é de R$ 135,5 milhões, sendo que nas firmas especializadas em produtos padronizados o faturamento é de R$ 25,7 milhões e naquelas que não diferenciam e têm produtividade menor é de R$ 1,3 milhão.

Apesar de haver um diferencial significativo entre o tamanho médio das firmas nas diferentes categorias, é importante observar que os índices de eficiência de escala das firmas que inovam e diferenciam produto e das firmas especializadas em produtos padronizados estão muito próximos, mas diferem das firmas que não diferenciam e têm produtividade menor. Este indicador mostra que uma parte da menor eficiência das firmas que não diferenciam e têm produtividade menor é associada ao fato delas operaram em escala de produção menos eficiente do que as demais.

Tabela 1. Número de firmas na indústria brasileira, escala média de produção e eficiência de escala segundo estratégias competitivas e padrões tecnológicos. Ano 2000

Categoria de firmas	Total	Pessoal ocupado	Faturamento (R$ milhões)	Eficiência de escala[6]
Inovam e diferenciam produto	1.199 (1,7%)	545,9	135,5	0,77
Especializadas em produtos padronizados	15.311 (21,3%)	158,1	25,7	0,70
Não diferenciam e têm produtividade menor	55.486 (77,1%)	34,2	1,3	0,48
Total	71.996 (100%)			

Fonte: Pintec/IBGE, PIA/IBGE, Secex/MDIC, CBE/Bacen, CEB/Bacen e Rais/MTE.
Elaboração: Ipea/Diset.

[6] A eficiência de escala mede a diferença de produtividade da firma em relação à escala mais produtiva da sua indústria, ou seja, em relação ao ponto onde a elasticidade de escala é igual à unidade. A estimativa de eficiência de escala foi realizada por De Negri (2003) para 30 setores da indústria de transformação brasileira usando Data Envelopment Analysis (DEA).

Observa-se na tabela 2 que a remuneração média mensal do pessoal ocupado é R$ 1.254,64 nas firmas que inovam e diferenciam produto, R$ 749,02 nas firmas especializadas em produtos padronizados e R$ 431,15 nas firmas que não diferenciam e têm produtividade menor. É importante salientar que a remuneração está associada às características da mão-de-obra. A escolaridade média do trabalhador nas firmas que inovam e diferenciam produto é significativamente maior do que nas demais firmas. Em média o empregado destas firmas tem 9,13 anos de estudos. O tempo de permanência médio do trabalhador também é maior nas firmas que inovam e diferenciam produto, 54,09 meses, quando comparado com as firmas especializadas em produtos padronizados que é de 43,90 e com as firmas que não diferenciam e têm produtividade menor que é de 35,41 meses em média.

Tabela 2. Características da mão-de-obra empregada nas firmas industriais por categoria. Ano: 2000.

Categoria de firma	Remuneração média (R$/mês)	Escolaridade média (anos)	Tempo médio de emprego (meses)	Prêmio Salarial %
Inovam e diferenciam produto	1.254,64	9,13	54,09	23
Especializadas em produtos padronizados	749,02	7,64	43,90	11
Não diferenciam e têm produtividade menor	431,15	6,89	35,41	0

Fonte: Pintec/IBGE, PIA/IBGE, Secex/MDIC, CBE/Bacen, CEB/Bacen e Rais/MTE.
Elaboração: Ipea/Diset.

A escolaridade e o tempo de permanência do pessoal ocupado na firma são variáveis especialmente relevantes na análise da estratégia competitiva das firmas. Podemos considerar que o tempo de permanência do trabalhador na firma é um indicador de aprendizado tecnológico e a escolaridade média dos trabalhadores da firma é uma *proxy* para o nível tecnológico da firma, pois é razoável supor que firmas com maior conteúdo tecnológico demandem mão-de-obra mais qualificada. Firmas que ocupam mão-de-obra mais qualificada têm mais condições de diferenciar e garantir a qualidade do produto produzido. Ao mesmo tempo em que a melhor qualificação da mão-de-obra amplia as potencialidades disponíveis nas firmas, o posicionamento competitivo da empresa é positivamente influenciado pela possibilidade da firma operar com conteúdo tecnológico maior.

As firmas de maior conteúdo tecnológico tendem a exigir trabalhadores mais escolarizados e melhor treinados. O tempo de permanência do trabalhador na firma é um indicativo de que deve haver custos afundados que a firma incorre por treinar a sua mão-de-obra ou por processo de aprendizado tecnológico no interior da firma, que torna a rotatividade relativamente mais cara. Sendo assim, é razoável acreditar que o processo de aprendizado se reflita no tempo de permanência do trabalhador na firma, pois estas têm dispêndios de treinamento que seriam perdidos com uma rotatividade alta. Emprego mais estável favorece o aprendizado tecnológico e retroalimenta as potencialidades da firma ao mesmo tempo em que reduz os dispêndios de treinamento, atração e demissão de pessoal.

As empresas que inovam e diferenciam produto pagam em média maiores salários, seguidas das empresas especializadas em produtos padronizados e pelas firmas que não diferenciam e têm produtividade menor. Contudo, o tratamento dessa forma mistura empresas de diferentes setores, tamanhos (faturamento, número de funcionários), inserção no comércio internacional, propriedade do capital, região geográfica etc. Para contornar tal situação e realizar uma comparação que isole o fator salário das demais condições da empresa, exceto sua estratégia competitiva, Luiz Bahia (2005) realizou estudo econométrico controlando a remuneração do trabalhador com cerca de 200 variáveis, como faturamento, setor, unidade da federação, pessoal ocupado, nível de escolaridade e tempo de permanência na firma, rotatividades, coeficientes de exportação e importação etc. Ou seja, este estudo demonstrou que se as firmas forem exatamente iguais exceto pelo fato de apresentarem diferente estratégia competitiva, as firmas que inovam e diferenciam produto remuneram os empregados 23% a mais do que as firmas que não diferenciam e têm produtividade menor e 11% a mais do que as firmas especializadas em produtos padronizados. Estas evidências mostram que firmas que competem por inovação e diferenciação de produto tendem a remunerar melhor a mão-de-obra ocupada, sugerindo que "uma política que incentive as firmas a inovarem e diferenciarem produto tende a ter efeitos positivos do ponto de vista dos salários". Se tal assertiva pode ser encontrada em boa parte da literatura, temos aqui uma forte evidência empírica de que tal efeito pode se dar no caso brasileiro.

Pelos dados da Pintec, 31,5% das firmas industriais com dez ou mais pessoas ocupadas alegaram ter realizado algum tipo de inovação (essa taxa

o comportamento inovador é fortemente associado à difusão tecnológica, que é realizada de forma especialmente relevante por meio da inovação de processo. Nas firmas especializadas em produtos padronizados, o percentual de inovadoras é maior do que nas que não diferenciam e têm produtividade menor, indicando uma preocupação maior, nesta categoria, com a eficiência produtiva (técnica e de escala). Entre as que não diferenciam e têm produtividade menor, há um grande número de firmas, geralmente pequenas e médias, que não inovam e nem participam de processos de difusão tecnológica, e via de regra são firmas defasadas tanto do ponto de vista tecnológico como de eficiência produtiva**.** 29,3% das firmas que inovam e diferenciam produto realizaram inovação de produto em conjunto com outra empresa do grupo empresarial ao qual pertencem ou então em cooperação com outras empresas. Nas firmas especializadas em produtos padronizados este percentual é de 15,9 % e nas firmas que não diferenciam produto e têm produtividade menor é 6,4%.

Apesar de ser distinto o padrão de inovação tecnológica das que inovam e diferenciam produto, deve ser visto que as firmas especializadas em produtos padronizados e as que não diferenciam e têm produtividade menor, quando realizam inovação de produto, o fazem com um esforço individual maior do que do que as firmas que inovam e diferenciam produto. Isso fica mais evidente quando se observam os dados sobre gastos de P&D interno como proporção do faturamento das firmas. A média do percentual de gastos de P&D interno sobre o faturamento para firmas que inovam e diferenciam produto é de 3,06%, superior às demais firmas. A ordem de grandeza destes números muda substancialmente quando a média do percentual é estimada para firmas inovadoras que declararam realizar continuadamente ou ocasionalmente gastos em P&D interno. Nestes casos, para as firmas que não diferenciam e têm produtividade menor, os gastos em P&D sobre o faturamento chegam a 7,83% para firmas que realizam gastos contínuos em P&D e 3,72% para firmas que realizam gastos ocasionais. Para as firmas especializadas em produtos padronizados estes percentuais são de 3,48% e 5,09%, respectivamente.

Faz parte também do esforço inovador das empresas a capacidade das firmas estabelecerem alianças cooperativas e parcerias para a inovação tecnológica. As parcerias são distintas de acordo com o padrão de inovação das categorias de firmas. O fato dos gastos na aquisição de P&D externo e de conhecimento como proporção do faturamento das firmas ser maior nas

firmas que inovam e diferenciam produto corrobora as evidências de que estas firmas cooperam ou realizam inovações dentro do seu grupo empresarial. Não é trivial, entretanto, a relação de causalidade entre o desempenho inovativo da firma e cooperação. As firmas podem inovar e com isso ampliar o leque de cooperação/parceria e troca de informações com outras firmas que também inovam ou então podem associar-se para alcançar uma inovação tecnológica pretendida.

As principais dificuldades apontadas pelas firmas industriais para realizar inovação tecnológica no Brasil são "risco econômico", "elevados custos" e "escassez de fontes de financiamento". Estes três fatores são fortemente correlacionados entre si, pois o risco econômico de uma atividade inovativa é diretamente proporcional ao custo desta atividade e à possibilidade da firma obter fontes adequadas de financiamento no que diz respeito a carências, prazos e juros. Cooperação, parcerias e disponibilidade de compartilhar informações, que a princípio parecem ser atributos relevantes para a inovação, não foram considerados elementos restritivos tão acentuados. Apenas 7,1% das firmas inovadoras dentre as que não diferenciam e têm produtividade menor, por exemplo, atribuíram alta importância à falta de informação sobre inovação como um dos principais obstáculos à inovação e 5,2% atribuíram alta importância à falta de informação sobre o mercado. No caso da cooperação, apenas 10% das firmas que não diferenciam e têm produtividade menor que afirmaram realizar inovação declararam alta importância à escassez de cooperação como um dos principais problemas para a inovação tecnológica.

Teoricamente, o esforço da firma para realizar inovação tecnológica tem como objetivo aumentar os recursos e potencialidades disponíveis no seu interior e com isso obter vantagens competitivas que se traduzem em rentabilidade superior às de seus competidores. Nas firmas que inovam e diferenciam produto a inovação tem um impacto maior na ampliação da gama dos produtos ofertados: 46,8% delas atribuíram alta importância da inovação tecnológica para a ampliação da gama de produtos ofertados, sendo que para as demais categorias de firmas o percentual é significativamente menor. O percentual de firmas inovam e diferenciam produto que atribuíram alta importância da inovação tecnológica para a manutenção ampliação e abertura de novos mercados é maior do que nas firmas especializadas em produtos padronizados e nas firmas que não diferenciam e têm produtividade menor.

O percentual de firmas que atribuíram alta importância ao aumento da capacidade produtiva e da flexibilidade de produção é maior nas firmas especializadas em produtos padronizados e nas firmas que não diferenciam e têm produtividade menor. Estas firmas tendem a direcionar os seus recursos disponíveis para ampliar suas potencialidades fabris. Produtoras de bens menos diferenciados, as firmas inovadoras destas categorias tendem a ampliar suas potencialidades procurando fazer "o mesmo da melhor forma". É por isso que grande parte da inovação realizada por estas firmas é inovação de processo.

Em síntese, podem ser identificados na indústria brasileira padrões diferenciados de comportamento competitivos das firmas industriais. Do ponto de vista da presença das firmas no mercado internacional chama a atenção, entretanto, um resultado particularmente relevante. 23,1% das firmas que inovam e diferenciam produto atribuíram alta importância da inovação para o enquadramento às normas do mercado externo. Para as firmas especializadas em produtos padronizados este percentual é de 13,2%. Estes números são especialmente relevantes no contexto atual, porque no passado cristalizou-se no Brasil a interpretação de que o processo de desenvolvimento industrial brasileiro teria sido voltado para dentro e que as firmas enxergariam sua inserção internacional como uma parte residual de sua estratégia de crescimento, que ganharia importância somente nos momentos de restrições no mercado interno. O percentual não desprezível de firmas que realizaram uma atividade nobre e singular do ponto de vista da competição, a inovação tecnológica, para se adequar ao mercado internacional sugere que algo de novo na visão empresarial brasileira estaria ocorrendo. Esta hipótese mereceria análise mais aprofundada; alguma luz sobre isso pode ser encontrada detalhando-se os padrões de internacionalização das firmas brasileiras. É este o tema da seção seguinte.

3. INTERNACIONALIZAÇÃO DAS FIRMAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS

As firmas brasileiras que realizaram ID foram identificadas pelo Censo de Capitais Brasileiros no Exterior (CBE) do Bacen.

Desta forma foram identificadas três tipos de firmas na indústria brasileira:

1) Firmas brasileiras com ID: firmas de propriedade de capital majoritariamente (mais de 50%) brasileiro com investimento direto no exterior;

2) Firmas brasileiras sem ID: firmas de propriedade de capital majoritariamente brasileiro sem ID e que não buscam informações em outras firmas do seu grupo empresarial no exterior para inovação tecnológica.

3) Firmas transnacionais: firmas de capital majoritariamente estrangeiro (mais de 50%) que atuam na indústria brasileira.[7]

Segundo dados do Bacen, no ano de 2003 havia US$ 82,7 bilhões de capitais de nacionalidade brasileira em outros países. Deste total, os investimentos diretos com participação acionária acima de 10% em empresas e os empréstimos intercompanhias somavam US$ 54,9 bilhões. Deste total, 297 firmas industriais de capital brasileiro investiram no exterior US$ 11 bilhões.

A tabela 4 apresenta a participação das firmas na indústria brasileira em variáveis selecionadas. É evidente que a maior parte das firmas são de capital majoritariamente nacional sem ID. Chama a atenção, entretanto, que apesar de representarem 97,4% das firmas industriais e de ocuparem 75,9% da mão-de-obra empregada na indústria sua participação no faturamento total da indústria brasileira é de 42,2%. Na média, os dados de participação relativa do pessoal ocupado e de faturamento indicam que a produtividade das firmas brasileiras com ID e das transnacionais é significativamente superior à das firmas brasileiras sem ID. A participação das firmas brasileiras sem ID decresce ainda mais quando são analisados os indicadores de exportação e importação.

Tabela 4. Participação percentual de categorias de firmas na indústria brasileira. Ano 2000.

Participação no total da indústria (%)				
Tipos de firmas	**Número de firmas**	**Pessoal Ocupado**	**Faturamento**	**Exportações**
Brasileiras sem ID	70124 (97,4%)	75,9	42,2	25,6
Brasileiras com ID	297 (0,4%)	9,02	25,1	36,5
Transnacionais	1556 (2,2%)	15,1	32,7	37,9
Total	71996 (100%)	100	100	100

Fonte: Pintec/IBGE, PIA/IBGE, Secex/MDIC, CBE/Bacen, CEB/Bacen e Rais/MTE.
Elaboração: Ipea/Diset.

[7] Para este trabalho consideraram-se todas as firmas estrangeiras da indústria brasileira como empresas transnacionais.

Os indicadores de pessoal ocupado e de faturamento (tabela 5) mostram que nas firmas brasileiras sem ID a escala e a eficiência de escala é menor quando comparada com as demais. Isto é um indicativo de que na média a produtividade destas firmas pode aumentar com o aumento da sua escala de produção. A escala de produção das firmas brasileiras com ID é significativamente superior à das demais firmas e inclusive superior à das firmas transnacionais. Apesar da diferença significativa na escala de produção, a eficiência de escala das firmas brasileiras com ID e das transnacionais não se diferencia muito. Isso significa por um lado, que o potencial ganho de produtividade que pode ser obtido com o aumento da escala de produção destas firmas é mais limitado do que no caso das firmas brasileiras. Por outro, a eficiência de escala pode ser um ativo específico importante para a internacionalização das firmas brasileiras.

A escala relativamente maior das firmas brasileiras com ID pode ser devido às características setoriais destas firmas. As firmas brasileiras com ID estão presentes em todos os setores da indústria brasileira, mas grandes empresas do ramo da alimentação, têxtil, celulose, metalurgia, siderurgia e petroquímica acabam por elevar a média de escala deste tipo de firmas. O ID é reconhecidamente realizado em escala relativamente grande e, para o caso brasileiro, a capacidade de uma firma obter volumes de empréstimos necessários no Brasil ou no exterior depende de garantias que podem estar ancoradas na sua escala de produção, nos seus ativos. Neste sentido, a escala obtida pelas firmas nas indústrias onde o Brasil tem vantagens comparativas acaba por constituir por si só um ativo específico capaz de sobrepor barreiras à entrada das firmas industriais brasileiras no mercado externo.

Tabela 5. Escala de produção das firmas na indústria brasileiras (média de 2000)

Firmas	Pessoal Ocupado (número)	Faturamento (R$ milhões)
Brasileiras sem ID	53,9	3,80
Brasileiras com ID	1.509,9	533,2
Transnacionais	463,9	128,2

Fonte: Pintec/IBGE, PIA/IBGE, Secex/MDIC, CBE/Bacen, CEB/Bacen e Rais/MTE.
Elaboração: Ipea/Diset..

A inovação tecnológica acumula ativos específicos no interior da firma que ajudam a induzir seu processo de internacionalização, e a internacionalização de firmas com maior conteúdo tecnológico induz seu desempenho exportador. Arbix, Salerno e De Negri (2005) testaram

econometricamente esta relação. Seus resultados mostram que "a inovação tecnológica de produto novo para o mercado é positiva e fortemente correlacionada com a condição das firmas industriais brasileiras estarem internacionalizadas". Deve ser considerado que estes resultados estão limpos de efeitos setoriais e, portanto, mostram que além dos ativos específicos gerados pelas tradicionais vantagens comparativas de um país em desenvolvimento como o Brasil, a inovação tecnológica gera ativos específicos para as firmas da indústria brasileira e que são determinantes de sua internacionalização.

"O ID das firmas brasileiras não foi estatisticamente significativo para explicar a probabilidade da firma ser uma exportadora com preço-prêmio". A não significância do ID para a firma obter um preço adicional às suas exportações não é contraditória com o que poderia ser esperado para a economia brasileira. A inovação tecnológica é um dos ativos específico que permite a internacionalização da firma brasileira. Este não é, entretanto, o único ativo específico das firmas industriais brasileiras. As firmas brasileiras acumulam ativos específicos que estão relacionados à maior dotação de recursos naturais e mão-de-obra da economia brasileira vis-à-vis outras economias. Nos segmentos industriais mais intensivos nestes fatores de produção a capacidade de diferenciação de produto e inovação da firma tende a ser menor e "o ativo específico das firmas que acaba sendo acumulado e que determina sua internacionalização é a escala de produção e a expertise de produzir bens padronizados de menor custo e preço". Desta forma, ela não obtém preço-prêmio nas exportações porque produz no Brasil, e possivelmente também no exterior, produtos padronizados, de valor agregado relativamente menor. Estes resultados comprovam, portanto, um padrão de internacionalização das firmas brasileiras. "Este padrão aumenta o volume das exportações, mas na média, não adiciona valor aos bens exportados".

O mesmo exercício econométrico quando realizado para os mercados dos Estados Unidos e da Europa mostra que "as firmas brasileiras com ID nos mercados dos Estados Unidos e Europa têm respectivamente 17,63% e 14,24% a mais de chances de exportar com preço-prêmio do que as firmas brasileiras não internacionalizadas de forma geral ou então não internacionalizadas para aquele mercado. Estes resultados corroboram com a hipótese de que a exposição das firmas brasileiras a um mercado mais exigente amplia sua possibilidade de diferenciar/melhorar seu produto

exportado". Há, neste sentido, um mecanismo de retroalimentação da internacionalização e obtenção de preço-prêmio. A exposição das firmas brasileiras aos mercados mais exigentes tanto do lado do consumidor quando do lado das firmas competidoras força mudanças nos produtos exportados em direção à maior diferenciação e qualidade.

A inserção da firma industrial brasileira no comércio internacional seria tanto mais virtuosa quanto maior é o preço que ela conseguiria cobrar pelo seu produto, quando comparado ao preço dos demais exportadores de um mesmo país. As firmas podem também estar presentes no contexto internacional de forma mais frouxa, uma vez que elas têm diversos caminhos de obter no exterior as informações necessárias para a inovação tecnológica: participando de eventos, comprando informações de centros de pesquisa, contratando consultoria etc. Outros caminhos para obter no exterior as fontes para inovação são relevantes para a obtenção de preço-prêmio nas exportações? Participar de um grupo empresarial com empresa no exterior é a melhor ou a única forma da firma obter preço prêmio nas exportações? Arbix, Salerno e De Negri (2004a e 2004b) responderam estas questões. Segundo estes autores as demais fontes de informação no exterior, que não a participação em um grupo empresarial internacionalizado, não são significativas do ponto de vista estatístico, ou então, são pouco importantes para a firma obter preços-prêmio nos seus bens exportados.

Quando a análise é feita para mercados específicos, no caso, os Estados Unidos, as informações para inovação provenientes de fornecedores e clientes no exterior são também positivamente correlacionados com a obtenção de preço-prêmio. Para a Europa, as informações que têm como fonte os clientes são positivamente correlacionados com o preço-prêmio. Considerando que a exigência do consumidor no mercado da Europa e dos Estados Unidos é maior do que no mercado brasileiro, é razoável acreditar que as firmas que realizam inovações tecnológicas com informações dos clientes e fornecedores podem adequar melhor seu produto à demanda externa e com isso podem obter um diferencial de preços sobre as firmas que não levam em conta estas informações. Nos mercados menos exigentes ou mesmo nos mercados tão exigente quanto o mercado do país onde a firma está instalada, que parece ser o caso das firmas brasileiras que exportam para a América Latina, as firmas não precisariam contar com informações adicionais do país de destino da mercadoria para realizar inovações e, desta forma, não

haveria um diferencial relativo de preços que seria originado de firmas que buscam informações em clientes e fornecedores no exterior.

Em resumo, a exposição das firmas à concorrência internacional aumenta a inserção da firma em direção aos produtos de maior valor agregado. A internacionalização não é, entretanto, a única firma de agregar valor às exportações das firmas industriais brasileiras. A inovação tecnológica é por si só um determinante das exportações das firmas industriais brasileiras? Esta questão é tratada na próxima seção.

4. A INSERÇÃO DAS FIRMAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS NO COMÉRCIO EXTERIOR

A tabela 6 apresenta o valor médio das importações e exportações das firmas industriais brasileiras. "As firmas que inovam e diferenciam produto exportam e importam em média muito mais do que as demais firmas exportadoras, mas importam também muito mais"[8]. O coeficiente de exportação médio das especializadas em produtos padronizados é praticamente o dobro das demais firmas e o coeficiente de importação médio é 50% menor nestas empresas quando comparado às firmas que inovam e diferenciam produto.

Tabela 6. Inserção das firmas no comércio exterior por categoria, média em 2000.

Categoria de firmas	Exportações (US$ milhões)	Importações (US$ milhões)	Coef. Exportação (%)	Coef. Importação (%)
Inovam e diferenciam produto	11,4	12,01	0,11	0,15
Especializadas em produtos padronizados	2,1	1,8	0,21	0,10
Não diferenciam e têm produtividade menor	0,0	0,0024	0,00	0,01

Fonte: Pintec/IBGE, PIA/IBGE, Secex/MDIC, CBE/Bacen, CEB/Bacen e Rais/MTE.
Elaboração: Ipea/Diset..
Coeficiente de exportação: valor exportado (R$) / faturamento (R$)
Coeficiente de importação: valor importado (R$) / faturamento (R$)

[8] A tabela 6 mostra saldo negativo para as firmas que inovam e diferenciam produto. Vale lembrar que os dados são de 2000, sendo que até início de 1999 o real estava muito apreciado. É razoável supor que o balanço tenha evoluído positivamente nos anos posteriores.

Os indicadores de comércio exterior sinalizam um padrão de comércio muito diferente entre as firmas que inovam e diferenciam produto e as firmas especializadas em produtos padronizados. A literatura sobre os determinantes do comércio internacional afirma que as exportações podem, por um lado, estar relacionadas às tradicionais vantagens comparativas que são determinadas pela dotação relativa de fatores de produção como mão-de-obra e recursos naturais, e são associadas ao comércio interindústria. Por outro lado, as exportações podem estar baseadas em economias de escala, inovação tecnológica e diferenciação de produto e, neste caso, estar essencialmente associadas ao comércio intra-indústria. O Brasil é um país em desenvolvimento com abundância de recursos naturais e mão-de-obra que o torna competitivo nas exportações de bens que demandam maior dotação relativa destes fatores, mas o tamanho do mercado doméstico brasileiro e o esforço inovativo das firmas no Brasil também tornam o país competitivo em determinados segmentos onde inovação tecnológica e escala de produção são determinantes da competitividade das firmas no mercado internacional.

As firmas que diferenciam mais intensamente seu produto obtêm melhor preço no mercado internacional quando comparadas às demais exportadoras brasileiras. Estas firmas demandam mais importações de componentes ou produtos complementares às linhas de produção doméstica. Isto ocorre porque o Brasil é parcialmente ou não competitivo em segmentos de maior intensidade tecnológica. As firmas que inovam e diferenciam produto, para manterem-se competitivas no mercado internacional, estariam importando componentes de maior conteúdo tecnológico para a sua linha de produção, ao mesmo tempo em que complementam a linha de produtos que elas oferecem ao mercado doméstico. Desta maneira, seu padrão de comércio é intra-indústria, parte intrafirma, caracterizado em grande medida pela complementaridade tecnológica com o exterior.

As firmas especializadas em produtos padronizados, por produzirem e exportarem bens menos diferenciados, mais homogêneos e geralmente de menor conteúdo tecnológico, aproveitam de forma mais intensa a abundância na dotação relativa de fatores de produção que está disponível no mercado brasileiro, como mão-de-obra barata e recursos naturais. Neste caso, as firmas são competitivas no comércio interindustrial com outros países. Este tipo de comércio depende menos de importações e as exportações realizadas

pela firma acabam por contribuir com uma parcela maior do faturamento. Nesta categoria, as importações são realizadas com o objetivo de aproveitar a complementaridade intra-indústria baseada nos potenciais que são criados pela escala de produção doméstica.

De Negri J.e Freitas (2004) demonstram que "a inovação tecnológica é um dos determinantes das exportações das firmas brasileiras". Estes estudos apontam para duas evidências. A primeira delas é que "uma firma que realiza inovação tecnológica tem 16% mais chances de ser exportadora do que uma firma que não faz inovação tecnológica". Um aumento na propensão da firma a realizar inovação tecnológica, mensurada por meio de um aumento em um ano escolaridade média dos trabalhadores na firma, associado a um aumento em 20% na eficiência de escala, possibilitaria que firmas que não realizam exportações passassem a exportar US$ 559 mil por ano. Considerando que existem aproximadamente 18 mil firmas exportadoras na indústria brasileira, uma ampliação da base exportadora em torno de 14% (ou seja, se 2.500 firmas passassem a exportar como resultado do aumento de escala e da sua capacidade de inovar) seria responsável por um adicional de U$ 1,4 bilhão de exportações anuais. Este valor seria equivalente ao impacto resultante da eliminação completa das barreiras tarifárias para o mercado dos Estados Unidos e Canadá no âmbito da Alca somados ao impacto da eliminação completa das barreiras tarifárias para a Europa que poderia ser realizado no âmbito das negociações Mercosul-Europa conforme estimado por De Negri e Arbache (2003) e por De Negri, Arbache e Silva (2003).

Fernanda De Negri (2005) aponta que "a inovação de produto realizada no Brasil tem uma forte associação com as exportações de média intensidade tecnológica ao passo que as exportações de produtos de alta intensidade tecnológica estão associadas às inovações tecnológicas de processo". Estas evidências mostram que o Brasil é um país em desenvolvimento diferente da média dos seus congêneres, pois consegue se inserir nas exportações de produtos de média intensidade tecnológica por meio de inovação de produto e também é diferente dos países desenvolvidos pois consegue exportar produtos de alta intensidade tecnológica por intermédio de inovações de processo que são fortemente associadas à incorporação de máquinas e equipamentos e também de componentes que não são produzidos domesticamente. Este padrão de inserção no comércio internacional é

também evidente no comportamento das empresas de capital estrangeiro instaladas na indústria doméstica. A propensão a exportar das empresas estrangeiras nos produtos de média intensidade tecnológica é maior do que nos produtos de alta ou de baixa intensidade tecnológica quando comparado com as empresas de capital nacional. Isso sugere que a exportação de produtos de alta intensidade tecnológica ocorre a partir de produtos projetados no exterior, e não no Brasil; "uma inserção internacional mais virtuosa no segmento de alta intensidade tecnológica passaria pela consolidação de centros de P&D e projeto de produto no Brasil, seja nas empresas nacionais ou nas filiais de transnacionais".

5. ATUAÇÃO DAS EMPRESAS ESTRANGEIRAS NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Nas duas seções anteriores foi analisada a presença das firmas industriais brasileiras no mercado internacional do ponto de vista da internacionalização destas firmas e de suas exportações. A presença, entretanto, da indústria brasileira no mercado mundial é influenciada pela atuação de firmas estrangeiras no território nacional. A análise sobre a atuação destas firmas é, neste sentido, importante para precisar os limites e potencialidades que são provenientes da atuação destas firmas. É relevante salientar que as empresas estrangeiras são responsáveis por 32,7% do faturamento da indústria brasileira.

A tabela 7 mostra a presença numérica das firmas estrangeira na indústria brasileira. 39,1% das firmas que inovam e diferenciam produto são de propriedade estrangeira ou mista. Deve ser levado em conta que para uma firma ter se tornado uma transnacional[9] ela necessariamente tem que ter posição competitiva internacional e nos mercados onde ela atua. Como nesta categoria estão incluídas as firmas de maior conteúdo tecnológico, é razoável que o percentual de firmas estrangeiras seja maior. A participação das estrangeiras ou mistas cai de forma significativa nas firmas especializadas em produtos padronizados (9,4%) e nas firmas que não diferenciam e têm produtividade menor (0,6%).

[9] Neste trabalho considerou-se que todas as firmas de capital estrangeiro que atuam na indústria brasileira seriam firmas transnacionais. Assim os termos firmas estrangeiras e firmas transnacionais foram usados indistintamente.

Tabela 7. Número de firmas na indústria brasileira, segundo estratégias competitivas e padrões tecnológicos e propriedade do capital

Categoria	Propriedade do capital		
	Nacionais	Estrangeiras	Mista
Inovam e diferenciam produto	742	394	63
Especializadas em produtos padronizados	13.876	1.243	192
Não diferenciam e têm produtividade menor	55.161	214	111
Total	69.779	1.851	366

Fonte: Pintec/IBGE, PIA/IBGE, Secex/MDIC e Rais/MTE. Referência: 2000.
Elaboração: Ipea/Diset.

Um fato importante que deve ser observado na tabela 7 é que das 2.217 firmas estrangeiras ou mistas presentes na indústria brasileira, 79% (1.760) não foram classificadas na categoria de firmas que inovam e diferenciam produto. Se as firmas transnacionais são normalmente firmas com padrão de competitividade internacional ou que podem ter acesso a recursos para sê-lo, quais os motivos delas não estarem classificadas nesta categoria? Uma parte da explicação para esta questão pode ser encontrada no setor de atuação da firma estrangeira no Brasil. É plausível acreditar que um dos fatores de atratividade do Brasil para a empresa multinacional é a sua abundância em recursos naturais e mão-de-obra relativamente mais barata do que no mercado internacional. Os bens intensivos em recursos naturais e mão-de-obra barata são normalmente menos diferenciados, com menor conteúdo tecnológico e conseqüentemente com menor possibilidade de obtenção de preço-prêmio nas exportações.

6. As empresas de capital nacional tendem a ter maior esforço inovativo que as estrangeiras

Outro fator não menos importante pode estar vinculado às decisões sobre estratégias de inovação tecnológica tomadas pelas multinacionais nas suas matrizes. As firmas multinacionais concentram seus esforços inovativos nas matrizes. As filiais das empresas de capital estrangeiro que atuam na indústria brasileira estão voltadas para o mercado doméstico e em menor escala para exportações de bens com menor intensidade tecnológica nos mercados regionais da América do Sul. Desta evidência surge uma questão especialmente relevante sobre a atuação das firmas estrangeiras que é saber se o esforço tecnológico realizado por estas firmas é maior do que o realizado pelas firmas de capital nacional. O dado bruto originário da Pintec mostra

que o dispêndio das empresas de capital estrangeiro é maior do que o das empresas de capital nacional[10]. Isso levou muitos analistas a considerarem haver uma grande distância entre as atividades de inovação tecnológica realizadas no Brasil pelas empresas multinacionais em relação às nacionais.

Ocorre que a comparação direta não é adequada, pois compara um pequeno número de grandes empresas multinacionais com um enorme conjunto de empresas brasileiras de todos os tamanhos: compara-se uma gigante automotiva com a tornearia familiar, podendo induzir a uma consideração de que a simples atração de multinacionais impulsiona atividades de P&D no país. Estudo da Anpei (2004)[11] dá um passo adiante ao comparar os gastos de P&D em relação à receita líquida de vendas apenas para empresas com mais de 500 funcionários, mostrando que a defasagem entre as nacionais e as estrangeiras se reduz significativamente[12].

Mas, ainda assim, há duas questões básicas: 1) e se a comparação fosse feita para mais de mil trabalhadores? Ou de empresas do mesmo setor? Ou de faturamento ou coeficiente de exportação semelhantes? 2) Em gastos de P&D há uma série de itens, como gastos internos para atividades realizadas pelas próprias firmas, e compras de P&D de terceiros. Assim, uma análise mais detalhada pode considerar apenas o gasto com atividades internas como indicador do esforço de atividades de P&D da firma.

Araújo (2004), utilizando microdados das bases mencionadas anteriormente, calculou firma a firma o esforço inovativo (gastos de P&D interno em relação ao faturamento), controlando diversas variáveis, como faturamento, número de funcionários, setor, coeficientes de importação e exportação etc. Descobriu que "os dispêndios médios efetuados internamente com P&D em relação ao faturamento das empresas de capital nacional foram maiores em comparação com as firmas estrangeiras: 0,75% x 0,62%".

---

[10] Para o ano-base de 2.000, média de R$161.347,00 para as empresas nacionais em seu todo, contra R$4.997.478,00 para as estrangeiras. Tomando apenas as que declararam terem realizado algum tipo de inovação, temos R$527.963,61 para as inovadoras nacionais *vs* R$ 8.079.478,00 para as inovadoras estrangeiras.

[11] Conduzido por Roberto Vermulm (FEA-USP), com quem discutimos os resultados a seguir apresentados.

[12] A média de gastos por empresa apontada pelo estudo é de R$ 2.727.000,00 para empresas de capital nacional com 500 ou mais trabalhadores, e de R$ 5.643.000,00 para empresas de capital estrangeiro nas mesmas condições. A relação entre gastos de P&D e receita líquida de vendas é de 0,69% para o primeiro grupo de empresas e de 0,87% para o segundo.

Sofisticando a análise, foram construídos modelos para comparar a probabilidade relativa do esforço inovativo entre uma firma nacional e uma estrangeira, e o diferencial de gastos relativo a esse esforço. Assim, verificou-se que as estrangeiras tiveram uma probabilidade de esforço inovativo (e também de gasto) 4,7% menor em relação às firmas domésticas, e também que o esforço das estrangeiras foi 45% menor no período 1998-2000.

Tomando as diferentes estratégias competitivas, temos que, "dentre as firmas que inovam e diferenciam produto, aquelas de capital nacional despendem em média 1,84% da receita líquida de vendas em atividades internas de P&D, enquanto as de capital estrangeiro despendem 1,13%. Já entre as firmas especializadas em produtos padronizados, a diferença é de 0,55% para 0,39%, sendo praticamente o mesmo índice (0,29% x 0,29%) nas demais empresas que não diferenciam produto e têm produtividade menor" (Araújo, 2005). Os dados mostram também que "as empresas estrangeiras que inovam e diferenciam produto compram externamente P&D e outros conhecimentos em proporção superior às nacionais que seguem a mesma estratégia competitiva": as estrangeiras gastaram em aquisição externa 0,21% da receita líquida de vendas e 0,80% em aquisição de outros conhecimentos, contra 0,14% e o,26% das nacionais.

Isso comprova que os gastos com P&D feitos pelas filiais das empresas transnacionais no Brasil são mais voltados para adaptação de produtos e processos provenientes da matriz ou de outras filiais localizadas em países desenvolvidos ou com sistemas nacionais de inovação mais evoluídos.

Porém, simulações realizadas por Araújo mostram que as nacionais reagem ao aumento de participação no mercado e dos dispêndios de P&D das estrangeiras: "num mesmo setor industrial, um aumento de 1% na participação do mercado das estrangeiras induz um aumento de 9% do gasto total de P&D das nacionais; um aumento de 1% do gasto total de P&D de um setor da indústria induz um aumento de 4% no gasto total das nacionais"; (Araújo, 2004). Mas, a despeito do maior esforço tendencial de P&D das empresas nacionais, as firmas domésticas estiveram mais voltadas para esforços de inovação que serviram mais para criação de produtos ou processos similares aos das transnacionais do que superiores tecnologicamente.

7. SÍNTESE

O artigo apresenta duas originalidades: a) a articulação inédita de bancos de dados relativos à indústria brasileira; b) a análise da indústria por estratégias competitivas, ao invés dos tradicionais cortes por tamanho e setor.

Vários resultados obtidos são de extrema relevância, mostrando empiricamente que, no caso brasileiro, a estratégia de inovar e diferenciar produto é efetivamente a mais promissora para a empresa, para a inserção externa e para os salários. Até então, dispúnhamos no Brasil de estudos de caso e *surveys* de alcance por definição limitado, e a justificativa para a inovação baseava-se mais na literatura dos países centrais.

Três resultados são dignos de destaque, com importantes implicações para políticas de desenvolvimento:

a) A estratégia de inovar e diferenciar produto apresenta efeito líquido positivo sobre os salários. Isso indica que o incentivo à inovação e diferenciação de produto (via P&D, atividades de concepção e projeto de produto, desenvolvimento de marcas etc.) pode contribuir para a elevação dos salários, num círculo virtuoso.

b) A inovação é positivamente correlacionada com a exportação. Ou seja, incentivar a inovação implica em incentivar a exportação, o que é altamente relevante para um país com restrição externa.

c) A indústria de capital nacional apresenta um maior esforço inovativo do que as estrangeiras. Isso contraria as análises até então realizadas a partir dos dados da Pintec. Tal resultado só foi possível devido à possibilidade de trabalhar econometricamente os microdados das diversas bases de dados sobre a indústria. Por outro lado, o resultado é consistente com a idéia freqüentemente difundida de que o grosso da atividade inovativa das empresas estrangeiras, na média, é realizado no exterior.

Esses resultados sugerem que há boas possibilidades, do ponto de vista empresarial, para o sucesso de uma política nacional de apoio à inovação, como é o caso da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior. A evolução do marco legal, com a aprovação da Lei de Inovação e da Lei de Biossegurança, aliada à construção política e institucional da política – participação dos ministérios da área econômica, criação da Agência Brasileira

de Desenvolvimento Industrial, ao encontrar um empresariado de novo tipo, atento às oportunidades nos mercados nacional e internacional, e mais consciente dos benefícios da inovação para os negócios, pode render valiosos frutos para o país, contribuindo decisivamente para um longo ciclo de desenvolvimento sustentado.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E ENGENHARIA DAS EMPRESAS INOVADORAS (São Paulo). *Como alavancar a inovação tecnológica nas empresas*. São Paulo, 2004.

ARAÚJO, Rogério D. Desempenho inovador e comportamento tecnológico das firmas domésticas e transnacionais no final da década de 90. 2004. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004.

_____. Evidências sobre o comportamento das firmas transnacionais e domésticas nas atividades inovativas. In: SALERNO, Mario S.; DE NEGRI, João A. (Coord.). *Inovação, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília : Ipea, 2005. No prelo.

ARBIX, Glauco; SALERNO, Mario S; DE NEGRI, João A. Inovação, via internacionalização, faz bem para as exportações brasileiras. In: VELLOSO, João P. R. (Org.). *Economia do conhecimento e inclusão social*. Rio de Janeiro: José Olympio, 2004. p. 185-224.

_____; _____; _____. Internacionalização com foco na inovação tecnológica e seu impacto sobre as exportações das firmas brasileiras. Brasília: Ipea, 2004. Mimeografado.

_____; _____; _____. Padrões de internacionalização das firmas industriais brasileiras In: SALERNO, Mario S.; DE NEGRI, João A. (Coord.). Inovação, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: Ipea, 2005. No prelo.

BAHIA, Luiz D. Diferenciação salarial segundo critérios de desempenho das empresas industriais brasileiras. In: SALERNO, Mario S.; DE NEGRI, João A. (Coord). *Inovação, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: Ipea, 2005. No prelo.

DE NEGRI, Fernanda. Padrões tecnológicos e de comércio exterior das firmas brasileiras. In: SALERNO, Mario S.; DE NEGRI, João A. (Coord). *Inovação, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: Ipea, 2005. No prelo.

DE NEGRI, João A. *Rendimentos crescentes de escala e o desempenho exportador das firmas industriais brasileiras*. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

_____; FREITAS, Fernando. *Inovação tecnológica, eficiência de escala e exportações brasileiras*. Brasília: Ipea, 2004. (Texto para discussão, n. 1044).

_____; ARBACHE, Jorge. *O impacto de um acordo entre o Mercosul e a União Européia sobre o potencial exportador brasileiro para o mercado europeu*. Brasília: Ipea, 2003. (Texto para discussão, n. 990).

_____; _____; SILVA, Maria. L. F. A formação da Alca e seu impacto no potencial exportador brasileiro para os mercados dos Estados Unidos e do Canadá. Brasília: Ipea, 2003. (Texto para discussão, n. 991).

PORTER, Michael. *Competitive strategy*: techniques for analyzing industries and competitors. New York: Free Press, 1980.

SALERNO, Mario S. Política industrial, tecnológica e de comércio exterior. *Parcerias estratégicas*, Brasília, n. 20, jun. 2005.

_____; DE NEGRI, João A. (Coord.). *Inovação, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: Ipea, 2005. No prelo.

editoração**cgee**

Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

Parcerias Estratégicas

N. 20 (pt. 5) – junho 2005 – Brasília, DF

cgee

ISSN 1413-9375

Parc. Estrat. | Brasília, DF | n. 20 (pt. 5) | p. 1335-1708 | jun. 2005

Parcerias Estratégicas – número 20 – junho 2005

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
Presidente
Evando Mirra de Paula e Silva
Diretores
Marcio de Miranda Santos
Paulo Afonso Braccarense Costa

Terceira Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
Secretário Geral
Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho
Assessoria Técnica
Ernesto Costa de Paula
Flávio Giovanetti de Albuquerque
Kley Cabral da Hora Maya Ferreira
Mara da Costa Pinheiro
Sandra Mara da Silva Milagres

Revista Parcerias Estratégicas
Editora
Tatiana de Carvalho Pires
Editora-Assistente
Nathália Kneipp Sena
Projeto gráfico
Anderson Moraes
Editoração eletrônica
André Luiz Garcia

Parcerias estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. - Vol. 1, n. 1 (maio 1996)- v. 1, n. 5 (set. 1998) ; n. 6 (mar. 1999)- . – Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos : Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996-1998 ; 1999-

v. ; 25 cm.

Irregular.
Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.
Ed. especial: n. 20 (jun. 2005), incluindo: pt. 1. Inclusão social ; pt. 2. Áreas de interesse nacional ; pt. 3. Gestão e regulamentação ; pt. 4. Presença internacional ; pt. 5. Geração de riqueza.
ISSN 1413-9375

1. Política e governo – Brasil 2. Inovação tecnológica I. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. II. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CDU 323.6(81)(05)

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Quadra 2 Bloco A Edifício Corporate Financial Center salas 1102/1103
70712-900 – Brasília, DF
Tel: (xx61) 3424.9600 / 3424.9666
e-mail: editoria@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br>
Distribuição gratuita

Conferência Nacional de C,T&I
Tel: (xx61) 3424.9670 / 9656 / 9635
e-mail: ecosta@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br/cncti3/>

PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Número 20 · junho/2005 · ISSN 1413-9375

Sumário

Geração de riqueza

Modelos de inserção de C,T&I para o desenvolvimento nacional
Evando Mirra de Paula e Silva 1339

Regionalização de C&T e geração de riquezas
Ivan Rocha Neto 1347

Institutos de pesquisa: missão, liderança e inovação
João Evangelista Steiner 1371

Condições gerais para incorporação de tecnologia à economia brasileira
José Monir Nasser 1378

Uma análise qualitativa de alguns fatores críticos na dinâmica de uma cadeia de conhecimento
Luiz Bevilacqua, Augusto César N. R. Galeão, Elizabeth Bulnes 1395

Inovação como instrumento de geração de riqueza no Brasil: o exemplo dos institutos privados de inovação tecnológica
Marcel Bergerman 1419

Desenvolvimento econômico, ciência e tecnologia
Oscar Soto Lorenzo Fernandez 1429

Um retrato de P&D nas empresas no Brasil
Ronald Martin Dauscha 1463

Trajetórias e agendas para os institutos e centros de pesquisa no Brasil
Sergio Salles Filho, Maria Beatriz Bonacelli 1485

Globalização da P&D: oportunidades para o Brasil
Sérgio Robles Reis de Queiroz 1515

Programas mobilizadores
Waldimir Pirró e Longo 1535

Ciclo do combustível: desenvolvimento e qualificação de processos de conversão de concentrado de urânio (torta amarela) em hexafluoreto de urânio
Marinha do Brasil 1557
Veículos aéreos não tripulados (Vant)
Flavio Araripe d'Oliveira 1567
Programa mobilizador da nova viatura blindada de transporte pessoal média de rodas (VBTP-MR)
Exército Brasileiro – Departamento de Ciência e Tecnologia 1577
Energia da biomassa: álcool, biodiesel e eletricidade
Manoel Regis Lima Verde Leal 1585
Programa nacional de gás natural
Antônio Luiz Fernandes dos Santos 1591
Programa mobilizador em éter dimetílico (DME)
Caetano Moraes 1611
Programa mobilizador de célula a combustível
Caetano Moraes 1619
Programa nacional para conhecimento e uso da biodiversidade amazônica
Bertha K. Becker 1627
Fármacos e medicamentos
Marcos Henrique de Castro Oliveira 1633
Medicina regenerativa: terapias celulares, bioengenharia e biomimética
Radovan Borojevic 1639
Biotecnologia do século XXI
Eloi Garcia 1649
Tecnologia audiovisual eletrônica: educação, cultura e entretenimento
Roberto Bartholo 1657
Conhecimento da base física brasileira
Celso José Monteiro Filho, Luiz Carlos Torres, Paulo Márcio Leal de Meneses, Moema J.C. Augusto, César Cajueiro Pimenta, Paulo César Trino, Sidney Gonzáles, Cleverson Guizan Silva, Sérgio Luiz Fontes 1667
Programa nacional de micro e nanotecnologia
Cylon Gonçalves da Silva 1681
Programa mobilizador em metrologia
Humberto Siqueira Brandi 1689
"Promove" – um programa para a mobilização das engenharias
José Alberto dos Reis Parise 1699

Modelos de inserção de C,T&I para o desenvolvimento nacional

Evando Mirra de Paula e Silva[*]

Nos países avançados, afirma mais uma vez o *Science, Technology and Industry Outlook*, publicação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), "investimentos crescentes em conhecimento continuam a ser o vetor chave do desempenho econômico e estão associados à emergência de uma economia mais interconectada (*networked*). A criação e a aplicação do conhecimento tornaram-se mais colaborativas. As firmas estão abrindo seus processos de inovação para se aproveitarem da tecnologia externa e para externalizarem tecnologias desenvolvidas internamente".

No Brasil, o levantamento realizado pela Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (Pintec), do IBGE, mostra uma situação bastante distinta. Não apenas os investimentos em conhecimento são globalmente modestos e os processos de inovação são limitados, como as atividades inovativas se fazem usualmente com baixo grau de colaboração. Basta lembrar que a aquisição de máquinas e equipamentos continua sendo o principal meio de modernização tecnológica, enquanto são reduzidas tanto as atividades internas de P&D quanto as articulações com outras empresas e com as instituições de pesquisa. Em grande parte de nosso empreendimento industrial, a modernização tecnológica está embutida no equipamento comprado, o fornecedor é o grande portador do conhecimento.

Contrastando com essa atitude, mais ou menos difusa no país, em diversos setores industriais vamos encontrar uma postura distinta, em que a ocupação inteligente do mercado se faz com forte mobilização de

[*] Evando Mirra de Paula e Silva é presidente do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

conhecimento e articulação entre múltiplos atores. Um dos paradoxos brasileiros é o contraponto entre o portfólio impressionante de sucessos nesses casos e a inércia conservadora que continua a predominar dentro do sistema.

Os casos de sucesso são, contudo, muito eloqüentes, alguns com grande visibilidade. Um dos casos mais notórios é certamente o da Petrobras. O investimento em pesquisa permitiu que, em 20 anos, a empresa passasse de uma produção diária em poços marítimos pouco superior a 300 mil barris, para cerca de 1,3 milhão de barris. Esses investimentos em P&D conferiram à Petrobras a liderança mundial em tecnologia para águas profundas e abriram possibilidades inéditas para a empresa.

Essa conquista extraordinária tem sido objeto de diversos estudos, evocarei apenas um de seus aspectos, a sua dimensão cooperativa. Uma consulta à Plataforma Lattes, base de dados do CNPq, mostra que, no censo de 2002, mais de uma centena de grupos de pesquisa das universidades e institutos brasileiros registravam programas formalizados de cooperação com a Petrobras (Quadro 1).

Quadro 1. Grupos de pesquisa no país que registram programas cooperativos com a Petrobras (Plataforma Lattes, CNPq, 2002)

Região	U F	Grupos
Norte	Amazonas	01
Nordeste	Bahia	07
Nordeste	Ceará	01
Nordeste	Paraíba	02
Nordeste	Sergipe	03
Nordeste	Pernambuco	06
Nordeste	Rio Grande do Norte	04
Centro-Oeste	Distrito Federal	02
Sudeste	São Paulo	10
Sudeste	Minas Gerais	03
Sudeste	Espírito Santo	01
Sudeste	Rio de Janeiro	58
Sul	Paraná	12
Sul	Santa Catarina	06
Sul	Rio Grande do Sul	13
Total de Grupos de Pesquisa		**129**

Um exame mais detalhado desses dados recuperados mostra que cerca da metade dos grupos pertence às engenharias e ciências da computação (engenharias civil, nuclear, química, elétrica, mecânica, minas, sanitária, produção, transportes, naval e oceânica, materiais e metalúrgica, informática). A outra metade cobre um espectro diversificado de áreas do conhecimento (ciências exatas e da terra, ciências agrárias, ciências humanas e sociais aplicadas, ciências biológicas, ciências da saúde, áreas ambientais).

Observa-se, assim, que os processos inovativos conduzidos pela Petrobras, além da realização interna de P&D por seu Centro de Pesquisas (Cenpes), mobilizam ainda competência distribuída por múltiplas instituições, em escala nacional, e varrem praticamente todas as áreas do conhecimento. Além disso, basta nos reportarmos aos próprios documentos divulgados pela empresa para encontrarmos uma ampla gama de programas de P&D, envolvendo outras empresas, entre fornecedores, parceiros e competidores, incluindo diversas parcerias internacionais.

Encontraremos situação semelhante se analisarmos outras empresas de porte nacional, com origem nas estatais, como a Embraer ou a Vale do Rio Doce. Mas a experiência brasileira de inovação se manifesta em espectro mais amplo do tecido empresarial. Como exemplo, a aposta na pesquisa e na cooperação teve papel decisivo também na transformação de uma pequena fábrica do interior de Santa Catarina no que é hoje a WEG Motores, implantada em mais de 50 países, e detendo 16% do mercado mundial de motores elétricos de baixa tensão. A WEG investiu fortemente em pesquisa (cerca de R$ 30 milhões aplicados em P&D em 2003), engajando nesse esforço não apenas algumas centenas de engenheiros e técnicos da empresa, mas mobilizando ainda pesquisadores de muitas universidades. A WEG criou ainda um conselho científico, com pesquisadores brasileiros e do exterior, que contribui na definição dos rumos de desenvolvimento da empresa.

Exemplos dessa natureza podem ser encontrados em diversos outros segmentos. Não se trata, neste contexto de perspectivas de geração de riqueza, de fazer um inventário dessas iniciativas, mas pode ser extremamente útil examinar os estudos de caso que entidades como a Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei) vêm divulgando. A formação de redes empresariais, contando com a colaboração de entidades de pesquisa, começa também a emergir. Um dos

casos mais interessantes é possivelmente o Projeto Genolyptus, uma rede cooperativa de estudos do genoma do eucalipto, que associa 12 empresas do setor de papel e celulose, sete universidades e três centros da Embrapa. Uma das maiores redes de pesquisa sobre eucalipto no mundo, sua construção seria impossível a partir de um só ator. Ela pressupõe mobilizar toda a competência, nas universidades, empresas e institutos de pesquisa, para aumentar a competitividade do setor.

Fazendo um outro tipo de recorte e examinando, por exemplo, o que se passa em alguns dos nossos *clusters* produtivos, podemos encontrar coisas extraordinárias como o pólo de telecomunicações e informática de Santa Rita do Sapucaí. O investimento em inteligência e nos processos cooperativos construiu numa pequena cidade como Santa Rita, com um pouco mais de 30 mil habitantes, no sul de Minas Gerais, um complexo com mais de uma centena de empreendimentos de base tecnológica em eletrônica, informática, telecomunicações, gerando hoje três mil empregos diretos, outros tantos indiretos, uma gama de produtos de alto valor agregado e itens de exportação, que representaram um faturamento de US$ 150 milhões em 2004.

Mas esses números contam ainda muito pouco da história real. Encontra-se, em Santa Rita, toda uma comunidade motivada para a educação e o desenvolvimento. Os trabalhadores têm elevado grau de escolaridade, por exigência da natureza do trabalho, em que tecnologia e inovação são moeda corrente. Os trabalhos cooperativos passam-se entre as empresas e entre elas e o aparelho de ensino e pesquisa. Neles estão envolvidas não apenas as entidades locais, como o Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel) e a Universidade Federal de Itajubá, mas outras instituições de pesquisa, notadamente de Minas Gerais e de São Paulo. A lógica do processo movimenta assim todo um empreendimento cultural e empreendedor que envolve, em última análise, toda a sociedade.

Podemos examinar ainda outro arranjo, em aparência ainda mais modesto, mas igualmente exemplar do notável efeito transformador da ciência e tecnologia. Trata-se do surgimento da indústria do pão de queijo no Brasil, que operou a metamorfose de um ritual familiar em um empreendimento transnacional de forte valor econômico, social e cultural. Quinze anos atrás o sucesso dos alimentos congelados inspirou alguns fabricantes a tentar congelar a massa de pão de queijo, visando a expandir seu mercado. As

primeiras tentativas fracassaram, pois o congelamento destruía algo irrecuperável no reaquecimento, inutilizando o produto.

O problema começou a ser equacionado quando pesquisadores do grupo de tecnologia de alimentos da Faculdade de Farmácia, da UFMG, descobriram que as baixas temperaturas destruíam o fermento natural existente na massa. Quando fracassaram as tentativas de adicionar novo fermento, buscou-se uma solução biotecnológica que gerasse uma variante criogênica do fermento natural, capaz de torná-lo resistente ao frio. A solução envolveu a Universidade Federal de Viçosa, agregando em seguida outras instituições como a Universidade Federal de Lavras e o Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec).

A nova tecnologia possibilitou o surgimento de cerca de 400 empresas, dos mais variados portes, criou oito mil pontos de venda do produto no Brasil e gerou um mercado externo, para exportação, até então inexistente (notadamente os EUA, Canadá, México, Argentina, Venezuela, Inglaterra, Alemanha, Itália, Portugal, Espanha, França, Israel, Cingapura e Japão). A Associação Brasileira dos Produtores de Pão de Queijo (ABPQ), criada neste processo, reporta um crescimento anual do mercado de 100%, dados do ano de 2004.

Novamente, esses números dão uma imagem pálida do que é a transformação desencadeada. Para citar apenas alguns aspectos, podemos lembrar, por exemplo, que a rapidez da expansão do empreendimento viu-se limitada pela falta de queijo em Minas Gerais. Isso significou um forte impulso para a indústria queijeira, obrigada ainda a elevar os seus padrões de qualidade para responder às exigências da exportação. A importação de queijos da Nova Zelândia abriu, nesse contexto, um novo segmento de mercado, com a introdução do pão de queijo *light*. A implantação no mercado português gerou o novo segmento do pão de queijo com recheio doce. Surgiu também uma engenharia de projetos para a instalação de unidades de fabricação de pão de queijo. Facilmente acessíveis pela internet, os projetos são desenhados para qualquer porte do empreendimento e são facilmente obtidos.

Todos esses casos, sumariamente evocados a título de exemplo, mostram como a dinâmica da inovação coloca em movimento uma

multiplicidade de processos econômicos, sociais e culturais. Em diferentes escalas, qualquer que seja o porte, a envergadura e a abrangência, a postura inovadora desencadeia uma aventura humana rica e multifacetada, geradora de riqueza, exigindo níveis mais elevados de educação e qualificação de recursos humanos, promovendo transformações culturais em que as ressonâncias são às vezes mais importantes do que sua parte mais visível.

Em conclusão, somam-se algumas observações que podem contribuir para um novo olhar sobre os processos de inovação, sua dinâmica de movimentos e toda uma gama de interações das ciências e vivências que lhe são inerentes. Em primeiro lugar, não podemos subestimar a complexidade de todo esse quadro de atores e de práticas, de instituições e de interações, da sintonia que se deve conseguir. Marcel Mauss, antropólogo francês, diz que o fato tecnológico é um fato social total. Evidente ou não, ele impacta, tem ressonâncias e vem determinado pela sociedade como um todo. A ênfase na inovação recai naturalmente sobre a empresa. É a empresa que inova. Porém, a cultura de inovação movimenta malha ampla, complexa em toda a sociedade. Elencam-se além das empresas, os organismos financeiros, laboratórios de pesquisa, setores de ensino, as agências de governo, os mercados, as populações, enfim, cada elemento é vital para a sinergia do todo.

É nesse contexto que operam os sistemas nacionais de ciência, tecnologia e inovação. Não no sentido de um sistema formalizado, batizado como tal, regulamentado e hierarquizado, mas um sistema participativo, dinâmico, colaborativo, com toda sua complexidade, suas dimensões local, nacional e internacional. Esses sistemas primam, em sua lógica de existência e de superação de obstáculos, por uma atitude colaborativa, apesar de todas as divergências e mesmo a partir delas. É essa colaboração entre redes (*networks*) que está na essência da formação de comunidades, associações, *joint ventures*, *clusters* envolvendo toda uma alquimia de sucesso, com valorização e promoção imperativas de fluxos de conhecimento entre empresas, instituições de pesquisa e atores individuais.

Embora exija a vontade de todos, este grande mutirão é impossível sem a presença resoluta do Estado. Trata-se de uma transformação cultural de envergadura, que não se dá apenas pelas forças de mercado. Isso vale para qualquer país do mundo, jamais foi diferente. Para promover essa

transformação é necessário uma nova agenda envolvendo o Estado e a articulação entre empresas, universidades, institutos de pesquisa e demais atores sociais. É esse talvez o sentido maior das recentes iniciativas de aprovar uma Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior; instituir uma Lei de Inovação; criar uma Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, a ABDI. São iniciativas solidárias à criação de um ambiente mais favorável à inovação e ao desenvolvimento. E se temos o paradoxo de ter por um lado belíssimas experiências, mas ainda assim minoritárias, parte essencial da agenda é a difusão dessa cultura inovadora.

Regionalização de C&T e geração de riquezas

Ivan Rocha Neto[*]

1. Contexto e problemas

Ciência e a tecnologia podem tornar-se, mas não têm sido, necessariamente, poderosas bases de sustentação do desenvolvimento social e de geração de riquezas, em países ou regiões. Por outro lado, há forte correlação entre o desenvolvimento tecnológico com a concentração do poder econômico. Também, pode-se facilmente demonstrar que o desenvolvimento não se dá na mesma proporção da geração de conhecimentos técnicos e científicos. A capacidade de apropriação de conhecimentos não é proporcional à de geração.

Argumentos têm sido propostos em favor da concentração espacial da competência técnico-científica do país, a exemplo do que ocorre em outras partes do mundo. É por demais conhecida a necessidade de alguma concentração/formação de massa crítica suficiente à promoção do desenvolvimento científico e tecnológico. Portanto, não será feita oposição não fundamentada à concentração de competências à geração de novos conhecimentos, mas será proposta uma melhor distribuição regional das instituições de pesquisa e educação tecnológica, sobretudo, em relação à apropriação de conhecimentos e de seus potenciais benefícios sociais ou econômicos.

Alguns argumentos favoráveis à concentração regional/institucional dos recursos/meios necessários ao desenvolvimento científico e tecnológico do país não escondem os interesses políticos, corporativos e individualistas que os motivam. Portanto, importa identificá-los e argüir sobre suas validades

[*] Ivan Rocha Neto é pró-reitor de pós-graduação e pesquisa da Universidade Católica de Brasília (UCB).

relativas. No Brasil, como será demonstrado, a concentração das atividades e o financiamento das atividades de ciência e tecnologia tem-se dado em três dimensões: regional, institucional e individual.

Entre os argumentos clássicos em favor da concentração espacial das atividades de pesquisa, destacamos os seguintes:

• Necessidade de formação de "massa crítica";

• Proximidade das fontes de produção do conhecimento em relação aos complexos ou agentes econômicos;

• Conhecimentos podem ser supridos e dispostos pelos "arquipélagos de excelência" concentrados na região Sudeste, e/ou localizadas em qualquer região do país;

• A universalidade da ciência é dificilmente compatível com a abordagem que privilegia a solução de problemas regionais ou locais; em outras palavras, a solução da maioria dos problemas econômicos e sociais não requer a geração de conhecimentos novos, o que, em tese, enfraquece a motivação e importância das atividades de pesquisa e os investimentos realizados com recursos públicos;

• Dadas as limitações dos recursos e dos investimentos, seria mais eficiente, eficaz e efetivo, concentrá-los nos grupos de excelência existentes, independentemente das áreas e dos temas que desenvolvem;

• O julgamento de mérito dos projetos, realizado pelos pares, é um processo neutro, dependendo apenas da qualidade das propostas, sem a influência de preconceitos e outros interesses dos proponentes ou avaliadores, além de considerar sua relevância social.

Claro que a formação de massa crítica é importante à constituição de grupos de pesquisa, para que possam produzir com alguma sinergia. Entretanto, os seguintes argumentos se contrapõem: conforme mostra o Diretório de Pesquisa do CNPq, ainda há importante proporção de grupos formados por um único pesquisador (9,5%) ou com poucos pesquisadores (inferiores a cinco/grupo acumulado maior que 60%); e, uma significativa proporção dos grupos cadastrados é formada por um pesquisador e seus

estudantes de doutorado, mestrado e de iniciação científica, sendo, na realidade, grupos liderados por apenas um pesquisador.

Portanto, a expansão do sistema não contribui necessariamente à formação de massa crítica; ou, uma vez formado um grupo, sua expansão pode levar a duas situações distintas – ou se dividem, de acordo com a especialização de suas competências, ou perdem competitividade por saturação, como quase sempre ocorre em situações de recursos limitados; a competição interna não se mostra, nem eficiente, nem eficaz, envolvendo a duplicação dos meios.

O crescimento desmedido dos grupos de pesquisa tende a gerar problemas de relacionamento e a disputas de poder, além de diminuir a racionalidade da distribuição dos meios, com evidente perda de produtividade. As lideranças científicas tendem a disputar poder/prestígio, sendo uma das formas, a posse/multiplicação de equipamentos e laboratórios. Isto não é uma suposição do autor, mas algo que tem sido fartamente verificado.

Além disso, desdobramentos de grupos de pesquisa têm ocorrido com muita freqüência, sobretudo, nas instituições de grande porte, estreitando-os em termos de seus temas de interesse científico. Tal efeito implica progressiva especialização e fragmentação, com redução de suas capacidades de abordagem de temas interdisciplinares, tais como se apresentam na realidade e se requer à solução de problemas regionais – sociais ou econômicos. As dificuldades que têm sido apontadas pela área multidisciplinar da Capes mais que demonstram esta afirmação.

O processo de socialização torna-se restrito e as linguagens mais herméticas/especializadas. As redes de cooperação e intercâmbio tornam-se mais seletivas, reduzindo o espaço para uma saudável fertilização de idéias, bem como para compartilhamento de experiências ou gestão do conhecimento quando há excessiva especialização. Vale anotar que tal movimento contraria a tendência mundial de formação de redes, orientada à solução de problemas e na direção à interdisciplinaridade.

O segundo e o terceiro argumentos são aparentemente contraditórios – ou bem se requer proximidade física para uma efetiva apropriação, ou ao contrário, pode-se fazê-la a distância. É claro que depende parcialmente da

proximidade física entre os que os geram e os que usam, nos locais onde os problemas ocorrem. De acordo com essa lógica, verifica-se facilmente que os problemas não estão concentrados na região Sudeste, na mesma proporção e relevância em que estão os grupos de pesquisa e os recursos aplicados.

Além disso, o desenvolvimento científico e tecnológico do país, em todo o século passado, se deu de forma independente dos problemas sociais e econômicos. Claro que sempre há exceções para confirmar a regra.

Em contrapartida, a formação de redes de pesquisa permite compartilhar conhecimentos e tornou-se uma forma de difundida de socialização da ciência, que supostamente deveria atenuar as disparidades regionais e institucionais, assumindo que os desníveis permitam uma evolução compatível entre os participantes. Quando as diferenças de estágios evolutivos são muito grandes, não há possibilidade de reciprocidade e efetiva apropriação de conhecimentos. No máximo, se estabelece uma hierarquia e uma divisão de trabalho, em geral, desvantajosas aos grupos mais novos ou de menor prestígio.

Por exemplo, o Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência (Pronex), uma das principais novidades desde 1996, os temas que envolvem cooperação em rede, na grande maioria, são de interesse universal ou nacional, e não tratam de questões locais/regionais. Esta afirmação pode ser verificada pela lista de projetos apoiados. Segundo relatório do programa: seis instituições lideram 63% dos projetos, enquanto apenas 37% são lideradas por outras 37 instituições (1% em média para cada uma das demais). O que deveria servir à desconcentração, aumenta ainda mais o poder de poucos grupos e instituições.

De qualquer modo, a apropriação de conhecimentos à solução de problemas locais depende do diálogo contínuo com a realidade. Soluções em um dado contexto podem não servir em outros. Por outro lado, as questões reais não poderiam sequer ser identificadas e enunciadas por grupos que não vivenciam cada realidade. De um lado, os problemas não são estruturados, e de outro, somente raramente seriam semelhantes. Desse modo, resulta natural que a apropriação de conhecimentos técnicos e científicos seja demandada por grupos próximos às origens dos problemas, exigindo descentralização. Veja-se, por exemplo, os esforços realizados pelas instituições da Amazônia, que

têm permanentemente lutado, sem muito sucesso, para manter e atrair pessoal qualificado para abordagem das questões regionais.

É preciso também enfatizar que os temas de pesquisa no país têm sido mais determinados no exterior, de acordo com as lógicas de cada área/disciplina, e menos em função da necessidade de conhecimentos à solução dos problemas nacionais, regionais ou locais. De acordo com essa condição, o desenvolvimento científico poderia se dar de forma indiferente em qualquer lugar, dada a sua desconexão com a sociedade, seguindo apenas as determinações éticas da ciência (Merton apud Barros 2004).

Um dos imperativos da ciência é a universalidade de suas "verdades", isto é, devem ter validade universal e, portanto, aplicáveis em qualquer região ou localidade. Entretanto, conforme sugerido anteriormente, a escolha dos temas de investigação não se dá de forma neutra, mas tem sido determinada pelas necessidades da ciência desenvolvida nos países centrais.

É claro que a abordagem científica de problemas locais, em geral, não é atrativa, porque não desperta a atenção da maioria dos pares, e os seus resultados não encontram espaço para publicação nas revistas de maior prestígio. Não se deve esquecer que segundo (Bourdieu apud Rocha, 2003), a ciência é também um "campo de conflito e de concorrência". Isto também influi fortemente na escolha dos temas de pesquisa.

O critério único de publicações/veículos para efeito de aprovação de projetos de pesquisa e de avaliação dos pesquisadores, precisa ser revisto, se o objetivo é a valorização da apropriação de conhecimentos em inovações ou à solução dos problemas sociais.

O entendimento quanto à falta de qualidade das investigações associadas à solução de problemas regionais e locais não passa de um mito. Ao contrário, realidades mais complexas exigem mais competência, até à identificação dos problemas, do que a investigação das questões identificadas, selecionadas e enunciadas alhures, ou distantes da realidade do investigador.

A revista "Ciência Hoje", no seu número de dezembro de 2003, relata os resultados de uma pesquisa realizada envolvendo 43 países, na qual o Brasil foi classificado em 42º lugar, promovida no âmbito do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, patrocinado pela Unesco. A

pesquisa teve como objetivo avaliar o domínio de conceitos científicos básicos, que dizem respeito à presença da ciência nas atividades cotidianas, e envolveu jovens com 15 anos de idade. A quem responsabilizar por esse vergonhoso resultado? Este é um grande obstáculo à apropriação de conhecimentos. Se as pessoas não percebem os fatos científicos, como poderão apropriá-los? O resultado da referida pesquisa, sobre o entendimento da ciência na realidade cotidiana, sugere o distanciamento da compreensão real da ciência, não apenas dos atuais estudantes, mas também dos próprios cientistas.

A tendência de globalização dos mercados também influi na evolução das atividades de ciência e tecnologia, mas deixa em aberto uma grande variedade de temas. Entretanto, é também verdade que a solução da maioria dos problemas depende mais de vontade política e disponibilidade de recursos do que do aporte de conhecimentos novos a serem gerados pelas atividades de pesquisa. Entretanto, há ainda muitos problemas que exigem investigação e desenvolvimento. É evidente que o entendimento dos princípios científicos e o uso dos conhecimentos tecnológicos são cruciais à sua apropriação.

A ausência de prioridades dos programas de qualificação, tanto por parte do CNPq quanto da Capes, sobretudo no exterior, tem levado à dissociação entre os temas de interesse e as necessidades do país. Portanto, concentrar recursos nos grupos consolidados, independentemente dos temas que desenvolvem, simplesmente, não pode ser eficaz. Ao contrário, grupos menores, ou ainda em formação, não oferecem maiores resistências para reorientar seus interesses. Claro que não se advoga o abandono dos grupos consolidados, ou mesmo o "dirigismo estatal", mas uma melhor aplicação dos investimentos públicos, segundo uma cuidadosa escolha de prioridades. Argumentos em favor da centralização têm tido forte influência no desenho dos programas de fomento de amplitude nacional e na destinação dos recursos públicos.

Como mostra a tabela 1 a seguir, o Brasil não investe tão pouco em pesquisa considerando a média dos recursos aplicados por pesquisador individual, comparativamente em relação a outros países inclusive desenvolvidos. Nesse sentido, investe mais que a Argentina, China, Austrália, Canadá, Inglaterra, Portugal, Índia, Coréia do Sul, Espanha, México e Rússia, mais até que o Japão.

Tabela 1. Dispêndios por pesquisador em tempo integral

País	Ano	Dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D)	Dispêndios em pesquisa e desenvolvimento em relação ao produto interno bruto (PIB)	Dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D) por pesquisador (em equivalência de tempo integral)
		(milhões US$ correntes	Percentual	(US$ correntes por pesquisador)
Alemanha	2002	55.054,9	2,51	205.706,9
Argentina	2002	1.560,2	0,39	59.816,7
Austrália	2000	7.803,7	1,55	118.060,8
Brasil	2000	12.452,9	1,00	192.837,7
Canadá	2002	17.340,2	1,82	161.507,5
China	2002	72.076,8	1,29	88.926,1
Coréia	2001	22.009,2	2,92	161.432,3
Estados Unidos da América	2002	277.099,9	2,67	193.481,3
França	2002	36.143,8	2,20	201.875,2
Itália	2000	15.475,3	1,07	234.084,1
Japão	2001	103.846,4	3,06	153.642,1
México	1999	3.505,0	0,43	160.199,3
Reino Unido	2001	29.353,5	1,89	151.677,0
Rússia	2002	14.190,4	1,24	28.845,6

Fonte: OCDE – *Main Science and Technology Indicators, November 2003* e Brasil: Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (Pintec) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – 2000. *The World Development Indicators* (WDI).
Elaboração: Coordenação geral de indicadores – Ministério da Ciência e Tecnologia.

Portanto, a falta de investimentos em pesquisa tem sido um falso fundamento, mas que tem sido repetido à exaustão. Um pouco mais de 1% do PIB, apenas para 15 mil grupos de pesquisa, não é pouco em termos relativos. Entretanto, a produção por pesquisador não alcança os níveis de produção individual de outros países, conforme mostra a Tabela 2. Na realidade, vem caindo de forma consistente. Seria simplificar muito, reduzir as origens das dificuldades da ciência brasileira à questão do volume de recursos investidos. O principal problema está na concentração regional, institucional e individual dos investimentos, com muito desperdícios ou com enfoque apenas na geração, sem preocupação com as condições de apropriação.

Tabela 2. Produção científica brasileira de 95/2002

Ano	Produção	Pesquisadores	Produção média por pesquisador
1995	5.512	26.799	0,206
1997	6.749	34.040	0,198
2000	9.524	48.781	0,195
2002	11.285	58.891	0,192

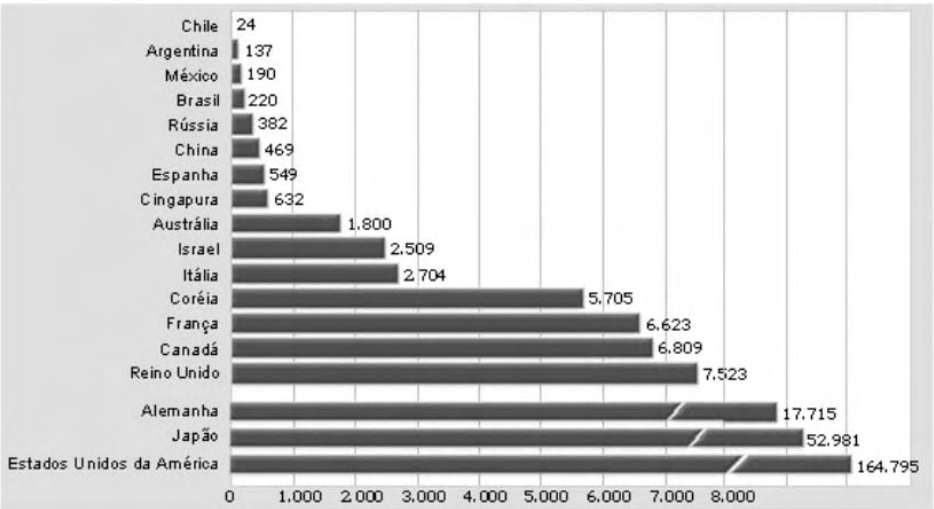
Fonte: MCT (2003)

O Brasil tem apresentado crescimento importante na produção de artigos científicos, em números absolutos, mas os tem aproveitado pouco para criar e introduzir inovações ou à apropriação social. Atualmente, já participa com cerca de 1,5% da produção mundial, segundo dados do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

Há exemplos contrários significativos, que são repetidos à exaustão, mas ainda aquém das possibilidades nacionais, considerando o contingente mobilizado nas atividades de pesquisa e desenvolvimento. Certamente porque o país desenvolveu uma "ciência de repetição", copiando os temas da moda e de interesse de outros países, sem qualquer relação com o cotidiano ou com as necessidades da sociedade, ou ainda, sem qualquer contribuição realmente relevante para o avanço do conhecimento universal. Todas as pesquisas recentes sobre o nível de desenvolvimento tecnológico apresentam o Brasil em posição de inferioridade, mesmo em relação a alguns países latino-americanos. Mais ainda em comparação com Coréia do Sul, China e Índia.

Tal como é mostrado na tabela 3 a seguir, referente ao período 2000/2001, o desempenho tecnológico brasileiro não se apresenta satisfatório, sobretudo em relação aos pedidos de patentes depositados no escritório de patentes dos EUA.

Tabela 3. Pedidos de patentes de invenção depositados no escritório de marcas e patentes dos Estados Unidos, alguns países, 2000.



Fonte: MCT 2003

O relatório divulgado em fevereiro de 2004 em Genebra, pela Organização Mundial de Propriedade Intelectual (Ompi), mostrou que o Brasil – apesar dos esforços que tem feito – ainda ocupa posição insignificante no que se refere à inovação tecnológica. Enquanto a Coréia do Sul registrou 2.900 pedidos de patentes em 2003, o Brasil pediu apenas 221 registros, o que representa 0,2% das patentes internacionais desse ano. É importante registrar que a proporção de engenheiros na base técnico-científica da Coréia é inversa à do Brasil.

Em 2003, o número de pedidos de patente feitos pelo Brasil aumentou 8% em comparação com o ano anterior. Os investimentos dos fundos setoriais explicam esse avanço. Porém, esse esforço ainda é insuficiente.

Em 1999, o Brasil registrou 126 patentes, o dobro da Índia. No ano passado, registrou apenas um terço do que fizeram os indianos. Comparado com a China o quadro é pior: em 1999, o Brasil registrou a metade das patentes requeridas pelos chineses; em 2004, a China pediu seis vezes mais patentes que o Brasil. A África do Sul, em 2003, alcançou o triplo de patentes do Brasil.

O relatório indica algumas pistas quanto à origem do baixo desempenho brasileiro em inovação tecnológica: das 221 patentes requeridas em 2003,

apenas sete delas foram feitas por universidades! Instituições públicas de pesquisa pediram só 10 registros; 103 foram requeridas por pessoas físicas; e 101 por empresas isoladas. Na lista de companhias de países emergentes que mais fizeram registros de patentes não aparece nenhuma empresa brasileira.

Os dados da Ompi devem ser contrapostos à informação do MCT, datada de abril de 2003, de que os estados e Governo Federal são responsáveis por mais de 80% dos recursos aplicados em ciência e tecnologia no Brasil, e que as universidades federais e estaduais são responsáveis por mais de 90% da pesquisa brasileira. Esse esforço redundou em apenas 7,8% do total de patentes requeridas pelo país no ano passado.

São reconhecidas e apreciadas as contribuições da Embrapa à competitividade do agronegócio brasileiro, não importando se os seus centros, aliás muito bem distribuídos em todo o país, desenvolvem pesquisa básica ou aplicada, mas se as perguntas têm tido origem em problemas reais do setor/país. A experiência da Embrapa demonstra que se pode descentralizar regionalmente as atividades de pesquisa e os processos de apropriação de conhecimentos, sem perda de qualidade e sem necessidade de esperar que massas críticas sejam formadas a priori. Do outro lado, foram concentradas em relação às tecnologias nas áreas nuclear, aeronáutica e petróleo.

Tal percepção não significa que se defende apenas a ciência aplicada ou aplicável, em detrimento da pesquisa básica, pois este dilema está superado. Adota-se a percepção de que ciência e a tecnologia são feitas a partir de perguntas e inquietações. O que importa são os problemas que precisam ser resolvidos, sem discutir se para isso há necessidade ou não de especulações científicas ou investigações sobre princípios ou processos básicos, eventualmente ou potencialmente úteis à solução de outras questões.

Segundo (Barros 2004), essa tem sido uma preocupação dos EUA, que percebem perdas na área científica, mas continuam liderando nas aplicações tecnológicas, com fragilidade de sustentação no longo prazo. O Japão, como exemplo clássico de apropriação de conhecimentos científicos gerados externamente, compreendeu a impossibilidade de sustentação de tal estratégia e já reverteu sua posição, passando a produzir ciência de forma significativa. Entre 1993 e 1999, a produção científica americana caiu de 35% para 30,5%, enquanto a da União Européia cresceu de 31,4% para 33,9% no fim do período. Ao mesmo tempo, o Japão teve sua produção

científica aumentada em 10%, de 8 % para 8,8%. No mesmo período a produção científica brasileira cresceu de 0.5% para 0.9%, quase duplicando.

Por outro lado, quanto ao percentual de registros de patentes nos EUA: a proporção americana cresceu de 47,8% para 49,1%, enquanto a União Européia e Japão caíram respectivamente de 25% e 19,8%, para 23,1% e 17,4%. O número de registros brasileiros no mesmo período ficou estável com insignificante participação de 0,1%, ou 25 vezes menos que a Coréia do Sul.

A primeira conclusão que se pode tirar é que os EUA estão apropriando melhor os conhecimentos científicos gerados, e que o Brasil não tem aproveitado do aumento absoluto da sua produção científica. Também que o Japão reorientou seus esforços para sustentar seu desenvolvimento tecnológico, com base em conhecimentos gerados internamente.

2. OS CONCEITOS DE REGIÃO E DESENVOLVIMENTO

O conceito de "região" adotado neste artigo transcende a mera disposição geopolítica de estados e/ou localidades. Na realidade, disparidades e similaridades podem ser claramente identificadas em todas as dimensões e direções que se deseje olhar, tanto no âmbito das nações, quanto dos estados, municípios, regiões geográficas rurais e metropolitanas, além das questões relativas ao desenvolvimento econômico e/ou social. Há muitos mapas distintos para descrever o Brasil do ponto de vista de suas potencialidades e carências. Desequilíbrios, concentração de riquezas e pobrezas, são encontrados em todas as partes do mundo, especialmente no Brasil, dadas a sua dimensão continental e diversidade em todos os sentidos, inclusive cultural.

Muitos ordenamentos e classificações distintos podem ser feitos. Os recortes possíveis são muitos. Por exemplo, os estados costeiros de várias regiões geopolíticas podem ter problemas comuns, enquanto outros de uma mesma região podem ter carências e oportunidades muito diferentes. Ainda outro exemplo – estados, de regiões distintas – produzem soja, compartilhando interesses, problemas e oportunidades. Regiões de distintos continentes podem estar sofrendo mais ou menos as mesmas modificações climáticas e desastres ecológicos.

Por outro lado, é preciso distinguir os conceitos de desenvolvimento econômico do social, normalmente, apresentados como necessariamente integrados. São interdependentes, mas não necessariamente compatíveis. O Brasil ainda ocupa posição econômica relativamente importante, mas tem-se situado, quase sempre, nos últimos lugares no que se refere aos indicadores sociais. Apenas mais um sintoma da concentração resultante de políticas públicas equivocadas – tal como, a de esperar o "bolo crescer para poder repartir".

Em que pesem os inegáveis aspectos positivos, a evolução econômica do país revela muitas contradições que afetam severamente as regiões menos desenvolvidas. Entre tais contradições, a alta concentração de renda, a degradação ambiental, os desequilíbrios socioeconômicos inter e intra-regionais, e grandes disparidades em relação à capacidade técnico-científica.

A situação atual tem provocado problemas ambientais, comprometedores em relação à possibilidade de um desenvolvimento sustentável e que dependem da ciência e da tecnologia para equacionamento adequado: poluição urbana decorrente da alta concentração espacial das atividades econômicas, déficits sanitários, e desmatamento, com degradação dos recursos naturais renováveis. A diversidade dos ecossistemas, antes de ser aproveitada como uma vantagem comparativa para o país, como um todo, vem sofrendo os efeitos de um processo intenso e talvez irreversível de desorganização do espaço nacional, inclusive por meio de formas de produção homogêneas e inadequadas às condições ambientais específicas.

A integração do Homem aos seus ambientes natural e social, exige capacidade de regeneração e, ao mesmo tempo, de preservação de recursos escassos, mas fundamentais a sua sobrevivência e desenvolvimento.

Os processos de desenvolvimento econômico e social podem ser associados não apenas aos avanços científicos e tecnológicos, mas, sobretudo, à apropriação de conhecimentos, sem a necessidade de especificar a fonte ou o lugar de sua geração. Não obstante, até mesmo para apropriar conhecimentos gerados alhures, é preciso estar preparado para entender os avanços científicos e tecnológicos e para traduzi-los em inovações. Portanto, há que cuidar da educação e do desenvolvimento científico e tecnológico.

No que se relaciona à questão da regionalização, não se trata de reivindicar a implementação de programas assistencialistas ou a adoção de políticas paternalistas por parte do Estado, em relação às regiões mais

carentes, mas de propor um papel estratégico para lograr o desenvolvimento sustentável, considerando todas as suas regiões. A ocupação mais harmônica do espaço nacional tornou-se uma questão vital à competitividade do Brasil no contexto internacional.

A continuidade do processo de concentração de riquezas, que ocorrerá se mantidas as políticas atuais, ou o *laissez-faire*, tende a agravar os desequilíbrios internos e a ameaçar o desenvolvimento como um todo. Veja-se por exemplo a questão da vigilância sanitária e a imposição de barreiras técnicas à importação de produtos brasileiros. A situação precária em um Estado afeta a exportação do vizinhos e dos demais. Além disso, as dimensões continentais do Brasil e a diversidade em quase todos aspectos podem revelar-se como vantagens comparativas importantes, se bem aproveitadas por meio de políticas públicas mais inteligentes e de maior persistência.

Para incorporar as regiões mais atrasadas no processo de desenvolvimento científico e tecnológico, torna-se necessário adotar estratégias regionalmente diversificadas na implementação dos programas de abrangência nacional. Isto se faz necessário para lograr sinergia e o melhor aproveitamento da diversidade das vocações regionais e/ou locais.

No século passado, o Brasil experimentou um processo contínuo de aprofundamento dos desequilíbrios entre suas regiões e classes sociais, com elevada concentração de riquezas à disposição de poucos. Agora, os governos concentram-se na retomada do crescimento econômico, preocupando-se, ao menos no nível do discurso, com a sustentação do processo. Portanto, não deve cuidar apenas do curto prazo, sem discutir um projeto de futuro, por mais "jurássica" que pareça tal proposição. Poucos agora defendem a formulação/implementação de um projeto nacional de desenvolvimento ou até mesmo qualquer atividade de planejamento.

Historicamente, o desenvolvimento científico/tecnológico e educacional no Brasil tem-se dado de forma altamente concentrada na região Sudeste, supostamente com repercussões importantes em relação aos desequilíbrios sociais e econômicos. Atualmente, observa-se um deslocamento para maior inclusão da região Sul e um pouco menos às regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Os avanços associados ao desenvolvimento, em todo o mundo, tenderam a concentrar-se espacialmente, gerando hegemonias de países e

regiões, aumentando ainda mais as disparidades históricas. Tal tendência tem gerado distorções e desequilíbrios regionais, cada vez mais agudos, que se estendem além dos limites nacionais. A questão mais importante concentra-se nas limitações e potencialidades humanas, e não nos fatores técnicos exclusivamente ou propriamente ditos, tal como tem sido lugar comum na implementação dos programas nacionais de desenvolvimento tecnológico (Latour, 19).

Em âmbito nacional, cabe ao Estado o papel indutor capaz de mobilizar iniciativas locais que promovam um ordenamento mais eqüitativo de oportunidades e uma distribuição de riquezas mais justa. Não é possível ser neutro. Isto inclui as atividades de ciência e tecnologia. Há que assumir posicionamentos políticos.

Há a possibilidade de olhar a regionalização sob o ponto de vista da organização de redes de pesquisadores, que proliferam em todo o mundo, e das novas formas de organização do trabalho técnico-científico, bem como das hierarquias que têm sido estabelecidas. Esta é uma questão que não se propunha na década anterior.

O "encurtamento das distâncias" propiciado pelos avanços nas áreas das Tecnologia da Informação e Comunicações (TICs), logística e transportes podem viabilizar a descentralização de processos e uma nova configuração das atividades regionais, tal como tem ocorrido no mundo. Até mesmo os processos produtivos modernos apontam a possibilidade de desconcentração e formas de produção espacialmente distribuídas.

Há que reconhecer a educação como condição de emancipação pela construção de um projeto próprio de desenvolvimento, com disseminação da aprendizagem científica, o que a torna não somente requisito de cidadania, mas também crucial em termos regionais – sociais e econômicos.

Outras novidades importantes e mais recentes no cenário da ciência e tecnologia no Brasil foram a criação de novas instâncias e de instrumentos de fomento: Fundos Setoriais; Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência (Pronex), Secretaria de Inclusão Social (Secis), no Ministério da Ciência e Tecnologia; e, o apoio aos dos Centros Vocacionais Tecnológicos (CVT), que foram introduzidos com sucesso no Ceará pelo deputado Ariosto Holanda, surgido mais recentemente no país. Tais iniciativas podem ser avaliadas no contexto do desenvolvimento regional.

3. ENGENHARIA E APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO

Mais que uma categoria profissional, engenharia significa formas de pensar e agir distintas de outras capacidades profissionais. Uma forma especial de "ser e fazer". "Engenheirar" envolve competências que não são exclusivas de engenheiros, mas que são essenciais para estes. Não há possibilidade de elevar a competitividade da sociedade e das empresas sem a participação das competências das engenharias – pertencentes à categoria profissional ou não – capazes de apropriar conhecimentos técnicos e científicos para transformá-los em novos bens e serviços, e/ou para aperfeiçoar os existentes. Também não, sem técnicos competentes de apoio aos engenheiros. O processo não depende apenas de cientistas e pesquisadores.

Engenheiros deveriam ser capazes de realizar "sinapses", conectando os resultados das pesquisas e do avanço do conhecimento científico, com as soluções dos problemas reais da sociedade. Precisam ser também empreendedores. Para isso, é necessário que entendam e dominem a linguagem da ciência e da tecnologia. Este nos parece ser o elo mais fraco, e o que falta para conectar a base técnico-científica brasileira ao seu processo de desenvolvimento. Há pesquisadores, mas há pouquíssimos "engenheiros" e técnicos – de fato ou de direito. Há enormes carências, qualitativas e quantitativas, conforme tem sido largamente demonstrado.

Os processos que diferenciam as organizações e as interações sociais relacionam-se à capacidade de aprendizagem e à perspectiva de geração de conhecimentos apropriáveis, que constituem o fundamento da dinâmica capitalista (Galvão, 2004). Isto parece especialmente evidente no Brasil, que apresenta produção científica significativa no contexto internacional, mas um dos piores desempenhos em termos de apropriação econômica, sobretudo, social, do que tem sido gerado interna e externamente.

A grande novidade política desde o final da década de 1990 foi a introdução da questão da inovação, associada às atividades de pesquisa, antes percebidas por si mesmas, sem conexões claras com os processos de desenvolvimento. Agora muitos discursam sobre inovação, alguns sem mesmo compreender sua complexidade, seus atores e dimensões. Em 2004, foi aprovada a Lei de Inovação, que propõe avanços no relacionamento dos docentes e pesquisadores das IES estatais com suas instituições e com as empresas, mas sofreu forte influência do corporativismo acadêmico. Essa

afirmação é acompanhada pelo depoimento de Coriat em recente palestra (março de 2004) no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

Por outro lado, ainda supõe uma gestão do tempo, que isola as atividades acadêmicas de ensino e pesquisa das relações sociais ou de apropriação de conhecimentos. Corre-se o risco de transformar bons docentes e pesquisadores em frustrados empresários. Além disso, desconsidera o papel dos engenheiros na concretização/viabilização dos processos inovadores, bem como desconhece a precariedade numérica e qualitativa da base técnico-científica e da engenharia do país. Não ataca as principais limitações.

O ensino superior, inclusive de engenharia, tem sido livresco e repetitivo, sem base na prática profissional ou nas atividades de pesquisa, apesar da decantada determinação constitucional, que considera tais atividades como indissociáveis. Muitos docentes, sobretudo nas áreas da engenharia, que atuam em tempo integral, não tiveram e não acompanham a evolução do estado da arte em suas profissões ou nem mesmo desenvolvem atividades de pesquisa na sua prática diária.

A universidade, como passagem para o mercado de trabalho, também se tornou obsoleta. Hoje, mais importante (cada vez mais) que o diploma é o conhecimento, que realmente faz diferença. Os problemas de engenharia não perguntam pelos títulos, nem se conformam a uma disciplina ou a uma única área do saber. As questões a serem resolvidas tornaram-se muito mais complexas e requerem soluções que ultrapassam os limites da organização disciplinar do conhecimento. A engenharia deveria assumir também o papel de ler os avanços do conhecimento técnico-científico e transformá-los em tecnologias a serem apropriadas pela sociedade.

Mais ainda, o país precisa de engenheiros competentes para realizar este processo, bem como de mais pesquisadores em todas as áreas, atuando nas empresas e outras atividades da sociedade, além do âmbito das universidades. Mais de 70% dos pesquisadores atuam somente nas IES.

Além disso, de acordo com estudo recente, realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), as profissões relacionadas às áreas de humanidades e ciências sociais, aplicadas ou não, acolhem 68,7% (mais de 2/3) dos estudantes de graduação, enquanto as engenharias e outras opções tecnológicas, apenas 10,8%, incluindo profissionais de informática. Outras profissões, como saúde (13,2%) e ciências agrárias (1,9%), mais pródigas à apropriação de conhecimentos na produção de bens e serviços,

somam apenas 15,1%. As ciências exatas, que mais se relacionam com as engenharias, e que poderiam ser responsáveis pela geração de conhecimentos apropriáveis pela indústria e serviços, correspondem a apenas 4,1%.

Por outro lado, por diversos motivos, há forte migração de engenheiros formados para atuação em outras áreas (economia, administração, entre muitas outras), piorando ainda mais a distribuição das ocupações profissionais. Tem sido mais fácil para engenheiros migrarem para outras ocupações, que o inverso. Muitos engenheiros têm migrado para outras áreas por meio da pós-graduação.

Os pesquisadores da maioria das outras áreas não farão o papel das engenharias. Não por incompetência nos seus temas de pesquisa, mas antes por uma questão de perfil, habilidade e vocação para resolver problemas de outras naturezas. Os engenheiros são por vocação solucionadores de problemas de qualquer natureza, mediante uso da ciência, da técnica, da tecnologia, ou de outras formas de conhecimentos empíricos.

Não é de causar qualquer surpresa o péssimo desempenho da sociedade brasileira, do ponto de vista da apropriação de conhecimentos e da introdução de inovações. Entretanto, a questão não é apenas numérica, mas de ordem qualitativa, desde a formação do ensino fundamental e médio. Como contra-exemplo, os agronegócios têm tido enorme sucesso com apenas 1,9% da população de estudantes universitários. Isto segue a tendência mundial nas ocupações de trabalho, dada a intensificação do uso das tecnologias disponíveis, muito menos intensas em mão-de-obra. A Embrapa tem contribuído sobremaneira para este resultado positivo. O segredo está na forte conexão de engenheiros agrônomos com outras categorias de pesquisadores.

As competências das engenharias precisam ser voltadas à identificação de problemas e à organização de soluções. Em outros países, a engenharia tem sido responsável pela maior parte dos avanços em outras áreas. Ao contrário do Brasil, o espaço de trabalho para engenheiros tem sido cada vez mais ampliado. Apenas a título de exemplos: Saúde (engenharia biomédica), com a concepção de novos equipamentos de diagnóstico e intervenção, agricultura (engenharia agrícola e engenheiros agrônomos), com a concepção de novas máquinas e processos; logística, e muitos outros campos, nos quais equipamentos de medidas e de produção se fazem necessários para elevar a produtividade dessas atividades. Outras áreas mais

modernas da engenharia, como mecatrônica, células combustíveis ou aproveitamento de fontes renováveis de energia, e nanotecnologia, apenas foram iniciadas no Brasil, com muitos anos de atraso.

4. Síntese das conclusões

O momento registra alguns fatos importantes e singulares que ensejam a retomada vigorosa de um programa de desconcentração regional das atividades de C&T e de reestruturação do ensino de engeharia, e aproveitamento tempestivo de oportunidades. Entre esses fatos destacam-se os seguintes:

• compreensão, ao menos no nível dos discursos, da importância das inovações tecnológicas para sustentar o processo de desenvolvimento; este requisito somente ocupou lugar nos discursos das autoridades muito recentemente;

• aprovação da Lei de Inovação, que somente terá sucesso com forte apoio das áreas das engenharias;

• criação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, que terá recursos suficientes para o desenvolvimento de um programa ambicioso e de grande envergadura;

• interesse e vontade política da Finep de resgatar o programa de apoio aos institutos de pesquisa tecnológica;

• proposta do novo plano nacional de pós-graduação para o período 2005/2010, de incrementar programas de pós-graduação nas áreas da Engenharia;

• vigência do Plano Nacional de Educação (PNE), supostamente facilitando a adesão do MEC;

• existência e implementação dos Fundos Setoriais em várias áreas das engenharias.

Duas idéias são centrais do que poderia ser considerado "estratégico" em relação à regionalização no campo da ciência, tecnologia e inovação: contribuição ao desenvolvimento sustentável – viabilidade/continuidade a médio/longo prazos, mediante economia de recursos escassos e aproveitamento de meios abundantes, tendo como base as fortalezas e

superação dos pontos fracos ou dificuldades locais; e, desenvolvimento de tecnologias portadoras de futuro, identificando as possibilidades/limitações de acompanhamento do progresso técnico nacional e internacional – Tecnologia da Informação, biotecnologia, logística, energia, meio ambiente, gestão de recursos hídricos, entre outras.

Nesse contexto, os seguintes desafios podem ser identificados:

• Adaptar as atividades econômicas, atualmente incompatíveis com os recursos naturais existentes (predatórias ao meio ambiente) ou intensivas no uso de meios escassos (água, energia e matérias primas) e baixo aproveitamento das potencialidades existentes (biodiversidade, recursos naturais, matérias primas, e sobretudo, de pessoal qualificado/inteligência);

• Diversificar o enfoque de pesquisa tecnológica atualmente mais voltado às atividades agrícola e industrial (intensivas em água e energia) e muito pouco para os serviços inteligentes e tecnologias de orientação social (saúde, educação, segurança);

• Reduzir o elevado custo Brasil, por deficiências de logística e do sistema financeiro;

• Aumentar a conectividade dos sistemas locais de ciência, tecnologia e inovação, envolvendo todos os atores pertinentes (pesquisadores, instituições, políticos, dirigentes públicos e de empresas privadas, governo, banqueiros, empresários e sociedade em geral); e,

• Agregar valor para melhorar a qualidade dos produtos gerados nas distintas localidades e melhorar a capacidade de gestão das pequenas empresas. Conforme ficou demonstrado, há alta concentração de investimentos de C&T nas dimensões regionais, institucionais e individuais, com alta densidade nos três âmbitos. Neste sentido, o Estado brasileiro não investe pouco, mas que a comunidade científica é realmente reduzida.

O critério único de publicações para efeito de aprovação de projetos de pesquisa e de avaliação dos pesquisadores, com base em publicações científicas sem conseqüências relevantes precisa ser revisto, se o objetivo é a valorização da apropriação de conhecimentos em inovações ou à solução dos problemas sociais.

O país desenvolveu uma "ciência de repetição", copiando os temas da moda e de interesse de outros países, sem qualquer relação com o cotidiano ou com as necessidades da sociedade, ou ainda, sem qualquer contribuição realmente relevante para o avanço do conhecimento universal. Todas as pesquisas recentes sobre o nível de desenvolvimento tecnológico apresentam o Brasil em posição de inferioridade, mesmo em relação a alguns países latino-americanos. Mais ainda em comparação com Coréia do Sul, China e Índia.

Não deve cuidar apenas do curto prazo, sem discutir um projeto de futuro, por mais ultrapassada que pareça tal proposição. Poucos agora defendem a formulação/implementação de um projeto nacional de desenvolvimento ou até mesmo qualquer atividade de planejamento.

O Brasil não logrará desenvolvimento sustentável sem a desconcentração espacial/regional do sistema educacional, sobretudo em relação à educação científica e tecnológica.

As oportunidades de educação a distância precisam ser melhor aproveitadas no sentido da educação científica e tecnológica e à iniciação a engenharia, com o credenciamento de pólos (laboratórios, bibliotecas e pessoal) para atendimento presencial.

Muitos docentes, sobretudo nas áreas da engenharia, que atuam em tempo integral, não tiveram e não acompanharam ou acompanham a evolução do estado da arte em suas profissões ou nem mesmo desenvolvem atividades de pesquisa na sua prática diária. Este tem sido um dos efeitos perversos da dedicação exclusiva nas IES estatais. "Tudo legal, mas tudo ruim", com disse Anízio Teixeira. Mais de 70% dos pesquisadores atuam somente nas IES e não adquirem qualquer experiência profissional.

Há necessidade de desconcentrar a pesquisa tecnológica das universidades às empresas e institutos tecnológicos. É preciso povoar os institutos de pesquisa tecnológica e os Cefet com engenheiros melhor qualificados, mesmo que trabalhem em tempo parcial.

Inovações não serão produzidas no Brasil, na intensidade que o país precisa, sem a forte participação/conexão de engenheiros e técnicos, capazes de apropriar/transformar conhecimentos científicos em tecnologia.

5. PROPOSIÇÕES

A partir dos argumentos apresentados propõe-se uma agenda para o sistema educacional e outra à desconcentração espacial das atividades de C&T, que precisam ser conjugadas de forma orgânica.

5.1. AGENDA

Além dos fatores socioculturais dominantes nas distintas regiões, uma das grandes limitações ao desenvolvimento regional mais equilibrado e sustentável, incluindo o científico e tecnológico, é, sem dúvida, a carência educacional, em todos os níveis.

A importância da educação científica/tecnológica dos trabalhadores e também do entendimento da ciência e da tecnologia por parte dos dirigentes é mais que evidente. Tudo isso envolve intensificação da conectividade entre todos os atores relevantes dos sistemas de locais de ciência, tecnologia e inovação, incluindo o sistema educacional.

Especificamente para o sistema educacional, propomos a seguinte agenda:

• Intensificação da educação científica/tecnológica em todos os níveis; criação de centros regionais de educação científica e iniciação à engenharia, além da ampliação e diversificação dos CVT de acordo com as vocações e necessidades locais;

• Revisão do ensino de engenharia e formação de professores de ciência capacitando os profissionais para entendimento da linguagem da ciência e da tecnologia e à inovação;

• Melhoria das oportunidades educacionais das regiões/localidades menos favorecidas, inclusive, para viabilizar a desconcentração espacial das atividades econômicas;

• Ampliação e intensificação do Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (RHAE), para emprego de engenheiros e técnicos nas empresas, nos institutos de pesquisa tecnológica e nos complexos produtivos locais, para aumentar o poder de multiplicação e apropriação de conhecimentos técnicos e científicos;

• Aumentar de forma significativa a formação de técnicos e engenheiros nas regiões mais carentes, e credenciar os institutos de pesquisa tecnológica para esses fins; e,

• Priorizar o desenvolvimento das tecnologias sociais sem confundi-las com "tecnologias apropriadas".

5.2. Proposta

A proposta é resumida na matriz lógica apresentada a seguir.

OBJETIVO	**INDICADORES DE EFETIVIDADE**	**MÉTODOS DE AFERIÇÃO**	**FATORES EXTERNOS NÃO GOVERNÁVEIS AMEAÇAS E OPORTUNIDADES**
Desconcentrar regionalmente as atividades de educação, ciência e tecnologia com enfoque na apropriação de conhecimentos para melhorar a competitividade da sociedade brasileira.	1. Participação das regiões menos desenvolvidas no comércio internacional e no mercado interno. Meta: dobrar a participação brasileira em dez anos). 2. Número de patentes concedidas: Meta: atingir o desempenho da Coréia do Sul, China e Índia em termos de registros de patentes internacionais e nacionais, nos próximos dez anos. 3. Lista dos Problemas sociais resolvidos com participação das engenharias. Meta: aumentar em pelo menos 20% o IDH nas regiões mais carentes.	Fontes e estudos oficiais. CNI, Sebrae, Senai, IEL, IBGE, Ipea, Confea, Abipti, MEC, Inpi, MCT, MDIC, e a recém-criada Agência de Desenvolvimento Industrial.	Conjugação de outros fatores, tais como: redução do custo Brasil e melhoria da rede logística. Melhoria de outros fatores de competitividade (juros, impostos, entre outros). Melhoria da atratividade das regiões e localidades carentes para aproveitamento de pesquisadores e dos profissionais formados;
PROPÓSITOS ESPECÍFICOS	**INDICADORES DE EFICÁCIA**	**MÉTODOS DE AFERIÇÃO**	**FATORES EXTERNOS NÃO GOVERNÁVEIS AMEAÇAS E OPORTUNIDADES**
1. Incorporar a linguagem da ciência e tecnologia (engenheiros e técnicos) em todos os níveis para apropriação de conhecimentos para transformação em inovações; 2. Elevar a capacidade da engenharia brasileira, sobretudo nas regiões mais carentes; 3. Criar redes de pesquisa desenvolvimento e engenharia centradas em problemas regionais identificados; 4. Ampliar a capacidade instalada dos institutos de pesquisa tecnológica, nas regiões mais carentes, inclusive credenciando-os para o ensino técnico e de engenharia;	1. Número e qualidade das redes de pesquisa e apropriação criadas de acordo com as necessidades regionais identificadas. 2. Número de institutos de pesquisa e Cefetsengajados na formação de técnicos e engenheiros;	Acompanhamento pelo MEC e pelo MCT	Compreensão da importância das inovações tecnológicas para sustentar o processo de desenvolvimento; Aprovação da Lei de Inovação; Criação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial Interesse e vontade política da Finep de resgatar o programa de apoio aos institutos de pesquisa tecnológica; Proposta do novo Plano Nacional de Pós-graduação para o período 2005/2010, de incrementar programas de pós-graduação nas áreas da Engenharia; Vigência do Plano Nacional de Educação (PNE), supostamente facilitando a adesão do MEC; Fundos setoriais

ESPERA	DIC ADORES DE		
1.Centros is de educação. a e tecnológi ação engenhar dos Norte e est Reforça d Ensino Nordest C para for d de ensin diversific s 2. Partici ia a de engenhei da socie ra 3. Aum ica ntes nos curso engenh			

ATIVIDADES	ORÇAMENTO E CUSTOS	ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES E CRONOGRAMA	FATORES EXTERNOS NÃO GOVERNÁVEIS AMEAÇAS E OPORTUNIDADES
entração, como gionais para ento presencial. amas criados n das agências ações par			Resistências da e acadêm s. do

5. Criação de um Programa no âmbito da Agência de Desenvolvimento Industrial. 6. Desenvolvimento e implementação de cursos de engenharia a distância de modo a atender a demanda quantitativa e qualitativa de engenheiros da sociedade brasileira 7. Envolvimento e credenciamento de institutos de pesquisa tecnológica para oferta de cursos de engenharia; 8. Ampliação e reorientação do Rhae/CNPq; 9. Instituição do Reenge pela Sesu/MEC 10. Implementação das atividades propostas pelo PNDCE (ainda pertinentes) e pelo Reenge 11. Realização das atividades propostas pela CNI.			

Referências

BARROS, Fernando. *A tendência concentradora do desenvolvimento científico e tecnológico no mundo contemporâneo*. Brasília: Universidade de Brasília, 2004.

CAVALCANTI, Lynaldo; ROCHA, Ivan. *Regionalização de C&T*. Brasília, 200-. No prelo.

GALVÃO, Antônio Carlos Filgueira. *Política de desenvolvimento regional e inovação*. Brasília: Garamond Universitária, 2004.

ROCHA, Ivan. *Gestão de conhecimentos e competências*. Brasília: Universa, 2003.

Institutos de pesquisa: missão, liderança e inovação

*João Evangelista Steiner**

Introdução

Os institutos de pesquisa de missão dirigida são componentes importantes do sistema nacional de C,T&I. Eles se distinguem dos institutos acadêmicos universitários por não terem missão didática de graduação. Muitos têm missão de serviços ou pesquisas de natureza tecnológica. Outros têm uma missão voltada para a pesquisa básica, mas com sentido estratégico. Outros, ainda, têm compromissos de produzir insumos ou medicamentos necessários para o país.

Entre os anos de 1999 a 2002 eu tive o privilégio de trabalhar como secretário de Coordenação das Unidades de Pesquisa (Secup), do Ministério da Ciência e Tecnologia, por convite do ministro Ronaldo Mota Sardenberg e do secretário executivo, Carlos Américo Pacheco. Na oportunidade participei de um processo de avaliação institucional das unidades de pesquisa (UPs) que resultou em detalhado documento, mais conhecido como Relatório Tundisi. Este relatório, intitulado "Proposta de uma política de longo prazo para as unidades de pesquisa do MCT", foi elaborado por uma comissão coordenada pelo professor José Galízia Tundisi, ex-presidente do CNPq, e publicado na revista "Parcerias Estratégicas" nº 15 (outubro de 2002). O relatório foi elaborado ao longo do ano de 2000 e parte de 2001 e contou com a ativa participação de 72 especialistas externos ao MCT, inclusive alguns estrangeiros.

* João Evangelista Steiner é professor titular do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas e diretor do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (USP).

Esta avaliação não se restringiu à avaliação de desempenho clássica, que olha para o passado recente. Olhou-se para o futuro, para a missão de cada instituição e com sentido estratégico. O primeiro ponto que chamou atenção neste processo foi a total ausência de uma política do MCT para os seus institutos. Com isto cada instituto teve a liberdade de trilhar seu próprio caminho e isto foi feito em função de lideranças institucionais. Quase todas as unidades acabaram mimetizando o caráter acadêmico universitário – até porque a pós-graduação brasileira foi uma componente da política de C,T&I que deu certo, ou quase. Ora, não cabe a um instituto de missão dirigida replicar a lógica universitária – e este é um ponto central de toda a questão e está na origem da controvérsia que acabou sendo gerada por oportunidade da divulgação do Relatório Tundisi.

De quem estamos falando?

O Brasil tem um sistema grande, diversificado e complexo de institutos de pesquisas. No plano federal temos vários ministérios com seu sistema próprio, como é o caso do MCT, MD, MA, MS, MP, MME e MDIC entre outros. Já no plano estadual, alguns estados têm um sistema grande como o estado de São Paulo, outros têm apenas um ou dois institutos e muitos, nenhum.

Listamos, a seguir, alguns dos principais institutos ligados ao governo federal, juntamente com o número de servidores (ano 2000) para se ter uma idéia dos respectivos tamanhos.

Instituição	*nº de servidores*
Embrapa/MA	8.500
MCT (21 Ups)	5.436
CTA/MD	3.700
Fiocruz/MS	3.100
CPRM/MME	1.258
Cempes-BR/MME	1.150
Inmetro/MDIC	800
Ipea/MP	550

MISSÃO E LIDERANÇA

Os dois pilares fundamentais que sustentam uma instituição são a missão e a liderança. Quando estes dois pilares são robustos, a instituição normalmente vai bem. Quando um dos dois pilares tem problemas, a instituição vai mal. Quando os dois pilares têm problemas sérios, o que não é incomum, fechar a instituição pode ser, para a sociedade, uma alternativa mais conveniente do que tentar recuperá-la.

A missão deve ser definida com ampla visibilidade e participação, mas o poder público deve exercer um papel central no processo. Finalmente é sempre bom lembrar que "sobreviver não é missão".

COMITÊS DE BUSCA

Logo que fui nomeado secretário da Secretaria de Coordenação das Unidades de Pesquisa, o ministro Sardenberg recebeu uma carta da presidente da SBPC, professora Glaci Zancan, propondo que o MCT implantasse a sistemática de comitê de busca para a escolha dos seus dirigentes (Nota 1). Não se tratava de uma experimentação nova, uma vez que isto corresponde às melhores práticas internacionais. Porém, era inédita no Brasil (Nota 2).

Como era até então? Basicamente eram promovidas eleições dentro das instituições e se apresentava uma lista tríplice, com o aval do Conselho Técnico-Científico (CTC). O presidente do CNPq ou o ministro nomeava, então, o ungido. Isto apresenta vários problemas. Primeiro, não há chance de haver candidatos externos; numa instituição de abrangência nacional isto parece inconcebível. Segundo, o diretor assim "eleito" passa a ter compromissos eleitorais que se sobrepõem à missão institucional. O corporativismo toma conta.

A idéia de se formar um comitê de busca parece simples, mas requer uma série de cuidados para que funcione a contento. Inicialmente, deve ser composto por um número entre quatro e cinco membros para que suas reuniões sejam viáveis – e ele precisa se reunir diversas vezes. É necessário que seus membros sejam de nível e reconhecimento tal que a composição do comitê não possa sofrer críticas. Além do mais, o presidente do comitê deve ser uma pessoa muito articulada. É desnecessário dizer que todo o comitê deve merecer a total confiança do ministro – caso contrário, o risco de se incorrer em impasse torna-se crescente. Apesar de todas as dificuldades,

o modelo funciona e funciona muito bem. É o que tem demonstrado a prática, até agora. A limitação maior é a incapacidade de se poder oferecer salários de mercado aos diretores dos institutos, condizentes com o tamanho da responsabilidade.

Gestão

Qualquer marceneiro da esquina sabe que para seu negócio dar certo ele precisa ter agilidade para fazer quatro operações básicas: contratar, demitir, comprar e vender (Lauro Mohry). O diretor de um instituto público de pesquisa no Brasil não pode fazer nenhuma das quatro. Isto é um problema.

Os problemas de gestão são agravados em duas direções: na gestão de recursos humanos uma vez que todos os servidores são funcionários públicos e, portanto, estáveis. Na área de compras todas ações passam pela Lei nº 8.666.

Organizações sociais

Par tornar a gestão mais moderna e ágil, foram concebidas as Organizações Sociais (OS). Trata-se de uma forma de organização de Estado em que uma entidade sem fins lucrativos é qualificada para ser uma OS por decreto do Presidente da República. A partir daí o ministério supervisor está autorizado a assinar contratos de gestão. Não se deve confundir OS com Oscip (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) com o qual um órgão público pode assinar termo de parceria, após credenciamento da Oscip junto ao Ministério da Justiça. Uma importante diferença entre as duas formas de organização é que para as OS pode haver cessão de patrimônio e de pessoal públicos enquanto que para as OSCIPs, não.

As OS têm o contrato de gestão com supervisão estrita nos termos da lei e com acompanhamentos periódicos por parte do ministério supervisor.

É relevante ressaltar que uma OS não resolve as dificuldades de organizações com problemas de missão, liderança ou com vícios de qualquer natureza. Uma OS é um instrumento excepcional para instituições excepcionais. Dar flexibilidade para o vício não deve resultar em coisa boa!

O MCT supervisiona hoje cinco OS: ABTLuz, que administra o Laboratório Nacional de Luz Syncrotron; o Impa-OS, que absorveu o

Instituto da Matemática Pura e Aplicada; a Rede Nacional de Pesquisa (RNP); o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE); e o Instituto Mamirauá.

Termos de compromissos de gestão

Para todos os institutos do MCT que possuem administração direta foi instituído o Termo de Compromisso de Gestão (TCG). Trata-se de um instrumento mediante o qual se pactua metas e indicadores com cada unidade de pesquisa e visa dar maior visibilidade e transparência na gestão.

Institutos de pesquisa e inovação tecnológica

Os institutos de pesquisa têm um papel fundamental na inovação no Brasil. Falamos em inovação no sentido amplo e não apenas na inovação tecnológica que é associada, na maior parte das vezes, aos interesses de tecnologia industrial. Neste setor costuma-se usar o número de patentes como indicador básico de inovação. Isto certamente é válido para a indústria microeletrônica e de fármacos. É bom lembrar que nem sempre é assim. A Embraer, que é um grande exemplo de sucesso tecnológico, não é detentora de um número significativo de patentes. A Embrapa, apesar de ter uma carteira respeitável de patentes, introduziu uma quantidade de novas técnicas de domínio público que não pode ser dimensionada pelas suas patentes apenas.

A seguir listamos alguns exemplos de desenvolvimentos tecnológicos que beneficiaram a sociedade e a economia brasileiras de diversas formas e para as quais os institutos de pesquisa contribuíram de forma central. Se olharmos para a nossa pauta de exportação, vemos algumas grandes cadeias ou aglomerados de produtos que são basicamente os responsáveis pela nossa pauta. Grãos, proteína animal, sobremesa (suco de laranja, café, açúcar e tabaco), transporte (aviões) e setor mínero-metalúrgico-metal-mecânico. Se olharmos para o histórico do nosso saldo comercial, precisamos acrescentar a isto os combustíveis: petróleo e álcool. Temos aí o *portfólio* dos nossos principais institutos de pesquisa; senão vejamos:

Agronegócio: O saldo comercial brasileiro tem sido extraordinário e crescente nos últimos anos. Devemos isto ao grande crescimento da produção de soja, carnes (de frango, bovina e suína), entre outros. Este sucesso do agronegócio brasileiro se deve acima de tudo ao ganho de produtividade. A Embrapa é um dos principais responsáveis pela tecnologia no campo. Outro

instituto que deve ser lembrado quando se trata tecnologia para a agricultura é o Instituto Agronômico de Campinas (IAC).

Petróleo de águas profundas: o Brasil está prestes a se tornar auto-suficiente em petróleo, graças aos poços descobertos na plataforma continental. Estas descobertas foram viabilizadas pela tecnologia de exploração em águas profundas. O Cempes, em cooperação com várias universidades, desempenhou um papel fundamental nisso.

Setor mineral: é sabido que o Brasil é um país rico em minérios. Nestas circunstâncias, ter a capacidade de agregação de valor aos minerais brasileiros é absolutamente estratégico. A Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM/MME) e o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem/MCT) tiveram um papel histórico neste processo. Como marco, convém lembrar que a Companhia Vale do Rio Doce acaba de ser reconhecida como a maior empresa privada da América Latina.

A Embraer é, hoje, a quarta maior indústria aeronáutica do mundo. É o maior fabricante de aviões de médio porte para a aviação regional. A origem da Embraer se deve ao Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA), hoje composto por cinco institutos, um dos quais o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). O ITA forma engenheiros para o setor aeronáutico há 55 anos e o sucesso da Embraer se deve a uma série de fatores, mas o principal deles é, sem dúvida, o de recursos humanos altamente qualificados.

O *Programa do Álcool* foi um programa mobilizador, concebido nos anos 70 como resposta à crise do Petróleo. A tecnologia do motor a álcool para cujo desenvolvimento colaboraram vários institutos, entre os quais o CTA, IPT e INT, foi decisiva para o sucesso inicial da proposta. Apesar do descrédito em que incorreu no início dos anos 80 devido ao desabastecimento do combustível, hoje ele é visto no Brasil e no mundo como uma grande esperança, não só como substituto energético para o petróleo mas, também, como alternativa mitigadora do efeito estufa.

Também são conhecidos os esforços na produção de vacinas para interesse da saúde da população brasileira. A Fiocruz e o Instituto Butantã são os principais atores deste trabalho que tem sido conduzido com sucesso.

Existem também avanços tecnológicos significativos que ainda não produziram riqueza direta, mas que têm grande potencial para o país. Citamos, aqui, dois exemplos:

O Brasil conseguiu em anos recentes dominar a tecnologia de enriquecimento de urânio, passo importante para atingir a autonomia na tecnologia nuclear para fins energéticos. Os institutos de pesquisa da Marinha Brasileira, sediados em São Paulo e Aramar, foram os responsáveis por este desenvolvimento.

O *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (Inpe) é o responsável pelo desenvolvimento, construção e operação de satélites brasileiros. Convém notar que já foi construída uma série deles, dois dos quais em colaboração com a China – o CBERS I e II.

ATIVIDADES ACADÊMICAS

Como já mencionado, um dos principais problemas identificados pelo Relatório Tundisi nas UPs do MCT foi a cultura acadêmica no sentido de que se procura replicar a lógica universitária. Uma das principais manifestações desta cultura é a tendência de cada instituto em manter programas de pós-graduação. Na tabela a seguir listamos todos os institutos de missão dirigida do país que mantêm programas de PG no ano de 2003. Como se vê, são dez UPs federais e três estaduais. É importante mencionar que a critica à existência da PG não é nem pode ser homogênea. É sempre lembrado o exemplo paradigmático do Impa, o melhor Instituto de Matemática da América Latina, que mantém um programa considerado estratégico para a ciência brasileira. O mesmo se pode dizer do Inpa que é uma das duas instituições que formam doutores na Amazônia, ou do Inpe, com o único programa em tecnologia de satélites.

Convém lembrar, ainda, que existe agora a modalidade de mestrado profissionalizante. O Ipen, assim como o IPT, tem ocupado este nicho de oportunidade. Esta talvez seja uma oportunidade par outras UPs também.

Finalmente, convém notar a importância do caráter estratégico de algumas unidades para o desenvolvimento de pesquisa básica de alto nível. Já mencionamos o caso do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa) para a matemática; do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Museu Paraense Emílio Goeldi e o Instituto Mamirauá, para estudos amazônicos; os laboratórios nacionais, Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), física, química, biologia, ciências dos materiais, o

Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), astrofísica; e o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), bioinformática, modelagem, alto desempenho.

Institutos de pesquisa que mantêm programas de mestrado e doutorado de acordo com o banco de dados da Capes. Os dados abaixo se referem ao ano de 2003.

	Doutorado (2003)		Mestrado (2003)		
	Teses nº	Progr nº	Dissert nº	Progr nº	Caracterização Institucional
Institutos Federais					
Fiocruz/MS	86	7	179	7	Fed RJ
Inpe/MCT	29	6	54	6	Fed SP
Inpa/MCT	20	6	52	7	Fed AM
CBPF	13	1	8	1	Fed RJ
Impa-OS	10	1	45	1	Fed RJ
ON/MCT	5	2	15	2	Fed RJ
LNCC/MCT	1	1	0	1	Fed RJ
Ipen/MCT	(*)	(*)	23	1	Fed SP
Fiocruz/MS			9	1	Fed AM
IRD/MCT			7	1	Fed RJ
Institutos Estaduais					
IPT/SCTDET			38	4	Estad SP
IAC/AS			31	1	Estad SP
CIP (Coord.Inst. de Pesq.Secr.Saúde)			19	1	Estad SP

(*) O Ipen mantém programas de mestrado acadêmico e doutorado junto à USP.

Nota 1. O ministro Bresser Pereira havia implantado uma nova sistemática para a escolha de dirigentes das UPs do MCT. Nesta sistemática o dirigente era escolhido por concurso público formal. Houve apenas uma tentativa de implantar esta sistemática, pois ela falhou já no primeiro caso, que foi o Inpa. Infelizmente, o ministro Bresser também chamou esta modalidade de comitê de busca o que é um evidente lapso semântico, uma vez que não se trata de comitê mas de banca de concurso, e não é de "busca", mas de "espera".

Nota 2. A ABTLuz, OS que opera o LNLS, já tinha o mecanismo de comitê de busca no seu estatuto, mas nunca havia acionado o modelo por falta de oportunidade.

Condições gerais para incorporação de tecnologia à economia brasileira

José Monir Nasser[*]

"Il n'y a que l´économie des trois doigts"
François Perroux

1. A importância da ciência e da tecnologia no desenvolvimento econômico é quase axiomática. Como o economista François Peroux nos explica na epígrafe, a única realidade econômica que de fato interessa é o conjunto de saberes, já que os meios de produção ditos naturais sempre estiveram por aí. A capacidade de transformar estes meios em utilidades, por outro lado, depende de conhecimentos específicos cuja aceleração exponencial explica a extraordinária prosperidade material alcançada pelo mundo contemporâneo.

Não há país dito desenvolvido que não seja desenvolvido tecnologicamente, podendo-se até mesmo afirmar que ser desenvolvido é estar no estado de arte do conjunto de técnicas críticas para a produção de ponta, isto é, para os fazeres econômicos com maior valor agregado. Os critérios meramente formais, como a mensuração do PIB *per capita*, por exemplo, traídos por seu viés positivista, deixam-se enganar pelas aparências e acabam por não conseguir distinguir a Suécia do Kuwait nem a Suíça da Arábia Saudita. Confirmando a tese, sob um ponto de vista histórico, mas com validade restrita apenas ao mundo moderno, os países têm maior ou menor relevância econômica histórica segundo sua contribuição ao patrimônio científico e tecnológico humano. Por este critério, a Holanda é mais importante do que o Brasil.

[*] José Monir Nasser é diretor de Avia Internacional e editor da Tríade Editora.

Ciência e tecnologia são esferas, por um lado, interdependentes e, por outro, autônomas. A interdependência está ligada ao fato de que conhecimentos científicos podem ser aplicados em projetos técnicos de máquinas, dispositivos, procedimentos e sistemas, ao mesmo tempo que estas máquinas, dispositivos, procedimentos e sistemas podem ajudar a produzir ciência. Não se pode falar, portanto, em ciência aplicada, mas apenas em aplicações da ciência. Por outro lado, tecnologia e ciência são rigorosamente independentes porque é possível ter uma coisa sem a outra, mesmo que se argumente que elas estão cada vez mais próximas. De fato, há cada vez mais tecnologias dependentes da ciência, mas essa proximidade é circunstancial e não imanente. A humanidade não esperou até que Louis Pasteur (1822-1895) teorizasse, no século XIX, a fermentação por micro organismos para inventar a cerveja e o vinho. Há muitas coisas que funcionam, sem que se saiba por quê. A razão desta desvinculação está nas naturezas diferentes de validação da esfera científica e da esfera tecnológica. Enquanto a teoria científica precisa ser comprovada ou sobreviver à falsificação *popperiana*, mesmo que não sirva para nada "prático", à tecnologia basta funcionar, mesmo que se desconheçam as razões pelas quais funciona. De certo modo, enquadra- se neste caso todo o conhecimento denominado como "homeopatia", de que rigorosamente se desconhece o princípio, sem que isto no entanto comprometa sua aplicação muitas vezes com sucesso.

Vale portanto dizer que não obstante a crescente aplicação tecnológica de descobertas científicas, pode-se imaginar inúmeras fórmulas nacionais igualmente bem-sucedidas com teores diferentes de ciência e tecnologia. Há países, como os Estados Unidos e a Alemanha, que têm grande dimensão científica e tecnológica simultaneamente; há países como a Índia, com grande expressão científica mas modesta dimensão tecnológica e países como o Japão, com grande expressão tecnológica, mas menor expressão científica.

O Brasil parece relativamente inexpressivo em ambas as esferas, apesar de focos de competência científica e tecnológica espalhados pelo país, como no caso das tecnologias agrícolas. Se, no entanto, no campo de melhoramento vegetal o Brasil tem tecnologia classe mundial, o tamanho relativo da economia brasileira autoriza-nos a esperar mais. Sintomaticamente na globalização o Brasil se sobressai em *commodities*.

Esta comunicação discute as condições gerais do adensamento de tecnologia na economia brasileira e não se está tratando aqui diretamente de ciência. De modo geral, as palavras "ciência" e "tecnologia" andam de

mãos dadas na sigla C&T, mas no Brasil enfatiza se mais a tecnologia do que a ciência, mesmo porque as expressões "pesquisa" e "desenvolvimento" aplicam-se a ambas as esferas e esta mesma escolha foi feita para os fins deste relato. Por outro lado, o conceito de inovação aqui significa exploração de novas idéias obtidas por meio de incorporação de novas tecnologias. É preciso, no entanto, definir melhor de que incorporação tecnológica se está falando.

2. Vamos antes de mais nada delimitar dois modelos de incorporação tecnológica, utilizando como exemplo os esforços de modernização empreendidos pelo Brasil, aproximadamente na mesma época, para a implantação da indústria automobilística e para a implantação da indústria aeronáutica.

A indústria brasileira de automóveis foi implantada no governo Kubitchek (1956-1960). Inspirado pelo princípio *cepaliano* de substituição de importações, o governo criou em 1956 o Grupo Executivo da Indústria Automobilística (Geia), sob comando do Almirante Lúcio Meira (1907-1991), cujo objetivo era implantar aqui um parque de montadoras com alto grau de nacionalização. O Geia era continuação natural da Comissão de Desenvolvimento Industrial estabelecida por Getúlio Vargas (1883-1954), cuja subcomissão de "jipes, automóveis e tratores" havia sido dirigida pelo mesmo Lúcio Meira. Embora houvesse algum incentivo à associação das montadoras com brasileiros, o objetivo básico de JK era atrair firmas estrangeiras que produzissem seus veículos aqui. Comenta Roberto Campos (1917-2001) em depoimento concedido ao CPDoc da Fundação Getúlio Vargas:

"No tocante à indústria automobilística, Juscelino estabeleceu contatos, quando visitou Düsseldorf ainda como presidente eleito, com a DKW, uma empresa alemã de porte médio que se associou à Vemag. Ao passar pela França, ele ficou seduzido pelo avanço tecnológico da usina da Simca, e lançou um convite um pouco vago para que viessem ao Brasil. Esse convite foi tomado a sério pelos franceses que, em seguida, enviaram uma missão negociadora. Mas, na realidade, não queriam grande comprometimento de capital; queriam uma série de privilégios e vantagens, sobretudo o direito de importação de automóveis desmontados sem se submeter aos critérios de nacionalização então vigentes. O Geia impugnou o projeto da Simca porque se desviava do padrão adotado, que exigia um alto índice de nacionalização de peças..."

(...) "Havia (no Geia) muito idealismo, convicções muito firmes, de modo que essa irracionalidade tinha alguns traços redentores. Era realmente

a seriedade, um entusiasmo quase apostólico na implantação industrial. E havia uma coisa extremamente interessante: um grau elevado de moralidade administrativa. O poder discricionário do funcionalismo da época era muito grande, porque eles fixavam cotas cambiais. Isso envolvia grandes somas e grandes interesses, e ao longo de todo o período não houve acusações sérias de corrupção, havia um entusiasmo, Juscelino era um grande motivador. Se alguma coisa lhe pode creditar, é uma grande capacidade de mobilização, um idealismo industrializante, de dar um salto industrial, transformar o Brasil tecnologicamente".

O Geia, em cinco anos, entre 1951 e 1960, aprovou 202 projetos e registrou a instalação de 11 montadoras e de 821 fabricantes de autopeças no país. Passados mais de 50 anos, o Brasil tem de fato, em 2005, uma indústria automobilística digna de todo o respeito, verticalizada e exportadora. No entanto, apesar de algum desenvolvimento local, que foi o caso de alguns veículos Volkswagen, nossa indústria automobilística sempre produziu cópias de projetos engenheirados nas matrizes das firmas aqui instaladas, não se podendo de fato falar de uma tecnologia automotiva brasileira, em que pese o esforço do engenheiro João Augusto Conrado do Amaral Gurgel (1926).

Situação diferente é a da indústria aeronáutica brasileira, "clusterizada" em São José dos Campos (SP). Segundo relato de Ozires Silva (1930), na obra "A Decolagem de um Sonho", havia o desejo antigo, até mesmo por influência da obra de Santos Dumont (1873-1932), de transformar o Brasil em produtor de aviões. A iniciativa foi deflagrada pelo Brigadeiro Casemiro Montenegro (1905-2000) por ocasião da conferência, no Rio de Janeiro, em 26 de setembro de 1945 do Professor Richard H. Smith, chefe do Departamento de Aeronáutica do *MIT*. Nela, o Professor Smith declarou, entre outras coisas:

"Como nenhum país poderá possuir indústria e comércio equivalentes aos de outras mais adiantadas, enquanto for subordinado à engenharia e às outras profissões correlatas dessas nações, o Brasil só poderá tornar se independente das outras nações competidoras no comércio aéreo pela criação de escolas superiores nos campos da engenharia aeronáutica, aerologia, comércio aéreo e fabricação de aviões, e pela instalação, para essas especialidades, de laboratórios próprios de alto padrão científico.

A partir daí, sob a orientação dessas instituições, o Brasil deverá desenvolver e fabricar tipos de aviões genuinamente brasileiros, e organizar

linhas de navegação e aeroportos terminais brasileiros, perfeitamente aparelhados".

Com base no proposto por Smith, a estratégia de Montenegro para estabelecer aqui uma indústria aeronáutica foi radicalmente diferente da utilizada na indústria automobilística. Em primeiro lugar, foi criado o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) em 1950. O primeiro reitor foi o próprio Richard H. Smith. A idéia era gerar no Brasil competência de engenharia aeronáutica, usufruindo do melhor disponível no país que havia vencido a Segunda Guerra Mundial. De fato, a maioria dos primeiros professores do ITA eram americanos. Em 1951, foi convidado a iniciar as atividades do Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IPD) o construtor alemão de aviões Heinrich Focke (1890-1979) que, com 20 especialistas teutônicos, trabalharia com engenheiros brasileiros para produzir no Brasil uma aeronave avançada para a época, o Convertiplano Heliconair HC-1. Embora o projeto tenha sido interrompido em 1953, houve no interregno significativa formação de pessoal. Também em 1953 foi criado o Centro Técnico de Aeronáutica, hoje Centro Técnico Aeroespacial (CTA) que incorporaria o ITA e o IPD.

Ao longo deste trajeto, como subproduto da formação de engenheiros, foram nascendo na região de São José dos Campos pequenas firmas de construção aeronáutica, de produção de componentes e de manutenção de aeronaves, como a Aerotec, fundada em 1962 pelo engenheiro Carlos Gonçalves e que produziria o treinador T-23 (Uirapuru). Em 1965, na segunda gestão do Brigadeiro Casemiro Montenegro no CTA, foi finalmente amadurecido o plano de construção do avião de transporte brasileiro, o Bandeirante. O projetista aeronáutico francês Max Holste (1913-1998) assumiria a chefia da equipe de desenvolvimento da aeronave cujo sucesso geraria a Embraer em 1969, sob o comando de Ozires Silva, o membro mais destacado da equipe de Montenegro. A Embraer é presentemente a terceira ou quarta maior firma fabricante de aviões do mundo e monta aviões em outras partes do mundo, como na Irlanda, onde produz Tucanos para o governo britânico em associação com a *Shorts Brothers* e na China, onde produz jatos regionais em *joint venture* com o governo local.

Nos dois casos de sucesso, a indústria automobilística e a indústria aeronáutica, há dois modelos diferentes. No primeiro caso, graças à habilidosa formação de um parque nacional de autopeças, pudemos instalar no Brasil

fábricas cada vez mais modernas, nacionalizando os projetos e criando aqui uma base exportadora de carros modernos cada vez mais importante. A vantagem competitiva brasileira está na escala do mercado interno, que já permite volumes econômicos, somada às nossas circunstâncias positivas já descontadas dos empecilhos institucionais e infra-estruturais, o dito "custo Brasil".

No caso do avião, por outro lado, a comunidade de engenharia aeronáutica brasileira tornou-se capaz de produzir o próprio projeto, dominando a tecnologia de todas as etapas, sem no entanto verticalizar a produção por razões de economia de escala. O automóvel brasileiro é produzido integralmente aqui com tecnologia estrangeira, enquanto o avião brasileiro pode ser produzido em qualquer parte do mundo com tecnologia brasileira. No caso do avião, parecemos mais a Ford de Dearborn do que a Ford do Brasil.

A diferença de abordagem nestes dois casos partiu obviamente de uma escolha preliminar. Para produzir automóveis no Brasil não convocamos os Smiths, Fockes ou Holstes. Convocamos firmas internacionais que, em primeiro lugar, montaram aqui veículos desmontados (*CKD*) para, a partir da década de 60, instalar plantas utilizando componentes de fornecedores locais, brasileiros ou não e, a partir da abertura no governo Collor, de fornecedores internacionais, especialmente da região abrangida pelo Mercosul.

A fórmula da indústria automobilística brasileira, que podemos apelidar de fórmula "Geia", é um sucesso do ponto de vista de disponibilidade de carros modernos a preço competitivo, mas a fórmula aeronáutica brasileira nos habilita tomar decisões competitivas próprias, gerando internamente postos de trabalho de alta qualificação e remuneração. É justamente das condições gerais para que a fórmula "Embraer" possa se repetir que trata esta comunicação.

3. Para que se possa compreender a totalidade das condições necessárias à repetição da fórmula "Embraer" é preciso considerar condições estruturais e condições metodológicas.

Esquematicamente as condições estruturais estão sistematizadas no Modelo "K", que relaciona três variáveis horizontais com uma dimensão vertical. As variáveis horizontais representam os componentes estruturais

O Modelo "K" estabelece que a competitividade de qualquer firma depende simultaneamente de sua competência de gestão dos fatores críticos de sucesso, do ambiente econômico e institucional que a circunda e do estoque de qualificações humanas a que esta firma pode recorrer. A primeira condição depende exclusivamente da própria firma, a segunda do Estado *lato sensu* e a terceira da sociedade.

Dizer que uma firma depende exclusivamente de si própria no âmbito da gestão dos fatores críticos de sucesso equivale a dizer que ela precisa estar em nível comparável ao da concorrência no domínio dos principais processos que definem a competitividade da indústria na qual está inserida. Como estes processos, cada vez mais cambiantes por causa da globalização, variam de indústria para indústria, torna-se necessário aumentar a especialização. De fato, contemporaneamente as indústrias tendem mais à concentração do que à dispersão, ficando cada vez mais difícil a manutenção lucrativa de "conglomerados" ou "grupos" empresariais diversificados como era comum até a década de oitenta. Sob o ponto de vista estrito do impacto sobre a competição, a globalização expande a oferta reduzindo preços e margens médias na indústria, fenômeno descrito pelo Professor Yuichi Tsukamoto (1927) como deflação construtiva, principal vetor de minimização das pressões inflacionárias no mundo inteiro. Sob estas condições, o esforço empresarial para recuperação de margens é obtido principalmente pela modernização tecnológica e pela otimização econômica do negócio via fusões e aquisições.

A segunda condição está ligada ao Estado que fornece o ambiente infra-estrutural e institucional dentro do qual a empresa opera. Às imperfeições deste ambiente se têm dado nos últimos anos o nome "custo Brasil". De fato, no âmbito regulatório, fiscal e logístico as condições brasileiras são muito adversas, obrigando as firmas a produzirem compensações no âmbito das suas competências gerenciais, quando tais compensações são possíveis. Por este mecanismo de compensação, a persistente inflação brasileira gerou os melhores executivos gestores de caixa do mundo.

Por fim, a competitividade da firma depende fundamentalmente da competência humana disponível, dos três dedos de testa a que se refere François Perroux (1903-1987), fonte de toda a inovação ou de geração de pontos de inflexão positiva no ciclo de qualquer atividade, que se explicará melhor mais à frente.

Cada tipo de empreendimento necessita de doses diferentes destas três condições estruturais. Por exemplo, firmas ligadas à economia dos custos, caso das *commodities*, mais ao Sul do eixo vertical do Modelo "K", operam normalmente com margens baixas e dependem fundamentalmente de reduzir custos definidos pelo governo direta ou indiretamente, como energia elétrica, taxas portuárias, câmbio, etc. Por outro lado, firmas ligadas à economia do valor ou de assuntos ligados à inovação são mais sensíveis à disponibilidade de competências humanas. Na prática, numa mesma sociedade coexistem firmas de todos os tipos, o que significa que precisamos simultaneamente de firmas mais bem gerenciadas, governos mais competentes e maior densidade de competências humanas. O que definirá a personalidade econômica de uma determinada sociedade é a participação relativa entre as atividades geradoras de valor e as atividades associadas a produtos primários, que não são de modo nenhum mutuamente excludentes. Ressalta-se ainda que a escolha entre os dois padrões de incorporação tecnológica, a fórmula "Geia" e a fórmula "Embraer" está diretamente ligada à posição relativa da firma ao longo do eixo do valor. As firmas ligadas à economia de *commodities* tendem a importar tecnologias *turn key*; as firmas ligadas à economia do valor tendem a desenvolver a própria tecnologia pela interação com as fontes de conhecimento.

Conclui-se, portanto, que o modelo "Embraer" de incorporação de tecnologia depende, sob o ponto de vista estrutural, simultaneamente de:

- as firmas e as organizações serem capazes de incorporar gerencialmente as tecnologias e as transformarem em inovação (ambiente empresarial);

- as condições institucionais e econômicas *lato sensu* de acessibilidade a estas tecnologias estarem garantidas (ambiente econômico e institucional);

- de haver disponibilidade de competência humana para desenvolver, orientar e acompanhar o esforço de incorporação tecnológica, incluindo aí corpo científico, quando for o caso (ambiente social).

Especificamente sobre este último ponto, nota se que aí há um padrão. Na história econômica e social do Brasil sobejam exemplos de saltos qualitativos propiciados pela introdução vertical, de cima para baixo, de padrões mais altos que os disponíveis no momento. Poderíamos citar entre inúmeros exemplos a constituição da Universidade de São Paulo por professores franceses ligados à *Sorbonne*, da Fundação Getúlio Vargas por professores ligados à *Michigan State University*, das duas missões francesas, a

que seguiu, em 1816, a vinda de D. João ao Brasil e a que modernizou, em 1920, o Exército Brasileiro após o quase fiasco da Guerra do Paraguai. Na maioria das atividades econômicas em que o Brasil tem algum destaque encontram se facilmente linhas de aprendizado a partir de fontes externas que se manifestaram de diversas formas, tendo por traço comum exclusivamente a desproporção de saberes entre o mestre e o discípulo, por exemplo entre os professores e engenheiros aeronáuticos do *MIT* e os aprendizes de engenheiros aeronáuticos brasileiros sentados das cadeiras do ITA. Para tornar mais claro o que se entende por estas linhas de aprendizado, transcrevo as linhagens de melhoristas da soja brasileira, em que ficam nítidas estas relações de discipularidade:

Quadro 2. Linhas de formação de melhoristas de soja no Brasil

Geração Mater	**Leonard F. Williams**	**Edgar E. Hartwig (1913-1996)**	**Frederick Brieger* (1900-1984)**	**Kirk Athow** **Sylvio Starling Brandão* (1913-1977)**	**Kuell Hinson**
1ª Geração Brasileira	**Shiro Myiasaka (1924)**		**Francisco de Jesus Vernetti (1925)**		
2ª Geração Brasileira	**Romeu Kiihl (1942)** **Manoel Miranda (1944)**	**Romeu Kiihl (1942)** **Irineu Alcides Bays (1938-1984)** **Otávio Tisseli Filho (1948-1998)**	**Francisco Terasawa (1939)** **Emídio Bonato (1940)** **Irineu Alcides Bays (1938-1984)** **Milton Kaster(1942)** **Eliane Augustin (1944)** **Mário Franklin Gastal (1945)** **Antônio André Raupp (1948)**	**Tuneo Sedyiama (1943)** **Alberto Vasconcelos Costa (1945)**	**Amélio Dall'Aqnol (1943)** **Leones Alves de Almeida (1947)**
3ª Geração Brasileira				**Ivo Carraro (1954)**	**Mercedes Concórdia Panizzi (1953)**

* Frederick Brieger é alemão e Sylvio Starling Brandão, brasileiro.
(Adaptado da obra "O Brasil que Deu Certo – A Saga da Soja Brasileira" de José Monir Nasser e Gilberto J. Zancopé, Tríade Editora, no prelo).

Uma listagem como essa poderia ser feita para quase toda a atividade agrícola moderna no Brasil. Por ela demonstra se claramente que o modelo "Embraer" depende da ação de dinastias cujas gerações-mães estão sempre num patamar muito mais elevado e de modo geral em sociedades mais desenvolvidas que a nossa. Como de modo geral não se começa nada do nada, este patamar mais elevado é introduzido pelo contato de uma determinada comunidade científica ou tecnológica local com as comunidades mais avançadas no mundo. Pesquisa-se a história dos feitos tecnológicos brasileiros e encontra-se sempre no início um estrangeiro emigrado ou algum mestre externo dos nossos mestres que iniciou a dinastia. A pesquisa de fontes apenas confirma o pressuposto estrutural da existência e acessibilidade de saberes mais avançados como condição para a incorporação de tecnologias na nossa economia.

Tendo compreendido as condições estruturais à incorporação tecnológica, vamos às condições metodológicas. O método de incorporação de tecnologia à economia do modelo "Embraer" pode ser descrito processualmente pela seguinte equação, que se explicará em seguida.

Quadro 3. Método de incorporação tecnológica

Inovação
depende de
Incorporações Tecnológicas
que dependem de
Ambiente Favorável à Incorporação Tecnológica
que depende de
Interatividade
que depende de
Confiança
que depende de
Identidade
que depende de
Âmbito

Se a inovação depende fundamentalmente da incorporação ao trabalho de mais tecnologia, fato que estamos aceitando como axiomático, a incorporação tecnológica, por sua vez, será realizada com mais eficácia segundo a favorabilidade do ambiente no entorno. Quanto mais o ambiente for favorável à tecnologia, maior será a taxa de incorporação bem-sucedida e menor o custo relativo da implantação. Este é o *rationale* que justifica os *clusters*. Podendo compartilhar o esforço de mudança de patamar tecnológico, os indivíduos de determinado *cluster* aumentam sua competitividade *vis-à-vis* um outro *cluster*. Trazendo para o rés do chão, uma sociedade *technology friendly* produz um ambiente melhor para incorporação do que uma sociedade indiferente. A "hospitalidade" social à tecnologia manifesta-se primeiramente na importância relativa do avanço tecnológico no sistema de valores sociais compartilhados e, secundariamente, em todo o tipo de apoio prático e concreto, seja pela ênfase na escolarização com base tecnológica, seja na existência de incentivos fiscais voltados para tecnologia, seja na prioridade orçamentária pública etc. O espírito precede a prática. Curiosamente, ao examinar as razões de sucesso variável dos parques tecnológicos americanos e canadenses, o pesquisador Albert N. Link na obra *"Generosity of Spirit: The Early History of Research Park Triangle"* explica o sucesso relativo do *Research Park Triangle* pelo fato de a comunidade de Carolina do Norte ter "abraçado" o seu parque de pesquisas.

Os mecanismos capazes de produzir ambientes favoráveis à tecnologia são sempre de natureza interativa, isto é fertilizam o potencial das condições estruturais. A intensidade desta interação entre firma, economia e saberes é tão mais importante quanto maior é o nível relativo de geração de valor da firma em questão. Visto assim, uma firma produtora de *commodities*, uma fábrica de celulose, por exemplo, cuja tecnologia *turn key* compra-se de um fornecedor sueco ou canadense, opera com menor necessidade de interação com o universo acadêmico do que uma firma como a Embraer cujo desempenho depende diretamente da competência média do engenheiro formado no ITA. Esta disparidade de valorização do "capital" humano, por assim dizer, explica a solidão geográfica que muitas vezes acompanha as plantas de processo, como papel, celulose, química, metais. Suas margens baixas, sua autonomia industrial definida por tecnologias "enlatadas", as obriga a instalação perto das matérias-primas ou das conveniências logísticas. Por outro lado, o fenômeno dos *clusters,* que constroem cooperativamente tecnologias comuns, ocorre mais facilmente em assuntos econômicos ligados

à inovação. Nos *clusters* a interatividade entre a firma, a economia em torno e os saberes é imprescindível. Na produção de *commodities* é circunstancial.

Tão importante quanto a existência das três dimensões estruturais necessárias para compor o conjunto competitivo, está a interação entre elas, cuja intensidade depende, por sua vez, do grau de geração de valor pretendido pelos envolvidos.

A criação de ambientes favoráveis a partir de interatividade pode ser explicada analogicamente como a criação de campos magnéticos a partir do fluxo de elétrons da corrente. Campos magnéticos são reais, podem ser medidos, produzem trabalho, mas são invisíveis aos olhos. Ambientes favoráveis à tecnologia também são reais e atuantes, mas não são perceptíveis pelos sentidos, no entanto, a prática da incorporação tecnológica os comprova. Quanto maior a interatividade, mais favorável será o ambiente que induzirá a incorporação tecnológica. Esta é a vantagem competitiva de se instalar uma operação *high-tech* em Boston, em Massachussets, e não em Boulder, no Colorado, por exemplo. Em assuntos intensivos de tecnologia, não há guerra fiscal e a tradição de produção científica e tecnológica sempre fala mais alto. O processo de criação de ambientes favoráveis à tecnologia é permanente. Do mesmo modo como se extingue o campo magnético quando a corrente elétrica é interrompida, o ambiente regride quando as interações páram.

Interatividade significa etimologicamente relacionamento bidirecional. O efeito cruzado das interações produz modificações no emissor e no receptor. Há, na história humana, inúmeros exemplos de façanhas tecnológicas que só puderam ser realizados por grupos interativos, como a Escola de Sagres, o Projeto Manhattan e a fundação do Instituto Pasteur. Emblemática também é a Sociedade Lunar, que funcionou em Birmingham no século XVIII e permitiu contatos fertilizantes entre os autores das tecnologias da Revolução Industrial. A interatividade aumenta à velocidade do desenvolvimento científico e tecnológico porque retro alimenta, por assim dizer, os esforços individuais, potencializando seu alcance, como um catalisador acelera uma reação química.

A quantidade potencial de interatividade de que é capaz uma determinada comunidade científica ou tecnológica, por sua vez depende do grau de confiança entre os seus membros. Relações sociais baseadas em desconfiança não produzem desenvolvimento, porque impedem a fertilização

cruzada dos talentos e competências disponíveis desperdiçando o potencial dos envolvidos. As ligações entre confiança e prosperidade já foram mais que estabelecidas pelas obras de Max Weber (1864-1920), Bertrand de Jouvenel (1903-1987) e Alain Peyrefitte (1925-1999) e só parecerão estranhas em um país como o Brasil, onde as relações sociais são normalmente construídas a partir de relações de desconfiança, donde se entende porque o Brasil é um "país de bacharéis" e não um "país de engenheiros".

Confiança, por sua vez, se constrói com identidade e talvez resida na falta de identidade a maior de todas as dificuldades brasileiras para operar sistemas baseados na confiança. Na medida em que não conhecemos muito o papel da sociedade brasileira no conjunto dos países, tornamo-nos pouco identificados uns com os outros, diminuindo a taxa de confiança que somos mutuamente capazes de praticar. No entanto, encontra-se maior probabilidade de confiança nos âmbitos pequenos, onde a ausência de anonimato facilitará a descoberta de alguma identidade.

1. A questão do âmbito nos remete finalmente para a compreensão dos veículos ideais para o desenvolvimento tecnológico que são as comunidades de desenvolvimento. Comunidades de desenvolvimento são agrupamentos no pequeno âmbito de indivíduos confiantes uns nos outros, logo dispostos a trocar experiências e informações, cujo resultado é a elevação de patamar de todos gerando colateralmente um ambiente favorável à incorporação tecnológica. Há vários tipos de comunidades de desenvolvimento, podendo se indicar quatro tipos básicos, de que seguem exemplos:

- de talentos: Biblioteca de Alexandria, Escola de Sagres, Sociedade Lunar.
- de competição: *clusters* em geral.
- de aprendizado: células de produção nas fábricas.
- locais: Sistema de Cooperativas de Mondragón.

Embora as implicações completas desta divisão esteja além dos objetivos desta comunicação, pode-se adiantar que na maioria dos casos estas comunidades são internacionalistas, têm baixa hierarquia, são freqüentemente abertas e informais. Essencialmente têm arquitetura horizontal. Reúnem livremente indivíduos, pessoas físicas, firmas ou

organizações focadas na causa comum do avanço qualitativo, da melhoria do patamar tecnológico ou científico. Estas pessoas estão tomadas de um certo espírito cívico, que apenas reflete a percepção de uma identidade, que é o reconhecimento de alguma coisa que as distingue em relação aos outras.

Confia-se em quem se reconhece como pertencente ao mesmo grupo, à mesma comunidade, em quem compartilha o mesmo destino. Isto significa que, às vezes, paradoxalmente, é preciso haver algum preconceito para viabilizar uma determinada comunidade. Por outro lado, sendo este preconceito excessivamente rígido a ponto de se perder a diversidade, pagar-se-á o preço da excessiva discriminação com a redução da qualidade do resultado. É mais fácil construir uma comunidade de físicos quânticos, de astrólogos, de associados à Cruz Vermelha do que uma comunidade genérica de seres humanos, porque neste último caso o excesso de semelhanças, por assim dizer, nos indiferenciariam no lugar de nos aproximar. Uma comunidade é sempre uma associação de desiguais que se encontram associados por algum traço comum dentro da desigualdade.

Comunidades de desenvolvimento são o veículo por excelência de competição no mundo globalizado. São pequenas "coagulações" de potências no sentido aristotélico da palavra. São uma espécie de casamento da inteligência, do poder e do dinheiro no pequeno âmbito onde pode existir alguma confiança.

A incorporação de mais tecnologia à economia brasileira e seus níveis de inovação dependem, portanto, de um estoque de condições estruturais, devidamente orquestradas por metodologias interativas, com tempero da confiança. Trata-se, portanto, antes de mais nada, de uma cultura, de um modo de fazer, de uma postura perante o mundo.

Nada mais urgente, portanto, que a disseminação de experiências interativas nos diversos campos onde temos potencial ou interesse tecnológico. Nada mais incerto, por outro lado, que a capacidade de o Brasil realizar este salto cultural.

Uma análise qualitativa de alguns fatores críticos na dinâmica de uma cadeia de conhecimento

Luiz Bevilacqua[*]
Augusto César N. R. Galeão[**]
Elizabeth Bulnes[***]

Introdução

O processo de transferência de conhecimento tem atraído a atenção de vários pesquisadores desde o início do século passado. Embora ainda não exista uma explicação completa do processo de geração, transmissão e absorção do conhecimento, contribuições importantes têm sido feitas abordando diversos aspectos deste processo. Essas contribuições varrem um amplo espectro que vai desde considerações psico-cognitivas até a quantificação socioeconômica dos produtos do conhecimento.

Talvez o primeiro tratamento consistente do ponto de vista quantitativo deste problema remonta ao fim do século XIX com Galton [1] e princípios do século XX com Fisher [2], dois dos principais pioneiros na quantificação de fenômenos sociais. Este trabalho, aparentemente, ficou esquecido por décadas, sendo o tema abordado nas décadas seguintes de uma maneira mais descritiva e do ponto de vista dos processos de cognição e mais recentemente sob o enfoque socioeconômico.

A partir da década de 70 o problema volta ser tratado com o enfoque de sistemas dinâmicos [3,4] focalizando a difusão de inovação e mais recentemente modelado com as equações de difusão – reação incluindo aspectos psicossociais e culturais [4,5,6,7,8,11]. Numa obra notável [9,10] Cavalli-Sforza propõe duas vertentes para o problema: uma vertical que

[*] Luiz Bevilacqua é pesquisador titular do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).
[**] Augusto César N. R. Galeão é pesquisador titular do LNCC/MCT.
[***] Elizabeth Bulnes é aluna de pós-graduação do LNCC/MCT.

considera os fatores genéticos e portanto hereditários na transmissão cultural incluindo possíveis mutações no processo evolutivo de geração para geração (extensivas pesquisas têm sido feitas com animais), e outra horizontal que considera a transmissão entre membros de uma mesma geração sem laços geneticamente transmissíveis.

Mais recentemente, na assim chamada "sociedade do conhecimento", os processos cognitivos e o funcionamento das cadeias de conhecimentos como fator crítico na inovação tecnológica começaram a chamar a atenção de diversos pesquisadores com diferentes formações profissionais. Um ramo importante, mas que não será tratado nesse trabalho, focaliza os processo cognitivos com ação humana e como modelo para projetar máquinas – robôs "inteligentes". Outro ramo se interessa mais pelos aspectos dos impactos econômicos e mercadológicos da formação das cadeias de conhecimento. Este aspecto é de certa forma o grande motivador deste trabalho, não pelos aspectos quantitativos, mas pela identificação de fatores chaves que controlam a evolução de uma cadeia de conhecimento. Acreditamos que a análise desenvolvida, a seguir, pode dar subsídios muito concretos para política de desenvolvimento tecnológico e industrial.

Neste trabalho focalizaremos apenas o aspecto horizontal no processo de transmissão, segundo a classificação de Cavalli-Sforza, o que implica num intervalo de tempo suficientemente curto para que fatores genéticos sejam de menor importância. O avanço sobre os modelos correntes está na análise da transmissão do conhecimento que se difunde numa cadeia de indivíduos ativos na produção de conhecimento e não simplesmente passivos ou absorvedores e transmissores de conhecimento.

Reconhecemos que o problema é extremamente complexo. Nesta fase, o que se pode pretender é essencialmente a determinação do tipo de equilíbrio da produção de conhecimento ou da evolução da inovação dentro de um grupo social em função de parâmetros críticos (por exemplo: criatividade – **C0** – que é a fonte de geração de conhecimento, transmissão de conhecimento – **K** – que determina como o conhecimento flui ao longo da cadeia, taxa de estímulo – **a** – que representa de certa forma o investimento para a produção e a impedância cognitiva – **Cp** – que representa a velocidade de aprendizado) que regulam o processo e das condições atuais que descrevem o grau de evolução da sociedade que compõe a cadeia.

Este trabalho acrescenta um novo parâmetro quando comparado com os demais enfoques, qual seja a determinação do processo de transmissão com geração simultânea de conhecimento. Aplica-se, portanto, à investigação do comportamento de uma cadeia produtiva que começa com a produção de ciência, passando pela transferência ao setor de projetos, ao setor de industrialização e utilização pelos usuários. O modelo pode ser aplicado para um processo de produção global ou focalizado em um determinado produto que teve origem numa descoberta científica bem distinta e chegou até ao aproveitamento pela sociedade. Fica ressalvado o fato de que neste estágio os resultados são qualitativos e necessitam de prosseguir no sentido de desenvolver indicadores socioeconômicos para introduzir o componente quantitativo. Todo problema de modelagem de processos sociais é intrinsecamente interdisciplinar, o que representa uma dificuldade a mais na investigação pela pouca experiência hoje existente neste tipo de trabalho em grupo com pessoas com formações profissionais diversas.

FORMULAÇAO SIMPLIFICADA DO MODELO

Como já foi mencionado, o tratamento de problemas que envolvem o componente social-humano com ferramentas matemáticas ou computacionais é sempre uma tarefa que exige convergência multidisciplinar. A formulação de um modelo matemático tem quase sempre a intenção de fazer previsões, isto é, como uma determinada variável se comporta quando se varia o tempo e o espaço em que está imersa.

Mas, enquanto que na previsão das condições meteorológicas, para citar uma referência sobejamente conhecida de todos nós, que variam de dia para dia (tempo) e de região para região (espaço), as pessoas envolvidas têm formações profissionais muito próximas e a comunicação científica é fácil, quando se formulam modelos socioeconômicos a comunicação entre os participantes é difícil em virtude da diversidade de formação.

Também numa exposição em que a ferramenta fundamental é um modelo ou simulador matemático-computacional, defrontamo-nos com o mesmo dilema. Ou omite-se a formulação do modelo indo diretamente para os resultados com a perda de conceitos essências subjacentes aos resultados, ou perde-se um tempo muito grande em explicar as bases matemáticas do modelo, que em geral permanece obscura para uma audiência leiga no assunto

com o prejuízo de se tratar superficialmente dos resultados e conclusões. Uma solução de compromisso é apresentar o essencial na formulação do modelo de modo que todos possam entender suas características fundamentais e assim entender com mais precisão as vantagens e desvantagens – reduções e simplificações – do modelo na sua formulação completa. Optando por esse caminho considere inicialmente um conjunto de células justapostas formando uma fila horizontal.

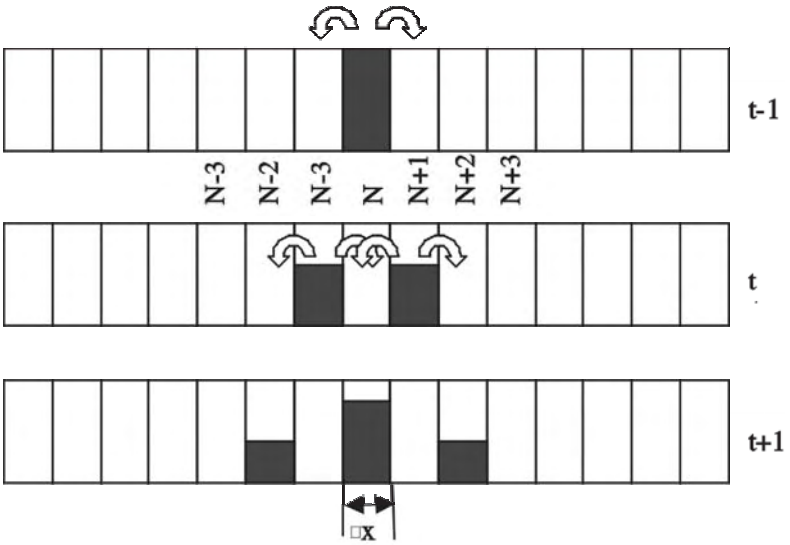


Figura 1. Redistribuiçao progressiva de uma populaçao p entre células adjacentes

Suponha que inicialmente numa célula N, num determinado tempo t-1, esteja depositado um conjunto p, que pode representar população, concentração de uma substância num solvente, quantidade de calor, conhecimento e coisas semelhantes com exceção de moeda (dinheiro). As outras célulaas estão vazias. Deste modo cria-se uma diferença de potencial ou um gradiente entre a célula N e as células N-1 e N+1 adjacentes. Em virtude desse gradiente o conjunto em N flui para essa duas células. Vamos admitir para simplificar que o conjunto divide-se em duas parte iguais, migrando 50% para cada lado. Assim, no instante seguinte t, teremos 0.5 p na célula N-1 e também 0.5 p na célula N+1. O processo repete-se sucessivamente a partir do gradiente criado entre células adjacentes, sendo a migração sempre da célula que tem mais para a que tem menos (porisso que esse modelo não se aplica para moeda, neste caso o fluxo é invertido do

menos para o mais, o processo é contra-gradiente). Esse processo de redistribuição é muito simples e pode e permite escrever sem muita dificuldade as seguintes equações que colocam em símbolos aquilo que foi descrito com palavras.

$$p_N^{t\ 1} \quad 0.5p_{N\ 1}^{t} \quad 0.5p_{N\ 1}^{t}$$
$$p_{N\ 1}^{t} \quad 0.5p_{N\ 2}^{t\ 1} \quad 0.5p_N^{t\ 1}$$
$$p_{N\ 1}^{t} \quad 0.5p_N^{t\ 1} \quad p_{N\ 2}^{t\ 1}$$

Substituindo os valores destas duas últimas equações na primeira obtém-se:

$$p_N^{t+1} = 0.25\left(p_{N+2}^{t-1} + 2p_N^{t-1} + p_{N+2}^{t-1}\right)$$

Por outro lado no tempo t, usando sempre a mesma hipótese de redistribuição, o conjunto ocupando a célula N é:

$$p_N^{t} = 0.5p_{N-1}^{t-1} + 0.5p_{N+1}^{t-1}$$

Fazendo a diferença entre essas duas expressões, obtém-se a variação de ocupação da célula N entre os tempo t+1 e t em função da ocupação das células adjacentes no tempo t-1:

$$p_N^{t+1} - p_N^{t} = 0.25\left(p_{N+2}^{t-1} - 2p_{N+1}^{t-1} + p_N^{t-1} + p_N^{t-1} - 2p_{N-1}^{t-1} + p_{N-2}^{t-1}\right)$$

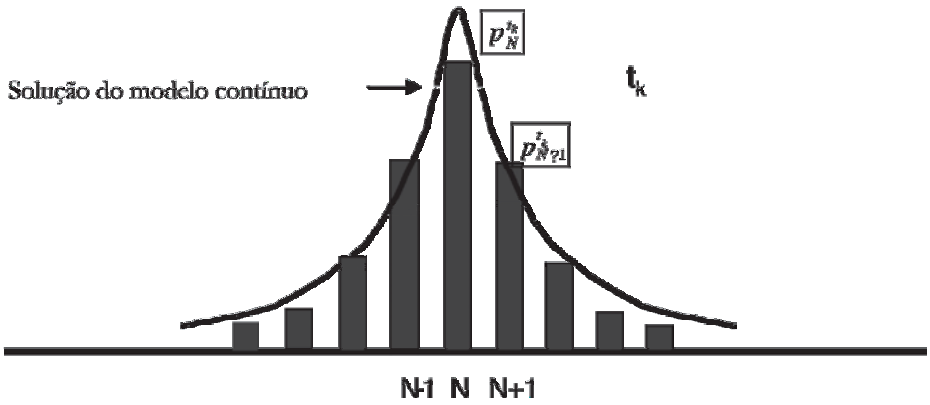


Figura 2. Distribuição da ocupação das células depois de decorrido um determinado tempo t_k

A figura 2 mostra a distribuição da ocupação das células depois de um determinado tempo tk. A solução que se obtém com as equações acima é a representação discreta do modelo. A curva que envolve as colunas representa a solução contínua, que pode ser obtida das equações anteriores como veremos a seguir.

O modelo contínuo obtém-se pela passagem ao limite da última equação acima. Suponha que as células tornem-se muito pequenas e que a diferença de ocupação seja testada em intervalos de tempo também muito pequenos. Isto é(t)-(t-1)=|t e |x sejam muito pequenos. Neste caso, a equação só terá sentido se tomarmos o limite:

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\left(p_N^{t+1} - p_N^{t}\right)}{\Delta t} = \lim_{\Delta x \to 0, \Delta t \to 0} \frac{(\Delta x)^2}{4\Delta t} \left(\frac{\left(p_{N+2}^{t-1} - 2p_{N+1}^{t-1} + p_N^{t-1}\right)}{(\Delta x)^2} + \frac{\left(p_N^{t-1} - 2p_{N-1}^{t-1} + p_{N-2}^{t-1}\right)}{(\Delta x)^2} \right)$$

As quantidades entre parêntesis no termo à direita da equação acima são o que se chama diferencial de segunda ordem, o primeiro em torno da célula N+1 e o segundo em torno da célula N-1:

$$\frac{\left(p_{N+2}^{t-1} - 2p_{N+1}^{t-1} + p_N^{t-1}\right)}{(\Delta x)^2} = \left(\Delta^2 p\right)_{N+1}^{t-1}$$

$$\frac{\left(p_N^{t-1} - 2p_{N-1}^{t-1} + p_{N-2}^{t-1}\right)}{(\Delta x)^2} = \left(\Delta^2 p\right)_{N-1}^{t-1}$$

Como o valor da diferencial na célula N pode ser considerado como o valor médio da das respectivas diferenciais em N-1 e N+1, Isto é:

$$\left(\Delta^2 p\right)_N^{t-1} = \frac{1}{2}\left(\left(\Delta^2 p\right)_{N-1}^{t-1} + \left(\Delta^2 p\right)_{N+1}^{t-1}\right)$$

O termo à direita é simplesmente a diferencial de primeira ordem com respeito ao tempo:

$$\frac{\left(p_N^{t+1} - p_N^{t}\right)}{\Delta t} = \frac{\Delta p_N^{t+1}}{\Delta t}$$

podemos finalmente escrever:

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta p_N^{t+1}}{\Delta t} = \lim_{\Delta x \to 0, \Delta t \to 0} \frac{(\Delta x)^2}{2\Delta t} \frac{\left(\Delta^2 p\right)_N^{t-1}}{(\Delta x)^2}$$

A passagem ao limite dessas quantidades conduz a uma equação diferencial definida num domínio contínuo. Com a notação clássica escreve-se:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = K \frac{\partial^2 p}{\partial^2 x} \quad \text{onde K= } (|x)^2 / (2|t)$$

Esta é a equação clássica de um processo difusivo que governa a evolução de vários fenômenos físicos, como a condução de calor numa barra metálica e fenômenos populacionais como a dinâmica da ocupação de território por certas espécies.

Quando K é constante a solução desta equação pode ser obtida analiticamente. A figura 2 mostra a forma da solução ao longo do eixo x em três tempos.

O modelo de geração e transmissão do conhecimento que adotaremos baseia-se fundamentalmente neste processo difusivo com o acréscimo de mais um termo que representa uma fonte que injeta continuamente novos elementos nas células. Então, no modelo discreto, além da redistribuição descrita acima, haverá ainda uma fonte externa que injeta sempre novos elementos em cada célula.

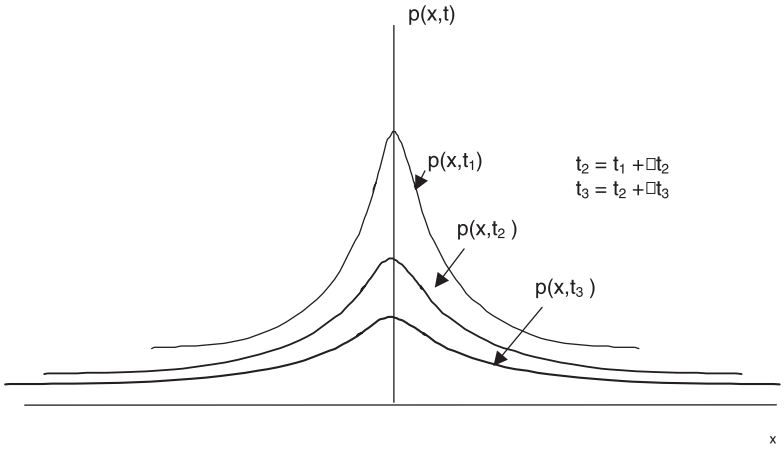


Figura 3. Solução da equação da difusão num meio infinito. t1<t2<t3

Quando não existem fontes ou sumidouros é fácil de entender que, num meio infinito a solução é evanescente, tende para zero. Isto é o conjunto inicial injetado numa célula N distribui-se continuamente pelas demais células e como não há realimentação esse conjunto vai se pulverizando e tende para zero. A figura 3 mostra esquematicamente a solução da equação da difusão.

Quando, porém existe injeção contínua de elementos do conjunto inicial o andamento é diferente. Também quando o meio não é infinito, uma barra limitada com dois extremos bem definidos, por exemplo, a solução vai depender das condições impostas nas duas extremidades da barra.

Um outro aspecto que convém comentar é a velocidade com que se processa a evolução da migração populacional. Isto é, quais os valores dos acréscimos de tempo Δt_i (i=2,3) indicados na figura 4. Essa velocidade de evolução aparece na equação da difusão no termo à esquerda, isto é, ($\Delta p/\Delta t$). A forma mais geral da equação da difusão na realidade escreve-se:

$$C_p \frac{\partial p}{\partial t} = K \frac{\partial^2 p}{\partial^2 x} \qquad (1)$$

Na equação (1) introduzimos um novo parâmetro Cp que controla a velocidade de migração da população, enquanto que K controla capacidade de migração ou o fluxo de migração.

Proposta de um modelo para uma cadeia de conhecimento

O modelo que propomos para a cadeia de conhecimento admite duas diferenças fundamentais comparado com o que foi descrito anteriormente. Além do fluxo intercélulas incluímos:

a) As células podem variar de tamanho admitindo assim uma maior ou menor quantidade de população.

b) existe uma alimentação externa, ou fonte de alimentação, que continuamente injeta nova população nas células.

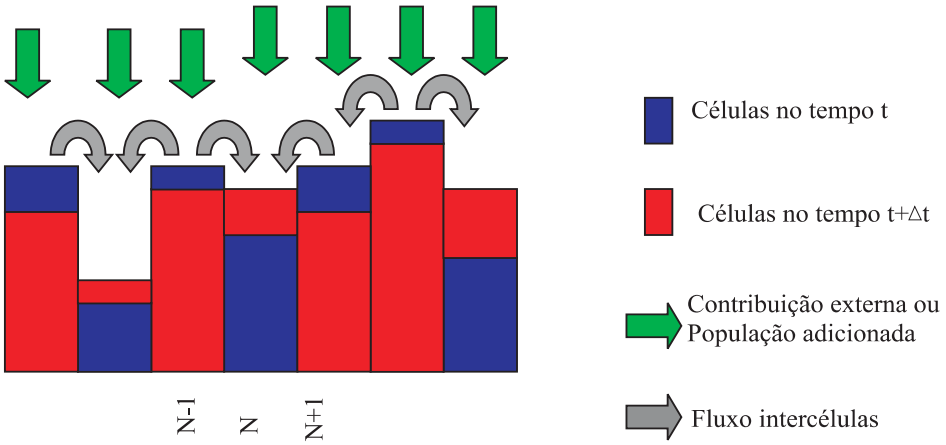


Figura 4. Modelo de evolução com variação de tamanho das células e alimentação externa

A figura 4 mostra esquematicamente essas duas hipóteses adicionais. Resta agora definir o comportamento dessas duas novas variáveis. A hipótese é otimista no modelo desenvolvido aqui, a saber:

a) A dimensão das células é proporcional ao volume da população, isto é, elas se acomodam à demanda, quanto maior a população maior o espaço e vice-versa.

b) A incorporação de novos elementos também é proporcional ao volume da população, isto é, o volume da população constitui-se como pólo atrator de novos indivíduos. Há uma retroalimentação positiva.

A conversão desse modelo numa formulação matemática embora não seja muito complexa, não será detalhado no corpo desse trabalho, o leitor interessado encontrará o desenvolvimento no apêndice, à parte. Passando agora para as variáveis que interessam no modelo convém reformular a linguagem:

População → conhecimento
Células → pessoas envolvidas no processo
Tamanho das células → número de pessoas envolvidas
População adicionada → geração de novos conhecimentos
Fluxo intercélulas → transmissão de conhecimento
Velocidade de migração → velocidade de aprendizado

Os seguintes símbolos estão associados às novas variáveis:
Conhecimento (variável dependente): T
Espaço onde se estende a cadeia de conhecimento (variável independente): x
Tempo de evolução do conhecimento na cadeia (variável independente): t

E os parâmetros que intervêm na solução são designados respectivamente por:

Número de pessoas envolvidas: A
Fonte de geração de novos conhecimentos: Q
Capacidade de transmissão do conhecimento: k
Velocidade de aprendizado: Cp

Com a hipótese otimista de que tanto a capacidade de gerar conhecimento como o número de pessoas envolvidas no processo são proporcionais ao próprio conhecimento atual, isto é, um processo de realimentação positiva, podemos escrever:

A(x, T) = A0(x) (1+| T)
Q(x, T) = C0(x) (1+| T)

Aqui introduzimos um novo parâmetro ± que rege a resposta da realimentação. Uma interpretação deste parâmetro pode ser o investimento em C&T.

A equação que rege a evolução do conhecimento acoplada com a variação desses parâmetros conforme descrito acima é:

$$\frac{1}{\theta}\frac{\partial}{\partial x}\left(k\theta\frac{\partial\theta}{\partial x}\right)+\alpha C_0\theta = C_p\frac{\partial\theta}{\partial t} \qquad (2)$$

onde a foi introduzida uma nova variável ¸ para facilitar os cálculos:

$$\theta = 1+\alpha T$$

que é uma forma reduzida para representar a produção de conhecimento. Significa que conhecido θ, fica conhecido T.

A equação (2) está definida ao longo de uma cadeia de conhecimento (figura 5) que reúne diversos segmentos desde o segmento de produção de conhecimento científico fundamental até o segmento de produção industrial se estivermos pensando em uma cadeia produtiva completa. Naturalmente podem ser definidas outra cadeias com menor extensão. Essa cadeia produtiva é limitada e tem comunicação externa nas suas duas extremidades. Essa é uma das restrições mais críticas desse modelo, uma vez que em geral todos os segmentos da cadeia têm comunicação externa numa sociedade livre. Embora essa dificuldade possa ser facilmente contornada o modelo atual admite essa restrição, isto é, apenas os extremos estão abertos à comunicação externa. O comprimento da cadeia é um valor de referência que foi tomado igual a unidade.

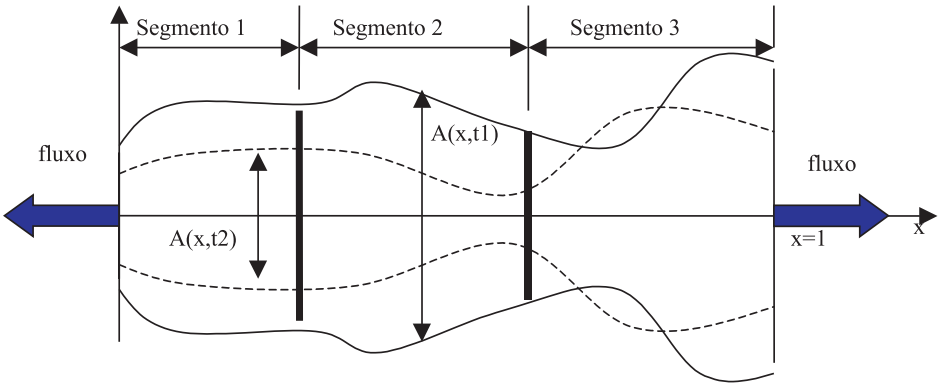


Figura 5. Cadeia de conhecimento com perfís em dois tempos distintos constituída por três segmentos

A interpretação mais detalhada dos parâmetros k, C_0 e C_p são dadas a seguir.

k: Condutividade cognitiva. Esse parâmetro mede a permeabilidade da cadeia a novos conhecimentos. Quanto maior o valor de k tanto mais fácil será o fluxo de conhecimento ao longo da cadeia.

C_o: Densidade inicial de produção de conhecimento ou distribuição inicial da criatividade ao longo da cadeia. A produção do conhecimento gerada ao longo do processo é proporcional a esse parâmetro.

C_p: A esse parâmetro daremos o nome de impedância cognitiva. É uma espécie de inércia à absorção de novos conhecimentos. Valor alto de Cp significa que a o aprendizado é lento e valor baixo significa alta capacidade de aprendizado.

O estudo do comportamento da solução da equação (2) pode ser encontrado em (citar) e um resumo está apresentado no apêndice A. É importante porém notar que a solução depende de dois condições essenciais. A primeira diz respeito à distribuição inicial do conhecimento na cadeia isto é para o tempo igual a zero e a segunda de que modo ocorrem as trocas de conhecimento com o exterior nas extremidades da cadeia. As condições na extremidade da cadeia são muito importantes e pertencem a três classes:

1. A produção de conhecimento é especificada na extremidade independentemente do fluxo, seja ele externo ou interno.

2. O fluxo é especificado na extremidade deixando-se livre a produção de conhecimento.

3. Estabelece-se uma relação entre fluxo e produção de conhecimento que é especificada na extremidade.

Finalmente cabe notar que os parâmetros k, C_0 e C_p podem variar tanto no tempo como ao longo da cadeia. No presente trabalho apresentaremos alguns exemplos onde esses parâmetros particularmente os dois primeiros variarem com x, isto é ao longo da cadeia.

Alguns exemplos e resultados

Nesta seção vamos apresentar algumas soluções da equação (2) analisando a dependência dessas soluções das condições de extremidade e do valor relativo dos parâmetros k, C_0 e C_p.

Considere em primeiro lugar o caso em que a produção de conhecimento é especificada nas duas extremidades. Isto significa que nessas extremidades a geração de conhecimento também permanece constante assim como o número de pessoas envolvidas no sistema. Suponha que inicialmente o perfil de produção tem a forma de um arco com o máximo no meio da cadeia. Isto significa que inicialmente os segmentos centrais são

maiores e mais produtivos, pois não são afetados diretamente por influências externas (Figura 6).

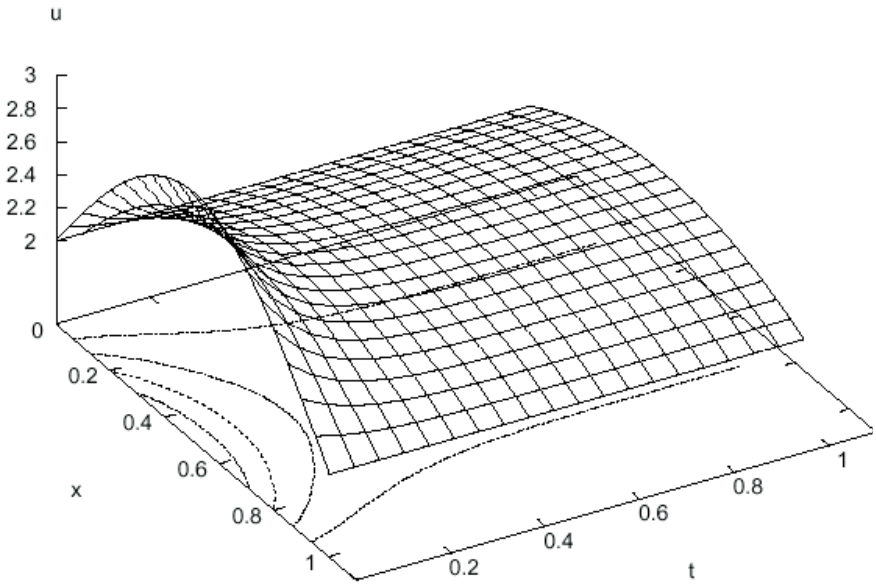


Figura 6. Evoluçao da produção de conhecimento com a produção constante nos extremos. B=1 e C=1 $B=2\alpha C_0/k$ e $C=C_p/k$. Produção máxima no meio da cadeia para t=0.

A solução para esse caso pode ser estável, isto é, permanece finita ao longo do tempo ou instável, ou seja, cresce além de qualquer limite quando o tempo tende para infinito. A estabilidade da solução depende da relação $B = \frac{2\alpha C_0}{k}$. Se B for menor que um valor crítico Bcrit então a solução é estável e na realidade tende para um limite finito quando t tende para infinito (Figuras 6, 7 e 8). Mas se B>Bcrit então a produção cresce além de qualquer limite.

Note que a produção de conhecimento decresce de um valor inicial, que atinge um índice de 3 no centro da cadeia para t=0, até um valor pouco superior a 2 quando o tempo tende para infinito. As formas das curvas de produção do conhecimento inicial e final são semelhantes.

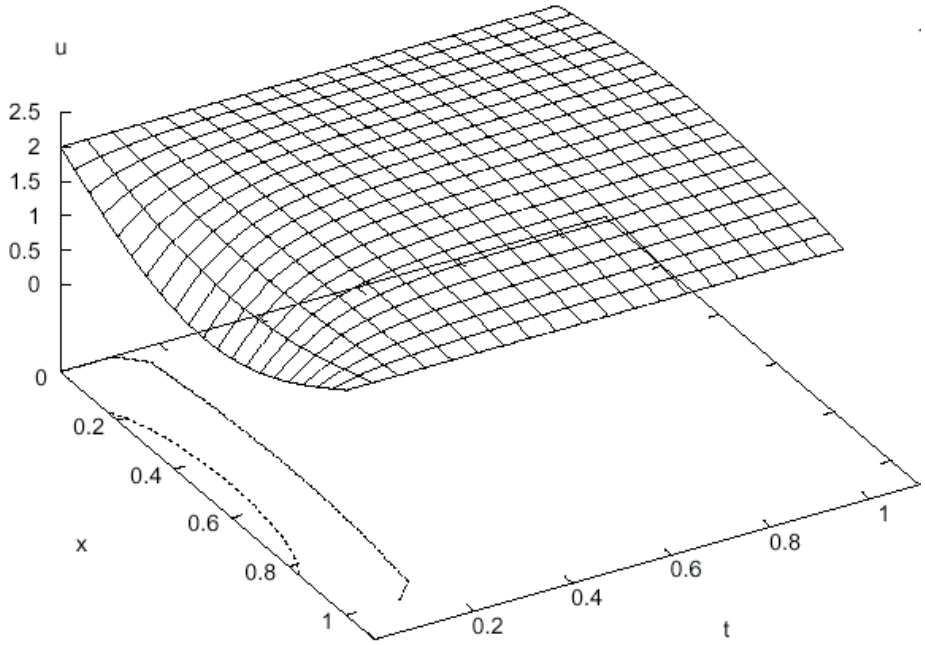


Figura 7. Evoluçao da produção de conhecimento com a produção constante nos extremos. B=1 e C=1 $B=2\alpha C_0/k$ e $C=C_p/k$. Produção máxima nas extremidades da cadeia.

A figura 7 mostra o caso em que a produtividade máxima encontra-se inicialmente nas extremidades da cadeia. Nesta hipótese a interação externa é favorável e inicialmente a maior densidade de pessoas evolvidas no processo ocorre próximo às extremidades. Também neste caso a solução tende para um valor limite quando o tempo tende para infinito. O índice igual a 1 no meio da cadeia tende para um valor próximo de 2 quando $t \rightarrow \infty$. O valor inicial da produção nas extremidades permanece constante para qualquer tempo.

Finalmente, para verificarmos a evolução da produção com o parâmetro B, a figura 8 mostra a solução com a mesma condição inicial da figura 7 mas com B=0.001. Claramente a evolução é semelhante ao caso anterior apenas com diferença de que o valor limite é alcançado num tempo maior, 0.8 contra 0.15 no caso em que B=1.

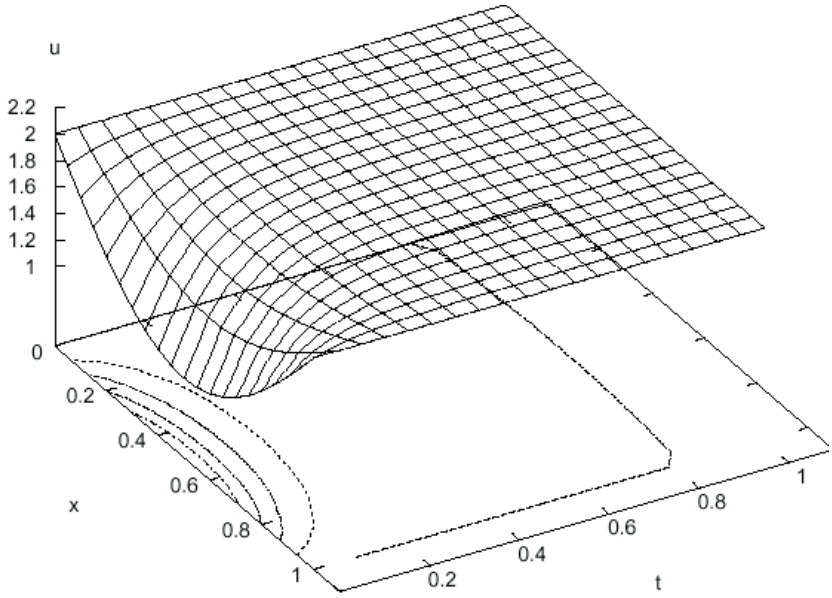


Figura 8. Evoluçao da produção de conhecimento com a produção constante nos extremos. B=0.001 e C=1 $B=2\alpha C_0/k$ e $C=C_p/k$. Produção máxima nas extremidades da cadeia.

Já estes resultados permitem chegar às seguintes conclusões:

1. O parâmetro que controla o tipo de evolução do conhecimento na cadeia – estável ou instável – é a relação B= $B=2\alpha C_0/k$ e não $C=C_p/k$.

2. Só haverá crescimento contínuo da produção de conhecimento se B for maior que um valor crítico B_{crit}.

3. Se B for menor que B_{crit} a solução sempre tenderá para um valor limitado controlado pela produção de conhecimento nas extremidades da cadeia, independentemente da curva de conhecimento inicial.

4. O parâmetro C controla apenas a velocidade com que se dá a produção de conhecimento.

Para visualizar a influência da C nos resultados foram feitos vários testes. A figura 9 apresenta um deles. A curva inicial, mais baixa, evolui para um valor limite conforme já comentado. Mas a cadeia com maior impedância cognitiva C=6, aprendizado lento, evolui mais lentamente que a cadeia com baixa impedância C=1, aprendizado rápido.

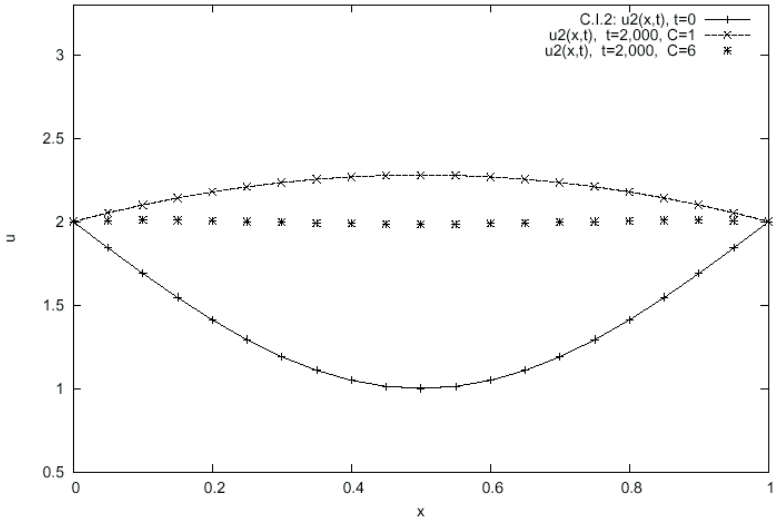


Figura 9. Influência do parâmetro C na evolução do conhecimento.

Embora sem índices quantitativos, as conclusões que se podem tirar dos resultados anteriores são muito interessantes e coincidem com observações globais tiradas da experiência concreta do desenvolvimento científico e tecnológico tanto no Brasil como no exterior. A saber:

1. Só se pode almejar uma forte tendência de crescimento para uma dada permeabilidade do processo de difusão se a criatividade for suficientemente alta. Isto significa que é inútil melhorar os meios de difusão do conhecimento sem estimular o crescimento da criatividade.
2. O tipo de evolução da produção do conhecimento, limitada ou ilimitada, é controlada pela relação entre criatividade e transmissão, além do investimento. A capacidade de aprender rápida ou lentamente só influencia a velocidade de crescimento. O progresso depende mais de pessoas criativas do que de pessoas brilhantes.
3. Ë inútil aumentar artificialmente a quantidade de pessoas envolvidas na cadeia num determinado momento se a criatividade permanecer baixa ($B<B_{crit}$.). Isto significa que de certa forma a transferência de tecnologia só funciona se as condições internas forem adequadas.
4. O investimento – parâmetro na expressão de B – em C&T contribui positivamente para o progresso da produção de conhecimento. Mesmo numa cadeia altamente criativa o baixo investimento conduz a evolução limitada.
5. Numa cadeia com baixa criatividade é preferível reduzir os meios de difusão do que aumentar. Só assim pode-se almejar crescimento contínuo. O modelo sugere que muito acesso ao conhecimento numa sociedade com baixa criatividade tende a travar ou limitar a produção de novas idéias.

Essas são as conclusões mais interessantes tiradas das soluções em que o valor da produção de conhecimento permanece especificado. Vejamos agora o que acontece quando temos o controle sobre o fluxo ou uma combinação fluxo-intensidade nas extremidades[4].

Consideremos inicialmente o caso em que não há fluxo nas extremidades, isto significa que a cadeia é fechada, sem comunicação externa. É o caso de uma sociedade fechada, semelhante ao comportamento dos EUA no fim de século XIX e início do século XX, pelo menos quanto ao desenvolvimento tecnológico. Um ensaio em que admite-se uma assimetria na cadeia do conhecimento, sendo um dos extremos inicialmente mais intensamente povoado e com uma maior produção de conhecimento do que o outro, conforme mostra a figura 10.

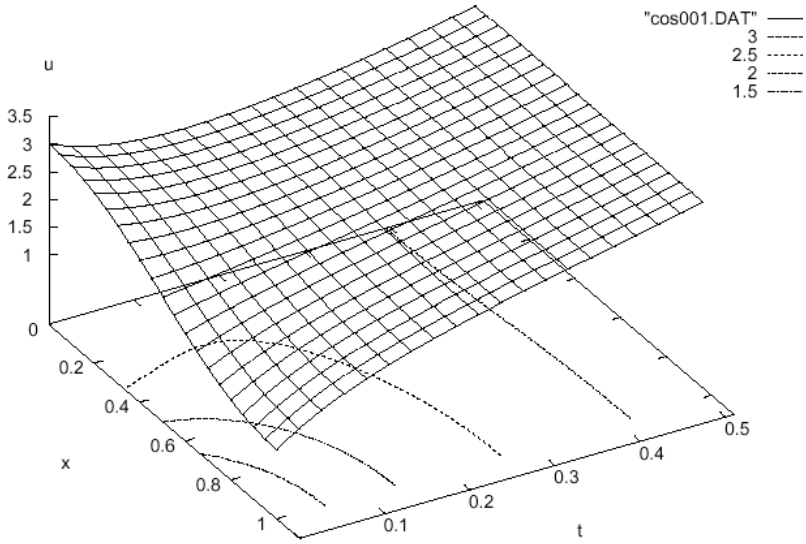


Figura 10. Evoluçao da produção de conhecimento no caso de isolamento nas extremidades. $B<B_{crit}$

Fica evidente da figura 10 que mesmo com valores de B menores que Bcrit a produção evolui com crescimento contínuo e tende a homogeneizar-se para valores de t suficientemente grandes. A produção é sempre crescente

[4] A condição de contorno é $\frac{1}{2\alpha\sqrt{u}}\frac{\partial u}{\partial x}\bigg|_{1\,x=0} = D_1$ em virtude de uma mudança de variáveis que foi introduzida para linearizar a equação diferencial.

desde que haja criatividade e que haja investimentos. Naturalmente a velocidade de crescimento depende da velocidade de aprendizado.

O outro caso interessante aparece quando se aumenta muito o fluxo de conhecimento para o exterior. A figura 11 mostra um desses casos em que o fluxo em ambas as extremidades é para o exterior e está acima de um valor crítico para um determinado valor de B que controla o perfil de produção de conhecimento na cadeia. Isto é, quando a criatividade e os processo de difusão do conhecimento não conseguem equilibrar a quantidade conhecimento que flui para o exterior a cadeia tende a se reduzir progressivamente e se extingue em longo prazo. Quando B é maior que B_{crit} este tipo de evolução aparentemente fica muito limitado na prática pois requer fluxo muito intenso para o exterior.

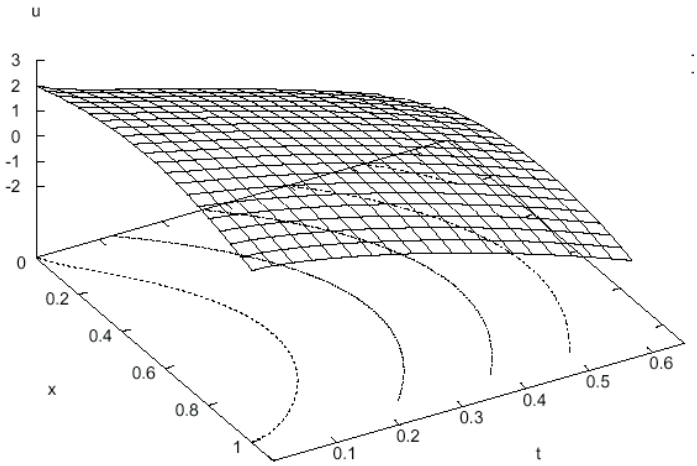


Figura 11. Evolução evanescente da curva de produção de conhecimento para $B<B_{crit}$ e um forte fluxo de conhecimento para o exterior

A observação desses resultados permite chegar às seguintes conclusões:

1) Uma cadeia de conhecimento fechada, sem comunicação com o exterior tem sempre uma realimentação positiva e cresce continuamente desde que haja criatividade e investimento.

2) Se o fluxo de conhecimento para o exterior superar a capacidade de produção de conhecimento no interior da cadeia, a cadeia tende a minguar, o número de pessoas envolvidas decresce e finalmente desaparece.

3) A migração de cientistas e engenheiros produtivos para outros países põe em risco toda a cadeia de conhecimento que pode ficar perigosamente reduzida.

Também neste caso como no anterior, a impedância cognitiva não interfere nas condições de estabilidade do sistema, mas apenas na velocidade com que ele evolui. Foram feitos outros testes fazendo variar a criatividade e permeabilidade à difusão ao longo da cadeia, e os resultados obtidos confirmam as hipóteses anteriores. Os leitores mais interessado encontrarão em [12] um exame pormenorizado do modelo.

OUTROS ENFOQUES

Outros enfoques têm sido adotados particularmente por autores da área econômica. Recentemente G. Peri [13] apresenta num exaustivo trabalho de coleta de dados resultados interessantes sobre o fluxo de conhecimento e o fluxo do chama de externalidades, onde faz um cruzamento entre registro de patentes e idéias inovadoras. O trabalho abrange 131 regiões, 50 nos EUA e Canadá e 81 em 17 países da Europa ocidental. Entre os resultados interessantes destacam-se:

1) A transferência de conhecimento entre regiões decai com a distância entre elas.

2) O aumento do número de patentes não é proporcional ao número de idéias novas. O que se observa é uma saturação do número de idéias novas quando o número de patentes cresce além de um certo limite.

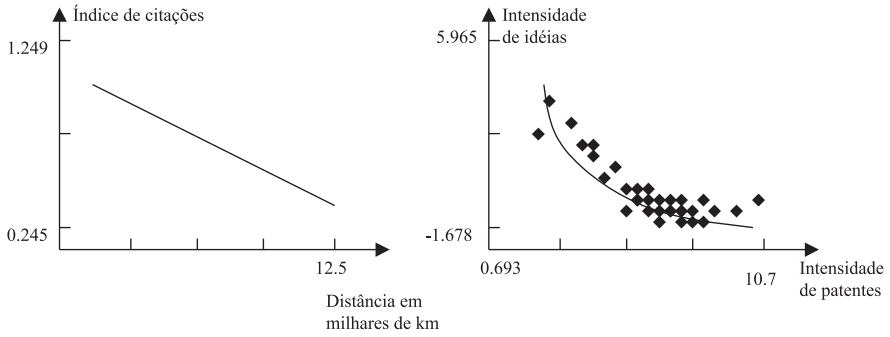


Figura 12. Esquema do decaimento de citações com a distância e correlação entre idéias novas e patentes. (escala logarítmica)

É curioso mas não muito surpreendente que o acúmulo de patentes não significa num crescente aumento de novas idéias. Isto apenas indica que a quantidade de idéias novas disponíveis são muito ricas e não totalmente

exploradas. Há muito mais quantidade de idéias em estoque do que a capacidade atual de convertê-las em bens. Esta abordagem da transferência de conhecimento analise a questão sob o ponto de vista quantitativo e tenta estabelecer correlações entre variáveis econômicas. O nosso enfoque procura, antes de tudo, estabelecer um modelo que responda satisfatoriamente ao processo de geração e transmissão do conhecimento. De fato, a questão relativa a geração do conhecimento fica considerada de forma indireta e pouco detectável nas abordagens com viés econômico.

Outros aspectos do problema associados aos processos cognitivos têm merecido crescente atenção de pesquisadores de todo o mundo. A sociedade do conhecimento têm também voltado a atenção para o interior das pessoas e não apenas para a capacidade que elas têm de produzir e inovar.

A EXPANSÃO DO MODELO

Certamente o modelo precisa ser aperfeiçoado a partir dos resultados obtidos e que são perfeitamente plausíveis. Não apenas do ponto de vista matemático-computacional mas também com a inclusão de parceiros da área de ciência da cognição para estudar a caracterização fenomenológica (psicopedagógica) do processo de geração e transmissão de conhecimento.

Os principais aspectos de aperfeiçoamento do modelo, a partir da experiência ganha anteriormente conforme exposta resumidamente neste trabalho são:

1) Aprofundar a análise da estabilidade das soluções o que determina se teremos uma sociedade em expansão, estacionária ou em extinção. A estabilidade da solução depende das condições de contorno cuja influência é crítica e como já foi observada.

2) Instituir um novo modelo – generalização do anterior – que leve em conta a não homogeneidade do meio em que se difunde o conhecimento e a não homogeneidade dos indivíduos, bem como a generalização da função de retroalimentação para a geração de conhecimento e agregação de indivíduos. Busca-se assim uma melhor representação da "realidade", considerando-se a difusão de conhecimento numa sociedade mais complexa na qual existam caminhos preferenciais de difusão e outras representações

de realimentação do processo de geração e agregação de indivíduos ativos, incluindo limites de saturação.

3) Investigar fenômenos locais, particularmente: o efeito da inclusão de pólos locais de conhecimento com alta densidade mas não geradores (transferência de tecnologia) e a propagação de descobertas locais na cadeia. Suspeita-se que estas singularidades relacionadas com descobertas que abrem novos horizontes deflagrem processos de estimulo à inovação. Do ponto de vista matemático é possível o aparecimento de sólitons, perturbações isoladas que percorrem o meio.

4) Estudar os fatores de dissipação ainda não considerados, mas que certamente existem e tendem a reduzir a capacidade criativa.

5) Incluir a interação entre sociedades produtivas não apenas nas extremidades mas ao longo de toda cadeia. Isto levará a formulação do problema em termos de equações de difusão-reação acopladas.

6) Estudar o equilíbrio e o comportamento da solução quando se introduzem inclusões com alta densidade de conhecimento mas sem capacidade de geração. Eventualmente, a solução tem um crescimento local limitado no tempo para depois regredir. Análise do possível efeito inibidor destas inclusões.

Finalmente, é necessário que se valide o modelo comparando-o com as situações reais. Para isso necessita-se da determinação de certos indicadores socioeconômicos que ainda necessitam de ser explorados. A continuidade dos trabalhos exige, portanto, a inclusão de pessoal das áreas de cognição e de economia pelo menos, formando uma equipe interdisciplinar.

CONCLUSÕES

A tentativa de modelar um fenômeno complexo como transmissão do conhecimento é um desafio que contém uma grande dose de risco, inclusive por estar na fronteira do conhecimento. O tema é necessariamente interdisciplinar, como vem acontecendo praticamente em todos os problemas na fronteira do conhecimento, hoje em dia o que representa uma dificuldade adicional. Se bem sucedido, como indicam os primeiros resultados, fornecerá aos tomadores de decisão uma ferramenta auxiliar importante para definir

medidas de estímulo à inovação. Poderá também fornecer subsídios para avaliar os impactos de importação de tecnologia e de descobertas científicas ou tecnológicas e comparar processos de transferência com restrições, semelhantes a um processo de percolação, com a difusão sem restrições. Acreditamos que este aspecto prático poderá trazer benefícios relevantes para os interessados em prospeção de P&D.

Uma crítica que é levantada com respeito aos resultados é que na sua maioria as conclusões coincidem com o que se extrai do senso comum. Acreditamos que esta observação é um argumento positivo para prosseguir no desenvolvimento do modelo, uma vez que apesar de ser simples representa bem o que se observa na sociedade. Portanto, se aperfeiçoado, poderá fornecer mais informações e mais precisas.

Reconhecemos que existe uma ponderável dificuldade no que concerne à validação do modelo, a qual requer comparações entre as previsões do modelo e o que é observado na prática. Entretanto, este tipo de modelo que envolve comportamento social pode eventualmente ser testado do ponto de vista macro, isto é, em confronto com as tendências gerais observadas sem descer a detalhes que dependem de condições locais.

Finalmente, queremos declarar que de acordo com nossa experiência, todo tipo de investigação interdisciplinar e que esteja fora do caudal principal que orienta o esforço de C&T tem uma enorme dificuldade em ter suas propostas aprovadas no sistema de apoio a C&T, principalmente no Brasil. Esta falta de apoio vem dificultando o desenvolvimento dessa investigação que eventualmente se extingue ironicamente confirmando a sua própria previsão teórica.

Quanto às principais previsões do modelo já foram comentadas anteriormente e parecem perfeitamente plausíveis e coincidentes com o senso comum.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido parcialmente graças ao suporte do CNPq e da Faperj com bolsas de produtividade e bolsa de estudos pós-graduado. Agradecemos também ao suporte que nos tem dado a secretaria da pós-graduação do LNCC.

REFERÊNCIAS

1. GALTON, F. *Natural inheritance*. London: Macmillan, 1889.

2. FISHER, R. A. *The genetical theory of natural selection*. 2nd ed. New York: Dover, 1930-1958.

3. HOFBAUER, J.; SIGMUND, K. *Evolucionary games and population dynamics*. [Cambridge]: Cambridge University Press, 1998.

4. MAHAJAN, V.; PETERSON, R. A. *Models for innovation difusion in series*: quantitative applications in social sciences. [S.l.]: Sage Publications, 1985.

5. BEVILACQUA, L. Transferência de tecnologia: meta ou mito. In: SIBRAT, 1980, Salvador, Bahia. **Anais…** Salvador: [s.n.], 1980. p. 619-626.

6. _____. Interdisciplinary studies in mechanics*:* a diffusion model for the knowledge transfer. In: COBEM 2001, Uberlândia. **Anais…** Uberlândia: [s.n.], 2001.

7. CAVALLI-SFORZA, L. L. et al. Theory and observation in cultural transmission. *Science*, Cambridge, UK, n. 218, p. 19-27, 1982.

8. FELDMAN, M. W.; ZHIVOTOVSKY, L. A. Gene-culture coevolution: toward a general theory of vertical transmission. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America - PNAS,* Washington: National Academy of Sciences, v. 89, p. 11935-11938, 1992.

9. FELDMAN, M. W.; CAVALLI-SFORZA, L.L.; ZHIVOTOVSKY, L. A. On the complexity of cultural transmission and evolution. In: COWAN, George A.; PINES, David; MELTZER, David (Ed.). *Complexity*: models, metaphors, and reality. Wokingham: Addison-Wesley Publishing Company, 1994. p. 47-64.

10. CAVALLI-SFORZA, L. L.; FELDMAN,M.W. *Cultural transmission and evolution*: a quantitative approach. Princenton: Princenton University Press, 1981.

11. CAVALLI-SFORZA, L. L., PIAZZA, A., MENOZZI, P. *History and geogrphy of human genes*. Princeton: Princenton University Press, 1996.

12. BULNES, E.*Transmissão do conhecimento como processo difusivo.* 2005. Rio de Janeiro: LNCC, 2005. Tese em fase de conclusão.

13. PERI, G. *Knowledge flows and knowledge externalities*. Munich: CESifo,2002. (CESifo Working Paper, 765).

Inovação como instrumento de geração de riqueza no Brasil: o exemplo dos institutos privados de inovação tecnológica

Marcel Bergerman[*]

1. Introdução

Nos últimos anos a sociedade brasileira passou a conviver com um termo elegante e promissor, tomado por muitos como o arauto de uma nova era de desenvolvimentos e prosperidade; oito tímidas letras amalgamadas em uma palavra poderosa, que vem definindo o sucesso e o fracasso de empresas e nações há mais de um século: Inovação.

Definida no dicionário Houaiss como "aquilo que é novo, coisa nova, novidade", na prática do mercado inovação é "a introdução no mercado de um novo produto ou processo, ou de uma versão melhorada de um produto ou processo existente". Em outras palavras, inovação é sinônimo de geração de riqueza para um país, sua sociedade e suas entidades privadas e públicas.

Convém ainda entender a importância da inovação como a atividade complementar à pesquisa no ciclo virtuoso do desenvolvimento cientifico, tecnológico, econômico e social, ilustrado esquematicamente na Figura 1. A atividade de pesquisa, seja ela pura ou aplicada, básica ou tecnológica, parte de recursos econômicos e sociais para gerar conhecimento e tecnologia; a atividade de inovação, por sua vez, parte destes para gerar mais riqueza econômica e social[1].

---

[*] Marcel Bergerman é gerente de inovação do Genius Instituto de Tecnologia

[1] Naturalmente, esta é uma representação simplificada das atividades de pesquisa e inovação, mas ela é substancialmente correta e suficiente para os propósitos das idéias e fatos aqui apresentados.

Figura 1. O ciclo virtuoso pesquisa-inovação (situação ideal).

Como todo novo termo no vocabulário nacional, inovação foi alvo de inúmeros estudos, dissertações, teses, livros e congêneres desde que aportou em terras brasileiras. Em linhas gerais, descobriu-se que as empresas aqui instaladas inovam bem menos do que deveriam, ao passo que a academia produz e publica pesquisa em quantidades vastamente superiores. Os números falam por si só: enquanto o Brasil é responsável por mais de 1,4% da produção científica mundial, responde por menos de 0,1% das patentes concedidas em mercados competitivos, como o americano[2]. Pode-se afirmar, então, que uma das causas do sub-desenvolvimento brasileiro é o desbalanço grave do ciclo pesquisa-inovação, ilustrado na Figura 2. Nela, vemos que nossa timidez em inovação não gera os recursos econômicos e sociais suficientes para alimentar o ciclo, tornando-o vicioso. A continuar dessa forma, até mesmo nossos excelentes resultados em pesquisa podem ser comprometidos no longo prazo.

Figura 2. O ciclo vicioso pesquisa-inovação (situação atual do Brasil).

[2] Vide, por exemplo, o artigo de Carlos H. B. Cruz, "A universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa", *Parcerias Estratégicas*, vol. 1, no. 8, pp. 5-30, maio de 2000, disponível em <http://www.ifi.unicamp.br/~brito>; e o artigo de Bergerman et al., "A inserção da Amazônia no mundo da inovação por meio da incubação tecnológica" na coletânea *O Futuro da Amazônia*, Alex Fiúza de Mello (organizador), Editora Universitária da UFPA, pp. 155-169, 2002.

Quem faz inovação no mundo? Para responder a essa pergunta basta indagar: quem oferece novos produtos ou processos ou versões melhoradas de produtos ou processos ao mercado e à sociedade? Várias instituições, mas majoritariamente o setor privado. Nos países desenvolvidos é o setor privado quem realiza a inovação – contratando milhares de cientistas e engenheiros, financiando seus próprios laboratórios corporativos de P&D (15.000 nos EUA, 5.000 na Coréia do Sul) e protegendo suas inovações por meio de registros de propriedade intelectual (patentes, registros de software, marcas, etc.)[3]. Interessante e importante é notar que a atividade de inovação nestes países deve-se em grande parte à maciça presença de doutores (e cientistas em geral) nas empresas, enquanto no Brasil a maioria destes profissionais atua em universidades (Figura 3)[4].

% Cientistas e engenheiros em P&D nas empresas

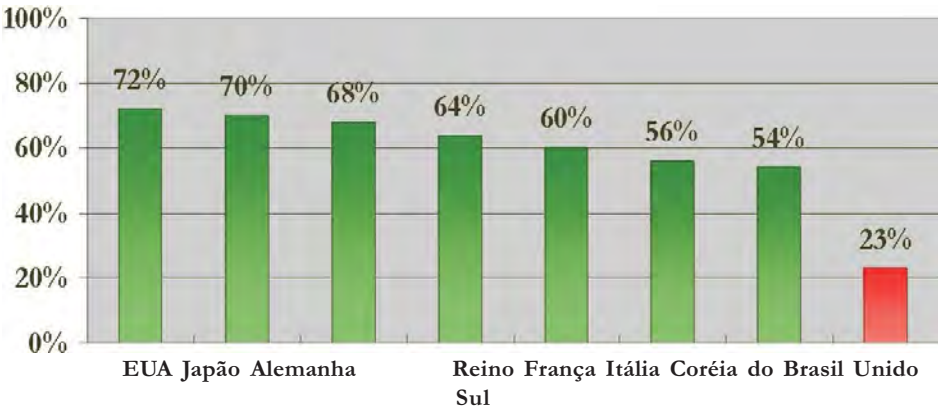


Figura 3. Percentual dos cientistas e engenheiros que atuam no setor privado em alguns países selecionados.

Neste artigo iremos abordar três tópicos interconectados. Em primeiro lugar, buscaremos mostrar uma radiografia simplificada do universo da inovação no Brasil, na verdade um enorme fosso a ser preenchido com urgência. Em segundo lugar, apresentamos alguns dados sobre um dos mais importantes instrumentos de fomento à ciência, tecnologia e inovação (C,T&I) no país, os Fundos Setoriais, e como ele tem muito a evoluir para

[3] Vide R. Buderi, *Engines of Tomorrow*, Editora Touchstone, Nova Iorque, 2000.
[4] Vide as referências das notas 2 e 3.

que financie de forma mais equilibrada a pesquisa e a inovação. Por fim, trataremos de descrever um conjunto de atores importantes para a maturação e consolidação da inovação no Brasil: os institutos privados de inovação tecnológica, denotados deste ponto em diante apenas por institutos privados.

2. Breve radiografia do universo da inovação no Brasil

Como já lembramos anteriormente, não há mais dúvidas na literatura mundial de que a inovação é e deve ser realizada no setor privado. Segundo a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica do IBGE[5], menos de 1/3 das empresas nacionais realizam inovação de produto ou processo – em números, cerca de 22 mil empresas em um universo de 72 mil. A Figura 4 apresenta em maior detalhe este universo.

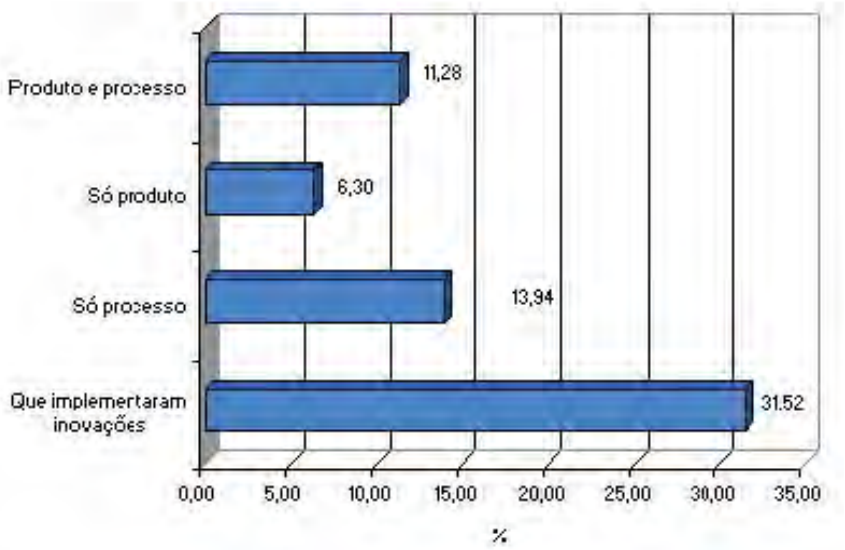


Figura 4. Porcentagem de empresas nacionais que implementaram inovações entre 1998 e 2000.

Não bastasse o fato de termos poucas empresas inovadoras no país, apenas uma fração mínima delas – cerca de 60 – é associada à Anpei, o mais importante fórum nacional de promoção da inovação no setor privado. Embora muitas delas sejam filiadas às suas associações de classe – Abinee,

[5] Vide <http://www.pintec.ibge.gov.br/>.

Eletros, Abimaq, Abifarma, Abiquim, etc. – estas focam muito mais em problemas específicos de seus setores do que na realização de inovação de uma forma geral. Com a respeitabilidade alcançada em mais de 20 anos de atuação, a Anpei luta por mecanismos jurídicos justos e legítimos de fomento à inovação equiparáveis aos existentes no país desenvolvidos. Em um cenário em que a minoria absoluta das empresas inovadoras não podem ou não querem associar-se à Anpei, o Brasil perde a oportunidade de aprender com elas sua receita de sucesso.

O baixo nível de inovação nas empresas nacionais, quando comparadas com suas congêneres nos países desenvolvidos, é em parte responsável pelas baixas colocações do Brasil em índices importantes de competitividade econômica e competência tecnológica. Embora estejamos entre as 15 maiores economias mundiais, somos a 41ª nação segundo o *Technology Achievement Index* da ONU (2001) e a 57ª segundo o *World Competitive Ranking* do Fórum Econômico Mundial (2004)[6].

Ambas classificações são encabeçadas pelos países com reconhecido investimento privado em inovação (vide Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 1. *Technology Achievement Index* (2001).

País	***Technology Achievement Index* (2001)**	***Ranking***
Finlândia	0,744	1
EUA	0,733	2
Suécia	0,703	3
Japão	0,698	4
Coréia do Sul	0,666	5
Holanda	0,630	6
Reino Unido	0,606	7
Canadá	0,589	8
Austrália	0,587	9
Cingapura	0,585	10
	...	
Brasil	0,311	41

[6] Vide <http://www.undp.org> e <http://www.wef.org>.

Tabela 2. *World Competitive Ranking* (2004)

País	2004	2003
Finlândia	1	1
EUA	2	2
Suécia	3	3
Taiwan	4	5
Dinamarca	5	4
Noruega	6	9
Cingapura	7	6
Suíca	8	7
Japão	9	11
	...	
Brasil	57	54

3. O FOMENTO À INOVAÇÃO PELOS FUNDOS SETORIAIS EM 2004

Os Fundos Setoriais são atualmente um dos mais importantes instrumentos de fomento à C,T&I do país, com um orçamento para 2005 de aproximadamente R$ 720 milhões[7] (excluindo o Funttel, cujo orçamento é controlado à parte pelo Ministério das Comunicações). Estes recursos são oriundos do setor privado e deveriam, pelo menos majoritariamente, serem utilizados em prol da inovação. Entretanto, não é isto que ocorre na prática.

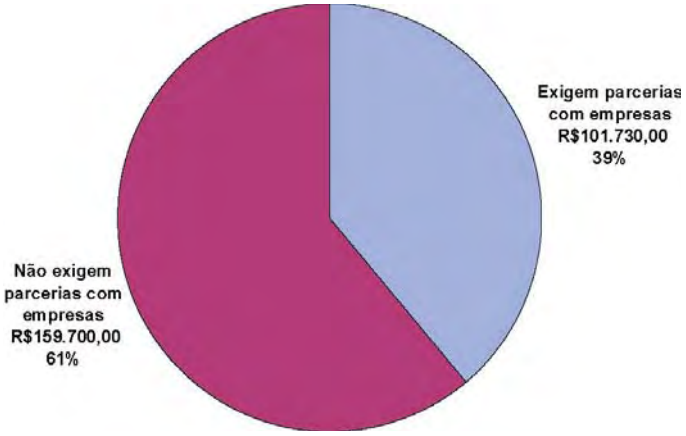
A Tabela 3 apresenta um conjunto fortemente representativo dos editais públicos e cartas-convite lançados pela Finep, agência gestora da maior parcela dos recursos dos Fundos Setoriais, em 2004. Para cada edital indicamos a temática associada, o valor total máximo a ser contratado[8] e a obrigatoriedade (ou não) de cada proposta ser submetida com o apoio de uma empresa (com ou sem contrapartida financeira). Como se vê na Figura 5, a maior parte dos editais previu a concessão de recurso de forma desatrelada dos interesses do setor privado e, portanto, sem foco em inovação.

[7] Vide <http://www.mct.gov.br/Fontes/Fundos/Recursos/Orcamento/Orcamento_2005.htm>.
[8] Esta coluna poderia apresentar os valores efetivamente contratados caso eles estivessem disponíveis publicamente. Como não estão, usamos os valores indicados nos próprios editas como teto para contratação.

Tabela 3. Distribuição dos recursos de vários editais dos Fundos Setoriais em 2004

Edital	Escopo	Recursos (R$ 1.000)	Apoio de Empresa
CT-Amazônia 01/2004	Infra-estrutura física	14.300	
CT-Info 01/2004	Computação em grade	3.000	**
Ação Transversal 01/2004	Petróleo, gás, energia	13.200	**
Ação Transversal 02/2004	Cooperação com empresas	55.000	**
Ação Transversal 03/2004	Modernização IPTs	17.100	
Ação Transversal 04/2004	Parques tecnológicos	4.000	
Ação Transversal 05/2004	Portal de componentes de software	3.600	**
Ação Transversal 06/2004	Software em segmentos emergentes	8.500	**
Ação Transversal 07/2004	Programa Nacional de Incubadoras	10.000	
Ação Transversal 08/2004	Tecnologia industrial básica	17.500	**
SBTVD 02/2004	Subsistema de modulação	11.550	
SBTVD 03/2004	Codec de vídeo MPEG-2 escalável	7.500	
SBTVD 04/2004	Middleware de referência	4.620	
SBTVD 05/2004	Terminal de acesso	12.750	
SBTVD 06/2004	Serviço de saúde	3.900	
SBTVD 07/2004	Aplicações em TV digital	4.500	
SBTVD 08/2004	Camada de transporte	3.000	
SBTVD 09/2004	Gerência de SAC	3.600	
SBTVD 10/2004	Codec de áudio AAC	4.500	
SBTVD 11/2004	Codec de vídeo H.264	7.500	
SBTVD 12/2004	Codec de vídeo nacional	7.500	
SBTVD 13/2004	Antenas inteligentes	6.600	
SBTVD 14/2004	Canal de interatividade	15.000	
SBTVD 15/2004	Modelo de canal de RF	1.500	
SBTVD 16/2004	Usabilidade	3.300	
SBTVD 17/2004	Sincronismo de mídias	3.000	
SBTVD 18/2004	Subsistema Inovador de Modulação	9.600	
SBTVD 19/2004	Transcodificadores de Vídeo	4.380	
FNDCT 01/2004	Nanotecnologia	930	**

Figura 5. Classificação dos recursos da Tabela 3 segundo a obrigatoriedade (ou não) de manifestação de interesse por parte de empresas.



4. Os institutos privados de inovação tecnológica

Assim como os últimos anos trouxeram-nos o termo inovação, a sociedade brasileira também ganhou um novo conjunto de atores com foco na inovação tecnológica: os institutos privados[9]. Abrangendo todas as regiões geográficas do país, os institutos privados, embora ainda em pequeno número, começam a ocupar uma lacuna importante no ciclo da pesquisa e inovação, reforçando esta e colaborando para o aumento da competitividade das empresas nacionais e até mesmo de multinacionais. A Figura 6 apresenta o conjunto, e a Tabela 4 resume alguns de seus principais números. Como se vê, os institutos privados movimentam recursos significativos e, por serem todos de natureza sem fins lucrativos, reinvestem qualquer ganho na formação de pessoal especializado, promoção de eventos científicos e tecnológicos, pesquisa de novos produtos (sempre com foco no mercado), etc.

Figura 6. Universo dos institutos privados de inovação tecnológica.

[9] Alguns institutos, embora contem com décadas de atuação, só recentemente passaram a operar como entidades privadas, como o CPqD e o Lactec.

Os institutos privados atendem, integral ou parcialmente, a todos os requisitos exigidos de um agente de inovação: corpo técnico multidisciplinar e de alto nível; certificações de qualidade, como CMM e ISO; gerenciamento profissional de projetos, baseado nas severas normas do *Project Management Institute*; formação contínua de pessoal nos níveis de pós-graduação, mestrado e doutorado; e, acima de tudo, uma vasta carteira com mais de 250 clientes nacionais e internacionais, o que torna os institutos privados um dos pilares mais sólidos para a construção do ciclo virtuoso pesquisa-inovação no Brasil.

Tabela 4. Principais dados dos institutos privados.

Número de institutos	13
Número de pesquisadores	2.500
Colaboradores pós-graduados, mestres e doutores	35%
Orçamento global anual	R$ 400 milhões

5. Conclusão

O presidente da República, Luis Inácio Lula da Silva, recentemente afirmou que "inovação é a palavra-chave do vocabulário econômico do nosso tempo". Embora ele esteja absolutamente correto, o Brasil ainda tem um longo caminho a percorrer até atingir a situação ideal do ciclo virtuoso pesquisa-inovação. A Lei de Inovação, por exemplo, é um poderoso instrumento nessa direção, e se corretamente implementada seus primeiros frutos deverão começar a ser colhidos ainda neste ano. Os institutos privados de inovação tecnológica, por sua vez, continuarão cada vez mais atuando em prol da geração de riqueza para o Brasil pela via da inovação.

Desenvolvimento econômico, ciência e tecnologia

Oscar Soto Lorenzo Fernandez[*]

1. COLOCAÇÕES GERAIS

a) Síntese do quadro global

Estamos vivendo hoje num mundo cujo PIB, (2004) orçou por US$ 36,16 trilhões a taxas de câmbio correntes, e por US$ 50,43 trilhões PPP (paridade de poder de compra), mais de 85% dos quais adicionados desde a II Guerra, mundo no qual cerca de 64 mil empresas transnacionais empregam em torno de 80 milhões de pessoas, dos quais mais de 30 milhões fora dos seus países de origem. A OCDE estima que mais da metade da riqueza das sociedades industriais avançadas deriva de capital intelectual, ao invés de capital físico, e 8 de cada 10 novos postos de trabalho cabem a trabalhadores do conhecimento. Provavelmente, mais de 90% de tudo o que se sabe hoje nos campos da física, da química e da biologia foi descoberto ou desenvolvido nos últimos 30 anos, e se acredita que o conhecimento esteja hoje dobrando a cada 18 meses, e em aceleração. Mais de 50% do Produto Interno Bruto (PIB) das principais economias da OCDE estão agora baseados na produção e distribuição de conhecimento. A Era Industrial está ficando para trás, e estamos entrando na Era da Informação.

---

[*] Oscar Soto Lorenzo Fernandez é embaixador de carreira e economista. Foi secretário de Tecnologia Industrial do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC, 1996/2002).

2. Desenvolvimento econômico

a) Noções

A origem da teoria econômica moderna data de perto de 230 anos, literalmente com a preocupação pelo desenvolvimento, a Riqueza das Nações, de Adam Smith. A pergunta essencial era como as nações podiam avançar no caminho da prosperidade material. A. Smith, filósofo moral embebido no Iluminismo escossês, expressava a mudança das idéias do seu tempo: começava-se a pensar no progresso ilimitado, e na possibilidade de o homem tomar as rédeas do seu destino coletivo. Desde então, não se abandonou essa esperança, apesar de muitas experiências contraditórias e, dado o caso, desastrosas. A concepção smitheana era, no fundo, de bom senso: o crescimento se dava pela divisão do trabalho no mercado e pelo aumento das dimensões da economia. O pensamento clássico inglês (que ocupa, em grandes linhas, a primeira metade do Séc. XIX) partilhava mais ou menos dessa visão, acrescentando algumas noções mais complicadas, como as de David Ricardo sobre o valor trabalho. Depois de meados do século, entretanto, o foco do pensamento econômico desviou-se em um sentido mais alinhado com o cientificismo inspirado especialmente no sistema da física newtoniana, que parecia explicar como funcionava todo o universo. Por mais um século, o interesse central passou a concentrar-se na análise dos mecanismos específicos, v. g., a formação dos preços e o equilíbrio do sistema, e não se pensou mais no desenvolvimento (com as exceções parciais de Marx e de Schumpeter (este em 1912). A problemática ressurgiria com a crise do colonialismo, a partir da I Guerra, que atingiria estágio terminal depois da II Guerra.

A moderna era colonial (que, em 1900, controlava 90,4% da África, 98,9% da Polinésia, 56,5% da Ásia, 100% da Austrália, e 27,2% das Américas) é um fenômeno histórico que desenvolve de 1880 a 1910, diretamente associado à expansão capitalista internacional. Quando a Organização das Nações Unidas foi criada, em 1945, 750 milhões de pessoas, quase 2/3 da população mundial, viviam em territórios sob governos estrangeiros. Havia apenas uns 40 Estados politicamente autônomos. Nas áreas menos desenvolvidas, a nova era que se abria com o fim da Guerra misturava demandas de crescimento material com autonomia política e pouca simpatia pelo regime capitalista, associado, na sua experiência, à dominação e à espoliação externas.

As indagações sobre o desenvolvimento deveriam responder duas questões básicas: 1) o que determina o nível de produção de um sistema econômico? e 2) o que determina a distribuição das quotas desse produto? No nível mais geral, a resposta á questão (1) aponta 3 grandes determinantes: recursos disponíveis (naturais, forçca de trabalho), a soma do conhecimento acumulado a que têm acesso os agentes econômicos, e as instituições que condicionam a organização econômica e os incentivos aos agentes individuais.

A questão (2) é mais complicada. A lógica da produção é diferente da forma de distribuição do produto, que depende de complexas estruturas de titularidade, determinadas por costumes, leis, instituições, valores, crenças, acordos entre grupos e/ou indivíduos, e eficácia da imposição dessas escolhas sociais. Entram em jogo expectativas presentes e futuras relacionadas com status, papéis desempenhado na sociedade, interrelações. A resposta, por conseguinte, é essencialmente extra-econômica, e como tal foi tida pela corrente central ortodoxa, embora não seja possível separar-se completamente os papeis econômico e social dos agentes.

Antes de 1600, as diferenças de *produto* per capita eram relativamente modestas: a maior parte das pessoas, 80 a mais de 90% viviam da agricultura e pecuária, e a diferenciação tecnológica era pequena. Ainda em 1820, a diferença média entre os povos mais ricos e os mais pobres provavelmente não passaria muito de 3 para 1. Hoje, a diferença entre o PIB per capita entre países altamente industrializados e os menos desenvolvidos pode chegar a 400 vezes (cifra anedótica, que não tem muito sentido). Diferença PIB ppp Estados Unidos-Etiópia (98) 56,7 vezes; entre high-income e low-income [exclusive China e India], 16,7 vezes. As diferenças em conhecimento não bastam para explicar tudo, porque muito conhecimento adequado é livremente disponível (talvez perto de 90% do estoque de conhecimento do mundo), e também porque bastante conhecimento é transportável embutido em bens e serviços (máquinas, equipamentos, etc).

b) Como evoluiu a idéia

A moderna idéia de "desenvolvimento econômico" tem seu ponto de partida em 1939 com o estudo quantitativo de Colin Clark "The Conditions of Economic Progress", que adotou o critério do Produto Nacional Bruto, com ampla cobertura estatística. A quantificação do processo seria decisiva.

A partir de então, impelido pelas novas condições do após-guerra, inclusive a reconstrução e a industrialização das áreas atrasadas da Europa (preocupação do pioneiro estudo de 1943 do notável P. Rosenstein-Rodan), a Guerra Fria e a descolonização, o desenvolvimento evoluiu rapidamente para um campo de estudos importante nos anos 50 até meados dos 60, perdendo, depois, terreno no pensamento "ortodoxo" e, por fim, entrando em crise séria na segunda metade dos anos 70, e sendo relegado para um canto do interesse acadêmico desde os 80. O "status" da disciplina sempre foi, entretanto, uma causa de desconforto para a maioria dos economistas acadêmicos dos grande países ocidentais, que tradicionalmente tendiam a matematizar os conhecimentos, no possível como modelos formais, ao passo que as questões de desenvolvimento lembravam um amálgama de sociologia, antropologia, história, política, e muita ideologia. Grandes nomes teóricos, como Bert Hoselitz, Simon Kuznets, W. Arthur Lewis e Hla Myint, e na CEPAL, Raúl Prebish e Celso Furtado contribuíram decisivamente.

No após-guerra, a idéia dominante sobre o desenvolvimento era a dos clássicos ingleses e de Marx, que entendiam as nações "atrasadas" como versões primitivas, ainda incompletas, das economias industriais avançadas (i. e., capitalistas ocidentais). E seguindo a noção clássica dos 3 fatores da produção ("terra", i. e recursos naturais, capital e trabalho), a primeira prioridade seria o capital, por definição escasso nas economias menos desenvolvidas (a dotação de recursos naturais em princípio era um dado fixo, e a mão de obra, relativamente abundante). Na medida em que

sugerido por Rosenstein-Rodan), e assim, poderia transformar o circulo vicioso da baixa poupança e baixo crescimento num círculo virtuoso de alta poupança e alto crescimento (seja pelo "crescimento balanceando" de H. E. Singer, ou pela causação cumulativa de G. Myrdal).

c) Transformações da temática e do fóco de interesses

O fóco no desenvolvimento como mero crescimento econômico fazia sentido nas condições de 1945 a 1960, da mesma forma que no tempo de Adam Smith, porque estava no ar uma grande demanda represada por bens e serviços, e as condições do momento pareciam possibilitar a satisfação dessa demanda. R. Harrod, economista que ajudou a dar força ao pensamento keynesiano, juntamente com E. Domar, propuzeram uma fórmula muito simples, que supunha uma relação constante entre o capital e o produto, de modo que o "modelo" Harrod-Domar veio a ser muito usado em projeções de programas governamentais (inclusive no Brasil, no Programa de Metas — por exemplo, uma relação capital-produto de 3 para um significava que seria preciso investir por ano 15% líquidos do PIB para assegurar um crescimento de 5%. A propósito, é interessante notar que E. Domar objetou indignadamente ao uso excessivo dessa relação.

A simplificação era exagerada. Em 1961, o economista agrário T.W.Schultz propria a noção de capital humano, depois retomada por Gary Becker, e outros. Análises estatísticas ao nível da empresa mostraram que, em muitos casos, efeito de treinamento acarretava aumento de produção sem investimentos adicionais em capital físico.

Na Cepal, sob Prebish, com importante participação de Celso Furtado, desenvolveu-se, entre o final dos anos 40 e o começo dos 50, uma concepção crítica das relações em escala internacional entre o centro capitalista e a periferia, em que a especialização desta na produção e exportação de produtos primários, de baixo valor agregado, tornava-se um obstáculo ao desenvolvimento. Prebish julgava que os produtos primários, a longo prazo, tendiam a ter termos de troca desfavoráveis em relação aos bens industriais importados (o que foi severamente criticado). Mas as colocações da Cepal combinavam-se facilmente com as noções críticas marxistas e neo-marxistas das relações entre o sistema capitalista hegemônico e as economias coloniais ou assemelhadas, alimentadas pelos ressentimentos com a falta de uma ajuda

do tipo do Plano Marsall para os países menos desenvolvidos, e constituiam um forte argumento em favor dos planos de industrialização liderados pelo Estado.

Por volta dos anos 60, estava ficando claro que não havia uma receita satisfatória para todos, não se haviam descoberto "leis da física" do desenvolvimento, e que, no cenário mundial, os resultados eram desencontrados e geralmente insatisfatórios, e que não havia como encaixar num esquema teórico consistente as inúmeras questões antropológicas, sociológicas, culturais, e as incontáveis dificuldades práticas observadas em concreto. As tentativas de classificação de graus e estágios de desenvolvimento mostraram-se insatisfatórias. Os indicadores simples de desempenho econômico, como o PIB, revelaram-se pouco úteis e pouco esclarecedores. E tentativas de construção de indicadores mais complexos tropeçam nos insolúveis problemas dos números índices, dos quais uma ilustração é o Índice de Desenvolvimento Humano da UNDP. Ainda assim, numerosos autores procuraram encarar o desenvolvimento como um processo multi-dimencional (p. ex., Denis Goulet, 1971: 3 princípios centrais: manutenção física, auto-estima e liberdade).

Em 1956, Robert Solow introduziu um modelo de estrutura clássica, que viria a ter extraordinária influência, dominando a formalização teórica das idéias de crescimento econômico de acordo com premissas ortodoxas. Segundo Solow, a longo prazo (estado estacionário) o nível do produto por habitante depende da taxa de poupança da economia (que determina o estoque de capital) e da função de produção, que depende do estado da tecnologia. Mas o progresso tecnológico não é diretamente avaliado, e só é estimado como resíduo (de uma função tipo Cobb-Douglas). No estado estacionário, a taxa de crescimento do produto agregado depende do crescimento da população e do progresso tecnológico, considerado um fator exógeno. O modelo tem um ponto estacionário único e estável, que será alcançado quaisquer que sejam as condições iniciais, porque, se o progresso tecnológico se difundir pelo mundo inteiro, haverá convergência das taxas de crescimento e também dos níveis de produto per capita. O modelo de Solow, apesar das críticas, teve importância decisiva, porque entronizou os princípios da economia de mercado clássica, relegando para fora do palco teórico formal as preocupações políticas, sociais, ideológicas, etc, que vinham sendo introduzidas na análise do desenvolvimento.

Em 1986, Paul Romer modificou o modelo, de forma considerada revolucionária, para tratar a tecnologia como endógena ao crescimento, um fator de produção como o capital. O conhecimento é, então, uma forma de capital, e o crescimento econômico é movido pela acumulação do conhecimento. Ao invés do suposto clássico dos rendimentos decrescentes, a nova teoria do crescimento postula que a "não-rivalidade" (bem público) e os efeitos de formação de plataformas técnicas levem a rendimentos crescentes.

Essa forma de ver é muito importante, por incluir as não-linearidades nos efeitos da tecnologia, entre os quais os efeitos de redes.

d) Como tende a pensar-se hoje; as variáveis explanatórias e suas interações

Num artigo de grande repercussão, *The fall and rise of development economics* (1994), o pugnaz Paul Krugman, do MIT, fala na "estranha história da economia do desenvolvimento, e mais especificament o que chama de "alta teoria do desenvolvimento", idéias que foram persuasivas ao menos como explicação parcial do que é o desenvolvimento, e que por uns 15 anos, nas décadas de 40 e 50, exerceram profunda influência sobre economistas e formuladores de políticas, mas que, a partir de então, rapidamente se desfiaram, e nos anos 70, pareciam incompreensíveis, até os anos 80 e 90, quando se passou a trabalhar com modelos matemáticos.

Nos anos 60 e 70. numerosos governos do Terceiro Mundo adotaram a linguagem e as propostas de políticas dos estruturalistas ou neomarxistas: o discurso político ficou repleto de expressões tais como "neocolonialismo", "centro-periferia", e dependência". O problema, porém, foi que esse discurso não deu resultados práticos em termos de desenvolvimento, industrialização, ou elementar boa governança, e pelo contrário, resultou em menos eficiência econômica e menor governabilidade.

O desenvolvimento não é nem uma questão de modelos teóricos formais, nem de discurso político. Tem a ver com aspetos muito mais amplos da sociedade do que mecanismos econômicos formais; fenômenos de desenvolvimento são historicamente observáveis. Alguns teóricos recentes têm procurado entender a economia como um processo evolutivo. É de bom senso reconhecer que podem ser identificadas condições em que esse

processo de observa, e quais as variáveis explanatórias. A nosso ver, além de dados óbvios, como a geografia, o clima e a disponibilidade de recursos naturais, e as limitações impostas de fora para dentro, o fator mais importante, ainda que mais difícil de tratar, posto em evidência por estudiosos como D. Landes, é o complexo contexto cultural e institucional.

3. A economia na perspectiva da evolução do sistema mundo

a. A emergência do mundo moderno e a hegemonia da Europa

O mundo moderno surge na Europa, a partir da civilização clássica greco-romana, modificada pela contribuição judáico-cristã e pelas grandes invasões de povos germânicos, ao longo do milênio da Idade Média, quando se formaram as bases institucionais do que iria a Europa atual. Entretanto, até o Séc. XV, a civilização islâmica e a da China eram mais avançadas. Mas a geografia do Islã não podia oferecer uma base agrária adequada, e a China, por fatores internos à sua cultura, fechou-se para dentro no início desse século. Assim, embora importantes inovações tecnológicas, como o estribo, o arreio de colar para a tração, a bússola, o papel, além de numerosos produtos como tecidos de seda, porcelana, etc., tenham vindo do Oriente ou das terras islâmicas, foram os europeus que primeiro as usaram de agressivamente prática.

b) Civilização, informação e conhecimento

A civilização (o termo está ligado à formação de "cidades") surge quando a domesticação de plantas possibilita pela primeira vez a geração regular de excedentes alimentares, com as quais podiam ser sustentadas categorias de indivíduos com funções especializadas não-produtivas (sacerdotes, soldados, artezãos, mercadores, administradores, etc), complexidade que, por sua vez, requeria o desenvolvimento de meios coordenar e armazenar as informações relevantes — sistemas de escrita que rapidamente passaram do uso dos sacerdotes e autoridades para o dos comerciantes. As civilizações grega, romana e judáica produziram abundante legado documental escrito, mas no interregno medieval, só sobreviveu à ignorância generalizada o que foi preservado nos mosteiros, ou retransmitido através dos centros islâmicos. Sociedades em que 80 a 90% da população se ocupavam numa numa agricultura de baixa produtividade para produzir um

excedente apropriável pelo restante, não tinham grande demanda para o conhecimento escrito. A Reforma protestante geraria demanda para a leitura da Bíblia, precisamente nas regiões do Centro-Norte da Europa onde atividades artezanais e mercantis haviam avançado mais. O interesse no conhecimento abstrato foi alimentado, entretanto, pela Igreja Medieval e pelos contatos com os árabes, aos quais se deveram contribuições tecnológicas e teóricas (especialmente na matemática). Mas as bases do conhecimento científico moderno só consolidariam no Séc. XVII (de Galileu a Newton), e portanto, foram precedidas por séculos de desenvolvimento industrial e tecnológico (fala-se, mesmo, em uma "revolução industrial" da baixa Idade Média), e grandes avanços na navegação, nos armamentos, na metalurgia, na fabricação de relógios e de lentes já haviam sido feitas empiricamente quando se começou a questionar a herança ptolomáica na astronomia, e aristotélica nas ciências da natureza.

c) três Revoluções industriais

Há uma variedade de classificações de revolução industrial; aqui, adotamos simplesmente 3 Revoluções Industriais, a 1ª. a clássica inglesa, a 2ª. com duas fases, a 3ª a IC (informação e comunicações) começando agora [transistor, 1947] :

1ª Revolução Industrial: téxteis, ferro e vapor: 1712-1830: uso de energia mineral, permitindo concentração atividades perto de centros urbanos, e grande aumento de escala

2ª Revoluçao Industrial – 1ª fase: (difusão acelerada: 1830-1875)

ciclo das estradas de ferro (Inglaterra, depois USA, Europa); siderurgia, química, ferrovias, grande escala uso de carvão mineral, navios a vapor, grande indústria "pesada",

2ª Revoluçao Industrial – 2ª fase: quando vão se definindo as linhas gerais do sistema industrial dominante até hoje, e que começa agora a ser suplantado pela 3ª. Revol Ind (Revolução da Informação e das Comunicações por volta dos anos 50-80)

Subfases – são geradas ondas longas de Kondratief

1. (Electricidade e grande indústria química: 1875-1905)

• Expansão da demanda de bens de consumo duráveis (França, grandes lojas de departamentos), vendas por catálogo(USA; melhores transportes, comunicações); expansão da indústria mecânica pesada.

2. (grande indústria, taylorismo, fordismo (começo Séc. XX, continurando até pós-II Guerra):

• aumento da concorrênciaè grande concentração empresarial [trusts, cartéis, etc] preocupação com organização e eficiência; organização tayloristafordista;

• organização da produção em grande escala, com maximização das economias de escala e da produtividade;

• controles verticais, estruturas em pirâmide; grande aumento da escala de produção;

• grande intensificação do trabalho pelas cadeias de montagem e controles time & motion, possibilidade de remuneração mais alta dos trabalhadores (Ford-tradição populista rural),

• forte aumento da disciplina dos trabalhadores (a contrapartida sendo a expansão do sindicalismo);

• no cenário internacional, agravamento tensões imperialistas, crescimento capital financeiro;

• políticas públicas para promover diretamente o desenvolvimento científico e a sua aplicação tecnológica começam a delinear-se na Alemanha (Die "Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung von Wissenschaft und Forschung" (KWG, heute: Max-Planck-Gesellschaft) wurde am 11. Januar 1911... in Berlin gegründet).

3. Crise e transformações estruturais

• I Guerra Mundial: EUA passam a maior credor do mundo; avançam em organização industrial e ecifiência, enquanto Europa estaciona;

• nos Estados Unidos (fim I GM) aparecimento da sociedade de consumo (consumo de massa);

• aplicação da tecnologia à produção é cada vez mais sistemática; mas C&T seria uma expressão ainda pouco realista; a aplicação da ciência à tecnologia e à produção começa a firmar-se em alguns setores ou indústrias específicas (siderurgia, química); nos Estados Unidos, surge a engenharia química.

Em resumo: a fase do desenvolvimento capitalista da 2ª Revolução Industrial foi acompanhada de fenômenos novos:

• aumento do tamanho e concentração crescente de empresas (características de concentração oligopolística),

• tendência à instabilidade cíclica dos níveis de atividade e dos preços; Marx percebeu corretamente que esta tendência cíclica era inerente ao regime capitalista; no seu tempo, não se compreendia bem que esse pode ser um tipo de comportamento genericamente exibido por sistemas complexos, em que o valor de uma variável dependente dependente seja função de variáveis dependentes com intervalos de tempo;

• progressivo recurso à vantagem tecnológica (ie, do uso eficiente de conhecimento acumulado);

• mudanças radicais na organização das unidades produtivas e do trabalho (Taylorismo, Fordismo);

• economias de escala resultam das características técnicas de numerosas formas de organização e produção; o pensamento neoclássico não aceitava que as economias de escala fossem uma característica comum; julgava que as vantagens tenderiam a desaparecer, de modo que não precisava preocupar-se com a dificuldade insuperável de rendimentos de escala crescentes (que seria incompatível com a lógica do equilíbrio geral). Embora discutida já no começo dos anos 20, a suposição neoclássica da produtividade marginal descrescente a curto prazo, que asseguraria equilíbrios determinados, foi consignada ao que um neoclássico, J. H. Clapham, chamou de "caixas econômicas vazias".

4. A Terceira Revolução Industrial e o mundo contemporâneo Pós-II Guerra

a) Antecedentes: fim do liberalismo econômico clássico

O fim do liberalismo clássico (cerca 1862-1929) foi precipitado pelo tremendo traumatismo da I Guerra, mas antes vinham aumentando antagonismos intratáveis (apontados pelos marxistas) entre as grandes economias capitalistas avançadas (onde se acentuavam as tendências centralizadoras fordistas), e também entre estas e as potências que estavam ficando defasadas. Há ainda muita discussão sobre o que precipitou a Depressão dos anos 30, e como, mas as conseqüências foram claras: a economia internacional fragmentou-se, as economias recolheram-se ao espaço político do Estado Nacional, regimes autoritários alastraram-se por todo o mundo, a economia passou a ser em grande parte liderada pelos governos, e considerações sociais impuzeram-se, mesmo nos países de economia mais tradicionalmente liberal. Podemos dividir a fase econômica pós-liberal em três períodos: 1930-1945, e 1947-1979, e 1980-1991, que correspondem especificamente a 1) Depressão e II Guerra mundial, 2) Plano Marshall a 2ª crise do petróleo e eleição da Primeira Ministra britânica M. Thatcher, quando o quadro da atuação do Estado é misto e há uma progressiva mas parcial liberalização num cenário dividido pela polaridade com o Bloco Soviético, e 3) implosão dos regimes socialistas Leste-Europeus, e nova fase hegemônica do liberalismo globalizante, mas em um quadro tecnológico e sócio-econômico muito diverso do do liberalismo clássico.

No imediato após-guerra, a prioridade óbvia, na escala mundial, era tentar recuperar um pouco de "normalidade", e reconstruir o que havia sido perdido ou destruído. Os Aliados, sob a liderança americana, procuraram, em Bretton Woods (1944) formular um esquema institucional que permitisse evitar novas catastróficas recessões e o consequente desemprego. O sistema estabelecido continha alguns elementos liberalizantes, mas mantinha o controle essencial nas mãos dos governos. O Plano Marshall, para a recuperação dos países devastados, coïncidiu com o rápido aumento das tensões entre os países ocidentais e o Bloco soviético, que dividiriam o cenário mundial até o final dos anos 80. Por outro lado, as campanhas de independência das áreas coloniais e as demandas de desenvolvimento, constituiriam um fator novo no sistema internacional. O quarto de século

de 1948-73 foi a "fase de ouro", com a maior expansão contínua do comércio e do Produto mundial.

Por volta dos anos 70, entretanto, começaram a aparecer fissuras sérias nessa tela. Em parte, isso se deveu às contradições da política americana (excesso de gastos públicos, especialmente por conta da Guerra do Vietnã, e desequilíbrios externos, sem um esforço fiscal doméstico compensatório). O excesso de liquidez internacional (mostrado, p. ex.., pelos depósitos em dólares off-shore) levou o sistema financeiro internacional a fugir completamente ao controle das autoridades nacionais e de organismos internacionais, retomando um perfil desregulado, semelhante ao que existia antes de 1914. Esse processo, iniciado no final dos anos 50, quando países socialistas começaram a procurar "paraísos fiscais" que os assegurassem contra medidas de controle norteamericanas, acelerou-se rapidamente para acomodar os enormes saldos das exportações de petróleo nos anos 70, passando de US$ 11,4 bilhões em 1972 a US$ 100 bilhões em 1979, e a US$ 429 bilhões em 1991; no início de 2001, os contratos denominados em eurodólares (principalmente para fins especulativos) montavam a US$ 4,8 trilhões, e o movimento cambial diário (1998) atingiu cerca de US$ 1,5 trilhão.

No final de 1973, por ocasião da guerra do Yom Kippur entre Israel e os vizinhos árabes, a Organização dos Países Exportadores de Petróleo, dominada pelos produtores árabes, impôs embargos a vários países, inclusive os Estados Unidos, e quadruplicou os preços do óleo. Em 1979, por ação do Irã, outro aumento geral com duplicação dos preços internacionais. A extrema radicalidade dessa manipulação dos preços do produto mais insubstituível do comércio mundial sem dúvida foi possibilitada pela derrota dos Estados Unidos no Vietnã e pela situação interna desse país, à beira da resistência civil. Entretanto, o ambiente de incontrolável desorganização econômica internacional desmoralizaria as políticas econômicas intervencionistas dos governos individuais, gerando um cansaço generalizado diante das propostas e da retórica oficiais. A premência de promover exportações e gerar saldos transferíveis acelerou o processo convergente de globalização e liberalização, que se se importia rapidamente desde o fim dos anos 70, forçando a incluir muito mais intima, no sistema capitalista internacional, de todos os países de maior importância econômica e tecnológica e maior população.

b) Mudanças tecnológicas: as transformações do espaço e da gestão econômicas:

Pode tomar-se a invenção do transistor, em 1947, como uma referência excessivamente teatral, mas fácil de associar ao início da Revolução da Informação e das Comunicações, a 3a. Revolução Industrial. As novas tecnologias possibilitaram quatro mudanças radicais simultâneas: a comunicação interativa, ubíqua, instantânea e universal. A comunicação instantânea entre pontos fora alcançada no Séc. XIX com o telégrafo elétrico e o telefone. A comunicação universal instantânea de um ponto a muitos foi viabilizada na primeira metade do século XX pelo "broadcasting" (Rádio e Televisão); os circúitos integrados miniturizados multiplicaram extraordinariamente a capacidade dos sistemas e as redes (exemplo, a Internet), permitiram integrar "feedbacks" em tempo real, o enorme desenvolvimento de técnicas de controle, o desenvolvimento de robôs, e a interatividade generalizada em escala planetária, que as redes de satélites artificiais tornou universal e muito eficiente, permitindo localização precisa sobre toda a superfície terrestre, observação contínua desta em tempo real, transmissão de imagens cada vez mais minuciosas, graças à crescente disponibilidade de largura de banda.

Isso tornou possíveis formas descentralizadas de controle de processos organizacionais e produtivos, em boa parte automatizadas, praticamente instantâneas, dispensando pesadas estruturas burocráticas em pirâmide. Passou a ser viável oferecer ao público escolhas individualizadas, mesmo em produtos tradicionalmente típicos de cadeias de montagem (v.g, modelos de automóveis individualizados), manter controle contínuo de estoques, contabilidade, etc., em alguns casos, diretamente de computador a computador, sem intervenção de funcionários. Isso pode dispensar controles financeiros e administrativos de empresas dominantes sobre as periféricas (partes automotivas, farmácias, postos de gasolina, supermercados, etc.). O impacto das inovações sobre o setor de serviços é incalculável: desde intervenções cirúrgicas ou diagnósticos ã distância, a uma formidável expansão das Midias, das atividades de lazer, da educação, da consultoria e serviços técnicos, etc.

c) A empresa e a transposição do espaço econômico nacional

A empresa é tradicionalmente a unidade de organização das atividades econômicas. Até muito recentemente (e especialmente no período 1930-

1980), a sua identidade e seu campo de ação eram definidos e circunscritos pela inserção num espaço nacional soberano, dentro de regras determinadas essencialmente por autoridades domésticas. A empresa era uma forma de organização "local", geograficamente explicitada. Essa condição deixou, no entanto, de ser tecnologicamente necessária. Hoje é literalmente possível organizar uma empresa sem sede, para um único negócio, se for o caso: por exemplo, financiamento alemão, gerenciamento contábil sueco, operações comandadas de Chicago, logística suiça, sede física nas Ilhas Seychelles. O "negócio", assim, tende a ser o ponto focal da atividade, e o todo pode ser um "empreendimento", antes do que uma "empresa". Curiosamente, há nesse quadro algo que lembra o início das atividades mercantis, quando uma embarcação era armada para uma única "expedição", ao fim da qual os lucros e perdas realizados eram apurados, e a atividade encerrada, até que nova expedição comercial fosse organizada.

No pós-Guerra, o ininterrupto e acelerado crescimento do comércio internacional de bens e serviços resultou na elevação contínua da relação da exportação e importação/Produto Bruto: desde 1948, à taxa média de 6% ao ano, enquanto que o Produto o tem feito a 3,7%.. No ano 2000, essa participação atingiu perto de 45% do Produto mundial.

As empresas transnacionais tiveram um enorme aumento de participação no comércio e no Produto mundiais. Esse é um fenômeno recente, tanto pela natureza quanto pela escala. Estas empresas, que eram poucas e tinham um papel relativamente discreto até os início dos anos 70 (quando eram aproximadamente 7 mil, são hoje 64 mil, com 860 mil filiais[1]. As 100 maiores ETN não financeiras possuem hoje US$ 2 trilhões de ativos no exterior, onde empregam 40 milhões de trabalhadores, concentram-se nos setores elétrico e eletrônico, automobilístico, petrolífero, químico e farmacêutico, aqueles que reunem o maior conteúdo tecnológico. as vendas de suas filiais somam US$ 14 trilhões (mais do dobro do comércio internacional), e a sua produção internacional geral cerca de 1/10 do PIB mundial). A aceleração do crescimento deveu-se, em parte, a liberalização regulatória dos anos 90 em quase todas as partes. Entre 1982 e 1999, as vendas de filiais estrangeiras aumentaram 5,5 vezes (para um total de US$

[1] Development and Globalization: Facts and Figures; a statistical reference book that addresses the main themes of UNCTAD XI; UNCTAD 16/06/04.

13.560 bilhões). os ativos, 9,4 vezes, (para um total de US$ 17.680 bilhões), e as exportações, 5 vezes, (para um total de US$ 3.167 bilhões).

Essa tendência globalizante refletiu-se também no rápido crescimento da interdependência tecnológica durante os últimos 15 anos a 20 anos, com a utilização de acordos e outras formas de transferência cruzada de tecnologia entre empresas, e com parcelas significativas da pesquisa sendo realizadas fora dos países de origem (14% no caso dos Estados Unidos, perto de 20% no da Europa, e quase 10% no do Japão).

Pode dizer-se, em verdade, que as variáveis mais relevantes tenderam a convergir, formando um desenho comum econômico, tecnológico e sócio-cultural globalizado. Mas esse processo é liderado pela ciência e pela tecnologia, as quais, por sua vez, se desenvolveram a partir das premissas de racionalidade operacional e liberdade de indagação, firmadas na lógica interna da civilização européia. Tais premissas estão hoje, bem ou mal, integradas no tecido econômico contemporâneo em escala mundial, porque as necessidades operacionais (como usar máquinas, meios de transporte e de comunicação, organizar atividades produtivas complexas, aplicar conhecimentos científicos à saúde, à agricultura, e assim por diante – e, é claro, armas e equipamentos militares).

Deve ter-se em conta, portanto, que a globalização financeira, comercial, produtiva, tecnológica, política, cultural, e por via de conseqüência, também social e cultural, com reflexos políticos na difusão mundial da democracia representativa, na realidade, constitúi um único processo de abrangência universal que, de certa forma, repete tendências que se observam desde o Séc. XV.

5. O NOVO PAPEL DO CONHECIMENTO NO PENSAMENTO ECONÔMICO

a) Introdução

• ambiente científico em grande efervescência desde últimas décadas Séc. XIX: física clássica em crise, lógica e matemática, idem; química evoluindo com base científica, sínteses materiais orgânicos, relações com a física; necessidade militar de substituir materiais escassos na I GM; biologia; medicina e fármacos: vacinas, salvarsan, etc.; aplicações à agricultura, etc.;

• a Alemanha (1911) e França (1939), antes da II Guerra, haviam estabelecido sistemas públicos de financiamento e promoção da pesquisa científica e tecnológica;

• a II GM tornou premente para a Inglaterra e depois, para os Estados Unidos, a mobilização de recursos científicos e tecnológicos para fins militares; a Alemanha, apesar do seu nível científico, não teve foco bem definido (Hitler, domínio Europa), e dispersou esforços com "armas secretas";

• nos Estados Unidos, a experiência da I GM não fora boa; mas na II GM, mobilização coordenada científico-tecnológico-industrial, sob direção de Vannevar Bush; a mobilização de cientistas, especialistas, engenheiros, industriais, administradores, etc; a programação e integração das atividades os esforços de mobilização com as de produção industrial e agrícola, distribuição, logística, etc., teve tremendo sucesso.

Depois da Guerra, Vannevar Bush (The Endless Frontier,1945) propôs a continuação em tempo de paz da mobilização científico-tecnológica; a Guerra Fria acentuou necessidade: acabou resultando na National Science Foundation (1950), para dirigir recursos para o desenvolvimento científico e tecnológico com finalidades civís; o Brasil seguiu quase imediatamente, estabelecendo o CNPq e a CAPES em 1951.

Os enormes avanços alcançados durante a guerra eram universalmente visíveis (armamentos, aviões a jato, radar, comunicações avançadas, veículos, medicamentos (sulfas, penicilina), etc., os primeiros passos em matéria de computadores, e algumas técnicas matemáticas e estatísticas aplicáveis à programação e à gestão (pesquisa operacional).

Pouco depois da guerra, a União Soviética começou a dar passos gigantescos no desenvolvimento científico e tecnológico (armamentos, foguetes, os primeiros satélites artificiais) e, até o começo da década de 60, sua economia crescia a um ritmo aparente bastante superior ao dos Estados Unidos, o que teve fortes repercussões políticas neste pais.

b) A concepção (de base neoclássica) do conhecimento: Teoria econômica e tecnologia:

Os economistas da tradição ortodoxa dominante, na maior parte do Séc. XX, entenderam informação e conhecimento mais ou menos como

sinônimos práticos, que descreviam sinais não-ambiguamente codificáveis (e por conseguinte, decodificáveis) a respeito de estados do mundo real, que os agentes econômicos podiam usar meramente como insumos nos seus cálculos de maximização de vantagens. Na visão do mundo neoclássica, a idéia de racionalidade supunha que, em uma transação econômica, as partes poderiam ter acesso ao mesmo universo de informação. A idéia da assimetria da informação não ocupava um lugar significativo na teoria, e seria antes uma exceção de menor importância.

c) O caráter insatisfatório das concepções lineares

Até a década de 60, a tecnologia era encarada, na tradição neoclássica (predominante no mundo desenvolvido), como um fator não suficientemente autônomo sob o ponto de vista do processo produtivo, e englobado com o capital. A opinião pública mostrava-se fascinada pelos avanços científicos e tecnológicos, mas as empresas nem sempre tinham idéia clara de que se tratava de um instrumento competitivo potencialmente decisivo.

A concepção de tecnologia que dominou o cenário até os anos 80 foi, em essência, o chamado *paradigma de Vannevar Bush*, uma concepção linear, em "queda d´água", em que se partia dos níveis mais gerais e abstratos da pesquisa científica, para a pesquisa aplicada, a engenharia, etc., até chegar-se, na ponto, a um produto pronto que se entregava ao departamentos comercial para se encarrega-se do marketing.

o paradigma se mostraria insuficiente para explicar a complexidade do que acontecia no mundo real depois dos anos 60/70, e não correspondia à experiência dos Estados Unidos nem do Japão; apesar do seu alto nível educacional, científico, tecnológico e industrial *a Europa ficou muito para trás* em termos de competitividade e produtividade, (o "paradoxo europeu"), e isso deu origem a uma forte crise de consciência entre 1985 e 1995, e à adoção de programas de grande alcance para acelerar o desenvolvimento tecnológico e dos métodos de organização e gestão europeus.

d) A natureza do mercado e novas formas de concorrência

Por bem umas quatro décadas, permaneceu cristalizada a concepção linear, modelo de "queda d'água", do desenvolvimento de Vannevar Bush, segundo a qual se partia da pesquisa para a invenção, desta para a inovação

e, por fim, para a difusão de novas técnicas. Esse processo teria paralelo na passagem da pesquisa para o conhecimento técnico, depois para a engenharia prática, e por fim, para a produção e comercialização. As atividades de P&D seriam, então, o iniciador e o indicador fundamental da inovação.[2]

A realidade, entretanto, logo se mostraria mais complicada do que esse modelo linear. E isto foi observado com particular nitidez nos países da União Européia, os quais, desde os anos 80, começaram a se conscientizar dramaticamente do seu atraso cumulativo em relação aos Estados Unidos e ao Japão, reconhecendo o que se chamou de "paradoxo europeu": a tradicional excelência educacional e científica da região contrastava com a perda de dinamismo tecnológico e econômico, com um atraso cada vez mais desconfortável nos setores de ponta, tais como os de eletrônica e de informação.

Desde meados de 1985, os países da região vinham dedicando enormes esforços para o aumento da produtividade, ao ponto de tornar-se quase um culto. Acabou-se, porém, por perceber que isso podia tornar-se até contraproducente, na medida em que se baseasse em tecnologias obsoletas ou não estimulasse a capacidade de inovação. As obsessivas comparações com os Estados Unidos e o Japão mostravam que, além da maior quantidade de recursos para a pesquisa, e da maior proporção de engenheiros e cientistas por número de habitantes, estes países coordenavam melhor seus esforços, exibiam mais adaptabilidade no uso da informação tecnológica, maior cooperação entre universidade e indústria, e uma cultura favorável à tomada de riscos (EUA) ou ao contínuo aperfeiçoamento técnico e à aplicação de novas técnicas (Japão), e ainda, um sistema legal de baixo custo, favorável à proteção da inovação comercialmente explorável (EUA) ou capacidade de concertação de estratégias entre os setores privado, universitário e público (Japão).

A preocupação foi bastante abrangente: a inovação em processos e métodos, em produtos e serviços, ou na organização do trabalho; de inovação radical ou progressiva; e da capacidade de prever técnicas e tendências em demanda futura. Particular ênfase foi dada à fraqueza européia em matéria

[2] Vannevar Bush, influente Conselheiro Científico do Pres. Roosevelt durante a II Guerra, propôs um computador analógico, e formulou a idéia de um mecanismo automático para a organização da informação científica e tecnolõgica, antecipando o atual hipertexto; seu famoso ensaio *As We May Think* – em The Atlantic Monthly, July 1945, está amplamente disponível na Internet.

de inovação organizacional e do gerenciamento da inovação, e se chegou à conclusão de que a base de pesquisas e industrial da Europa estava padecendo de uma série de fraquezas: investindo menos do que os seus competidores em pesquisa e desenvolvimento tecnológico; falta de coordenação nos vários níveis das atividades, dos programas, e das estratégias da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico; e a mais grave dessas fraquezas era a capacidade relativamente limitada de converter descobrimentos científicos e sucessos tecnológicos em êxitos industriais e comerciais. A nova ótica (v.g., modelos de Rosenberg[3] e Kline[4], Pavitt,[5] etc) passou a enfatizar os feedbacks recíprocos entre as fases "downstream" (isto é, "market-related") e "upstream" (isto é, "technology-related") da inovação, o papel central do desenho industrial, e as numerosas interações entre ciência, tecnologia e outras atividades "innovation-related", dentro das firmas e entre elas ("modelos interativos")[6].

O paradigma deslocou-se, assim, do conceito tradicional da P&D, com seu caráter cumulativo simples, para o de "inovação", que é a combinação específica de todos os meios, inclusive tecnologia, mas também organização, gestão, finanças e "marketing", para a criação de valor agregado. Não é o conhecimento, em si, mas o conhecimento ponderado por um fator "preço", conforme a avaliação do mercado. É interessante observar-se que o conhecimento tecnológico "formal" se estima não representar muito mais do que 50% do valor das inovações, e que o processo é muito dinâmico. O conhecimento sob a forma de patentes, por exemplo, tende a depreciar-se a uns 20 a 30% ao ano, e tem de ser continuamente recompletado. Os custos e a insegurança, que são enormes, levaram à criação de novas formas de cooperação e gestão do conhecimento, em particular à grande multiplicação de "alianças estratégicas" (90% delas, aliás, entre firmas americanas, européias e japonesas)[7].

---

[3] Kline, S.J., and Rosenberg, N., ed., The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth, National Academy Press, Washington, 1986, p.285....

[4] Kline, S.J., Research is not a Linear Process, Research Management, Vol. 28, 1985.

[5] Pavitt, K., R&D, patenting and innovative activities. A statistical exploration, Research Policy, Vol 11, n.1, 1982, p.33... O Prof. Pavitt, da Univ. Sussex, GB, tem mantido um elevado nível de contribuições no campo.

[6] ver também, OECD, Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual, OECD, Paris, 1992.

[7] Bosworth, Derek, The Economic Value of Patents; Manchester School of Management, UMIST; (UK); Cordis: PATENTINNOVA; 26-01-1998.

O deslocamento do paradigma tecnológico despertou contínuo interesse na identificação e avaliação quantitativa do conhecimento, em especial do seu valor de mercado contrastado com o seu valor social, e dos resultados econômicos da inovação, para o que contribuiu o desenvolvimento de técnicas estatísticas cada vez mais refinadas. Alguns destes pontos apresentam aqui algum interesse.

Uma ampla pesquisa econométrica da OCDE, baseada em regressões entre países e entre indústrias, concluída em 1996, abrangendo as economias mais altamente industrializadas do mundo (G-7, mais a Austrália, a Dinamarca e Países Baixos), focalizando a produtividade total dos fatores (TFP), revelou que as taxas de retorno da Pesquisa e Desenvolvimento, para a indústria, foram, na média, de 15% ao ano durante as décadas de 70 e de 80, com Tendências a crescer, mas com algumas desigualdades nos anos 80 foram de 40% no Japão e de 30% no Canadá. A "P&D embutida" mostrou resultados ainda mais altos: a tecnologia embutida em fluxos de bens de capital acusou um retorno médio de 130% nos anos 70, e de 190% nos anos 80. O "cluster" das indústrias de informação e comunicação (ICT) exerceu um papel particularmente importante na geração e aquisição de novas tecnologias.[8]

e) Mudanças nas idéias econômicas – efeitos de rendimentos crescentes e redes

A concepção neoclássica supunha que as atividades econômicas tendessem naturalmente para retornos decrescentes (tecnicamente, funções de produção convexas), o que se aplicava satisfatoriamente à "economia de chaminés", ao universo econômico da produção de bens materiais, típico das duas primeiras Revoluções Industriais. A tecnologia não era então entendida como propriamente um fator de produção: supunha-se que o conhecimento ficasse embutido no capital e na habilidade da força de trabalho. A idéia de que pudessem ocorrer não-linearidades, e que a produção apresentasse retornos crescentes parecia invalidar as noções fundamentais de equilíbrio tendencial necessário do sistema. Essa maneira de ver não se

---

[8] *Norihisa Sakurai, Evangelos Ioannidis and George Papaconstantinou*, The Impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Evidence for 10 OECD Countries in the 1970s and 1980s (1996/2); OECD, Directorate for Science, Technology and Industry Working Papers: Paris, 1996; ver também *George Papaconstantinou, Norihisa Sakurai and Andrew Wyckoff,* Embodied Technology Diffusion: An Empirical Analysis for 10 OECD Countries (1996/1) OECD, Directorate for Science, Technology and Industry Working Papers: Paris, 1996;

mostraria irrealista enquanto os avanços tecnológicos permanecessem essencialmente incrementais e relativamente modestos. Retornos crescentes, isto é, com mecanismos de realimentação positiva (feedbacks positivos), começariam a surgir, porém, na esteira de avanços tecnológicos importantes. Isso foi antevisto por J. Schumpeter em 1912, no seu livro sobre Desenvolvimento Econômico.

Mecanismos de retornos crescentes existem espalhados por todos os setores da economia, mas os retornos decrescentes tendem a predominar nas indústrias de processo (manufaturas), ao passo que os retornos crescentes aparecem sobretudo nas indústrias baseadas no conhecimento. Por outro lado, começou-se a perceber que, nos sistemas econômicos, eram comuns fenômenos de "path dependence" (dependência sensível a um conjunto de condições iniciais, como na física e na matemática, a idéia de processos caóticos). Além disso, nos anos 70, uma inovação conceitual na teoria microeconômica introduziu como um elemento teórico importante a noção da assimetria da informação (que o modelo neoclássico de Arrow-Debreu supunha identicamente disseminada por todos os agentes econômicos). Isso significa que estes agentes, ao invés de simplesmente tomarem os preços do mercado como dados objetivos (agindo como "price-takers") passaram a ser vistos como envolvidos em jogos estratégicos.

A conseqüência de as inovações tecnológicas gerarem funções de rendimentos crescentes potencia as considerações estratégicas. São conhecidos casos "clássicos" como o dos formatos de gravação de fita Betamax versus VHS. Muitos consideravam o Betamax o produto superior. Por questões de marketing, o formato VHS começou a ganhar maior base instalada, e por feed-backs positivos, aumentou muito rapidamente a sua vantagem, excluindo praticamente o Betamax do mercado. Considerações semelhantes aplicam-se ao sistema operacional DOS da Microsoft, e depois, à extrema dominação do Windows. Vantagens iniciais de mercado ou de percepção da superioridade de uma tecnologia podem expandir-se exponencialmente, permitindo o estabelecimento de posições dominantes no mercado. Isso se aplica, tambem, aos casos em que haja efeitos de rede, ou seja, em que o número crescente de nodos aumenta muito a vantagem da associação a uma rede.

f) Diferenças de desempenho – EUA, EU, Japão, etc – programas corretivos

Já falamos antes nas vantagens relativas dos Estados Unidos e do Japão diante das economias européias, pela ampla interatividade entre a pesquisa pura, a aplicada, a indústria e as demandas do mercado. É interessante ressaltar que, em ambos os países, há pontos de semelhança e outros de divergência. Nos Estados Unidos, esse processo foi, em grande parte, espontâneo, não induzido pelo governo (embora a coordenação da pesquisa e da produção industrial/militar durante a II Guerra tenha constituído um forte estímulo). Mas o planejamento, na medida em que existiu, foi principalmente impelido pelas grandes empresas privadas (se bem que os enormes programas de P&D apoiados pelo governo tenham produzido consideráveis spin-offs para o setor privado. Um especialista americano, Gavin Wright, considera que boa parte do êxito dos Estados Unidos deriva de uma disposição, sócio-cultural, para funcionar espontaneamente em rede (o que levou, por exemplo, à inovativa criação da engenharia química no final do Séc. XIX. No Japão, sociedade bem mais coesa do que a americana, o Estado teve um papel central desde o imediato pós-guerra, com o sistema do Ministério do Comércio Internacional e da Indústria – MITI, e de seu órgão de tecnologia industrial. O MITI empreendeu análises estratégicas, promoveu programas de pesquisas de longo prazo, deu apoio a projetos de cooperação internacional de R&D, ajudou a formação de joint-ventures como meio de acesso a tecnologia, e funcionou como uma rede de apoio para as empresas japonesas (as quais tinham a facilidade da formação de grandes conglomerados). Em ambas as sociedades, a capacidade de focalizar objetivos sem interferências corporativistas foi decisiva.

6. INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

a) Noção de informação – síntese: redução da entropia do sistema

Informação obviamente custa para ser produzida. C. Shannon, em 1948, estudando a transmissão de mensagens num canal com ruido, desenvolveu a primeira teoria da entropia verdadeiramente matemática, aplicando-a à teoria da informação. Esta passou a ser entendida com redução da incerteza, isto é, da desordem do sistema, uma noção parecida com as da termodinâmica (a medida da entropia de Shannon é tomada como a medida

da informação contida na mensagem, em oposição à parcela desta que é determinada pelas estruturas inerentes do sistema, da linguagem, etc).

Mais tecnicamente, podemos dizer que a informação é uma função decrescente da probabilidade. Quanto menos provável o evento, maior o conteúdo de informação quando acontece. Se *p* é a probabilidade do evento antes de a mensagem ser recebida, então o conteúdo da informação é I= log(1/p). Esta relação pode ser extendida a um número de diferentes resultados por meio do uso da medida de entropia (H): $H = -\Sigma\, p_i \log_e p_i\,; i=1$

b) A evolução da informação e o aumento da complexidade do sistema- quantificação

Um projeto de pesquisas da Universidade de Berkeley, sob a direção de Peter Lyman e Hal R. Varian, que desde 2000 vem levantando a geração de informação nova no mundo, chegou à conclusão que, em 2002, haviam sido criados cerca de 5 exabytes de informação nova sob a forma de impressos, filem, e gravado em meios óticos e magnético (um exabyte é 10^{18} bytes, ou 1 bilhão de gigabytes). Essa descomunal cifra corresponde a 37 mil vezes o conteúdo dos 19 milhões de livros da Biblioteca do Congresso dos Estados Unidos. Isso equivale a quase 800 MB de informação armazenada por pessoa no mundo (observe-se que a capacidade do cérebro humano, estimada por Landauer, é pouco superior a 200 MB). A informação que transita por canais eletrônicos (telefone, rádio, televisão e Internet) é estimada em quase 18 exabytes em 2002, 3,5 vezes o montante de informação armazenada. Estima-se que os Estados Unidos gerem cerca de 40% de toda a informação nova armazenada.

c) Expansão do conhecimento no mundo – referências quantitativas do conhecimento

O processo de crescimento da informação tem sido cumulativo, de caráter geométrico. Nos últimos 300 ou 400 anos, tomou uma forma exponencial, que se pode observar hoje de maneira muito nítida. Um inglês típico de meados do Séc. XVIII provavelmente não estaria exposto, ao longo de toda a sua vida, ao volume de informação que se contêm hoje em uma edição diária do New York Times. O primeiro periódico científico de que se tem notícia, "Philosophical Transactions of the Royal Society of London", foi primeiro publicado em 1665. Derek Price, num trabalho pioneiro de há quase 30 anos, apresentou evidências de que a literatura científica vinha

dobrando, a cada 20 anos, ao longo dos últimos 3 séculos. Em 1750, havia 10 periódicos científicos; foram multiplicados por 10 a cada meio século, dobrando a cada 15 anos. Uma taxa de crescimento espantosa. O número de livros e artigos publicados entre 1980 e 2000 é igual a toda a literatura científica desde o começo da escrita até 1980. Além disso, estariam vivos agora 80 a 90% de todos os cientistas que jamais viveram em todos os tempos. Segundo Price, em 1800, haveria uns 1.000 cientistas individuais; em 1850, 10.000; em 1900, uns 100.000; em 1950, 1 milhão; e em 2000, seriam (não há ainda dados concretos para confirmar), 10 milhões.

d) Overload de informação

Nos últimos 10 anos, começou-se a falar em sobrecarga, "overload" de informação. É um problema novo na história da humanidade, com múltiplas dimensões. O acesso à informação relevante está ficando cada vez mais difícil, porque é preciso filtrá-la de quantidades crescentes de dados. Está se tornando, por isso, um conjunto de tarefas especializadas, executadas coletivamente, possivelmente com a ajuda de meios informáticos de busca. As tarefas de P&D, em conseqüencia, requerem capacidades formas de organização especializadas para identificar o mais rapidamente possível informações potencialmente prioritárias, evitar duplicação de esforços (por exemplo, em linhas de pesquisas, e em patenteamento e outras formas de proteção do conhecimento).

e) Importância dos ativos intangíveis; propriedade intelectual

o eixo da economia começou a deslocar-se, em ritmo crescente, da produção de bens materiais simples, para a produção de bens, materiais ou imateriais, aos quais se agregava um conteúdo cada vez maior de conhecimento. Nos centros econômicos mais avançados, surgiu, também, uma preocupação nova com o valor dos ativos intangíveis. Só relativamente há pouco tempo é que começou a generalizar-se nos meios de negócios e nas suas esferas de influência política a compreensão da importância econômica dos ativos intangíveis por contraste com os tangíveis. Em verdade, o ponto de inflexão se situa por volta de 1985, quando a moeda americana é estabilizada por ação internacional conjunta, e se anuncia a Rodada Uruguai do GATT.

K. E. Sveiby desenvolveu, primeiro na Suécia, uma análise refinada da relação entre intangíveis e tangíveis, e analisando as grandes companhias cotadas em bolsa do índice Dow Jones, desde os anos 20, chegou à conclusão de que os intangíveis, embora variando com a conjuntura, podiam chegar, em média, a 2 a 3 vezes o valor dos ativos materiais, pelo que o valor em bolsa podia ser muito superior ao PL apurado em balanço. Uma parcela, que pode ser muito significativa no caso de empresas de alto nível tecnológico (v.g., na de informática, microeletrônica, farmacêutica, etc., onde pode superar 10 para 1), é constituída por propriedade intelectual: patentes, marcas, direitos de uso ou execução, etc. Ou seja, os direitos estão ficando cada vez mais descolados do seu substrato material de início.

Em fins de 1995, as 500 companhias listadas no Standard and Poor, que representam cerca de 70% das companhias transacionadas em bolsa (o universo das ações transacionadas chega a 16 mil) nos Estados Unidos, tinham ativos fixos estimados em 1,2 trilhão, ao passo que seu valor de mercado, em bolsa, chegava a US$ 4,6 trilhões. A diferença de US$ 3,4 trilhões correspondia a intangíveis, em última análise, o valor da informação contida, sob todas as formas (inclusive propriedade intelectual), nessas empresas. Extrapolado para o conjunto das empresas em bolsa, daria US$ 4,9 trilhões (para um PIB então de US$ 7,4 trilhões). Um elemento complicador é o chamado "efeito de crescimento do valor" versus o valor tangível, ou patrimonial das firmas, que passou a ter grande impacto nas bolsas. A diferença entre o "market value" e o "book value" das empresas (estudado, por ex., por K. E. Sveibi) mostra, no período 1920-1995 duas características interessantes: forte sensibilidade cíclica, acompanhando a conjuntura, e tendência a crescimento persistente: em 1920, era 87%, em 1928 (ano de grande atividade nas bolsas) chegou a 240%, caiu a - 27% em 1932, voltou a 100% 1964-65, baixou para 2% na crise de 74-75, ficou negativa entre 78 e 81, e atingiu 282% em 1995. Esse extraordinário prêmio dado pelo mercado reflete sua percepção do valor do conhecimento, englobando o seu componente de P&D, embora também outros elementos intangíveis.[9]

[9] Sveibi, Karl-Erik, Measuring Intangibles and Intellectual Capital, Queensland University of Technology, Australia, ag.1988 (Internet Version).

f) Pesquisa e desenvolvimento – quantificação

Em 2000, ano para o qual temos dados mais completos, o total dos gastos com pesquisas foi de US$ 603 bilhões PPP, dos quais os Estados Unidos participaram com 44% (US$ 265 bilhões); agregando-se China (US$ 50,3 bilhões), Rússia (US$ 10,6 bilhões), Israel (US 5,6 bilhões), e Brasil US$4,6 bilhões), Argentina (US$ 1,3 bilhão), Chile e Colômbia (repectivamente US$ 0,4 e 0,2 bilhão), tem-se um total de US$ 676 bilhões. Os países que ficam fora dessa estatística não representam mais do que 4 a 5% do total mundial.

Nesse ano, o PIB mundial correspondeu a US$ 44,236 trilhões PPP (US$ 31,426 trilhões a câmbio corrente), e as 29 economias mais avançadas participaram com 55,5% do total (US 21,1% e área do Euro, 15,9%). O Brasil já mostra uma participação não-residual, em torno de 0,7% do total, abaixo, porém, da proporção da sua economia no Produto mundial (2,8%).

Nos 12 países mais representativos, a parcela da indústria no total dos gastos com P&D superou folgadamente a do setor público

7. TRANSFORMAÇÕES SOCIAIS NA REVOLUÇÃO DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES

a) Transformações sociais: fordismo e pós-fordismo; organização produtiva e formas de controle

Embora nas últimas décadas do Séc. XIX já estivessem ficando claras profundas mudanças nas características das economias capitalistas avançadas, em geral as observações críticas de esquerda concentraram-se no grande aumento da escala e nas tendências oligopolísticas e monopolísticas, que se manifestam, por exemplo, nos "trusts" americanos e nos cartéis alemães, e no extravazamento dessas tendências tidas como inerentes sob a forma de colonialismo e conflitos imperialistas.

Fordismo é um termo que o pensador marxista italiano A. Gramsci associou ao que chamava de "americanismo". Gramsci foi o primeiro pensador de esquerda a desenvolver uma visão analítica mais matizada e perceptiva do modo de funcionamento da forma líder do capitalismo industrial, que então surgia nos Estados Unidos. Nas suas notas na prisão fascista, escritas entre 1929-1935 (Caderno 22), reconheceu (com alguma admiração) a significação política e e cultural potencial de "uma ultra-

moderna forma de produção e de métodos de trabalho... como a que é oferecida pela variedade americana mais avançada, a indústria de Henry Ford" (cujo dinamismo de "pura ação" contrastava com "tradição", ação "real" que modifica de forma essencial tanto o homem quanto a realidade externa (em outras palavras, cultura real)", que contrastava com as sedimentações passivas produzidas pelo fenômeno da saturação e fossilização do pessoal e dos intelectuais do seviço público, do clero, dos proprietários rurais, do comércio pirata e do exército profissional... das massas ociosas e inúteis, pensionistas da História. Gramsci tinha em mente sobretudo a paisagem retrógrada do Sul da Itália de seu tempo.

Fordismo e taylorismo correspondiam às demandas de uma forma de produção cada vez mais diferenciada e tecnificada, e sem dúvida tinham uma face desumanizante — objeto do genial filme de Chaplin "Tempos Modernos", seu último longa-metragem silencioso, filmado entre 1932-36, em plena Depressão. Nos Estados Unidos, o auge do fordismo se deu na primeira metade do Séc. XX, ao passo que nas outra economias industriais, inclusive na Europa, onde a produção por lotes e em pequenas dimensões ainda era o caso mais geral, seu grande avanço ocorre depois da II Guerra. Até então, em muitas indústrias européias, em especial metalúrgicas e metal-mecânicas, predominavam empresas em menor escala, métodos semi-artezanais, com base ainda tradicional, e mão-de-obra experiente. A organização industrial soviética estabelecida nos Planos Quinquenais de Stalin, eram de concepção tipicamente fordista.

A Segunda Revolução Industrial, com o enorme aumento de escala, e os meios de informação e controle limitados à ação direta da estrutura gerencial, impunha sistemas hierárquicos rígidos, em pirâmide, caracterizou-se também pelo desenvolvimento de máquinas-ferramentas, com novos abrasivos e instrumentos de corte para operar em velocidades crescentes. O capital por trabalhador aumentou continuamente. Em 1914, nos Estados Unidos, era quase 3 vezes superior ao de 1889. Por outro lado, sua tendência inerente era de homogeneizar e padronizar os produtos oferecidos ao consumo — criando, pela primeira vez, o "consumo de massa", fenômeno inicialmente urbano, que primeiro se caracteriza nos Estados Unidos, na década de 20, puxado pela generalização dos automóveis, dos eletrodomésticos, dos mercados de alimentos padronizados, das confecções industrializadas.

A estrutura produtiva rígida, estática, em grandes instalações, gerou, em contrapartida, o sistema sindical americano, também grandes organizações de tipo oligopolístico, com considerável capacidade prática reivindicatória, e disposição para conflito com os empregadores, mas limitada disposição ideológica (em verdade, os sindicatos do setor manufatureiro tenderam a uma visão nacionalista politicamente quase-conservadora).

A transição da 2ª fase da 2ª Revolução Industrial para a 3ª Revolução Industrial, a Revolução da Informação e Comunicações apenas agora está começando a mostrar mudanças identificáveis com alguma clareza na organização produtiva, nas formas de controle do sistema e, de forma geral, na estrutura da sociedade. Abaixo, veja-se um quadro sintético das diferenças mais relevantes:

Fordismo	**Pós-*Fordismo***
Economia: concorrência e processo	
mercados nacionais protegidos	concorrência global
produção em massa de produtos padronizados	sistemas de produção flexíveis/pequenos nichos de mercado
organizações burocráticas hierarquicas	estruturas organizacionais mais achatadas e flexíveis
concorrência por cortes de preços e utilizaçâo plena da capacidade	concorrência por inovação, diversificação, subcontratação.
Força de trabalho	
trabalho fragmentado e padronizado	especialização flexível/ trabalhadores com múltiplas capacidades
pouca confiança/pouca discreção para a maioria dos trabalhadores *blue collar* ocupados no setor de manufaturas	alta confiança/alta discreção para a maioria dos ocupados no setor de serviços/ e *white collar*
pouco treinamento *on the job training* requerido para a maioria dos postos de trabalho	treinamento regular *on the job*, maior demanda para trabalhadores do conhecimento
pequena elite gerencial e profissional.	crescente classe gerencial e de serviços profissionais

b) Formas de organização produtiva, formação, capital humano, emprego, transitoriedade das relações emprego, o indivíduo como "microempresa"; formação continuada ao longo da vida

Mesmo nas sociedades mais ricas, a realidade quotidiana, até por volta da I Guerra, não estava muito longe dos padrões simples anteriores à Era

industrial. Até o início deste século, a riqueza derivava principalmente da aquisição de terras, as quais, com adição de trabalho, produziam alimento e renda. Por volta de 1915, e pelos 50 anos seguintes, a indústria substituiu a agricultura como setor dominante nos Estados Unidos e na Inglaterra. Em meados dos anos 70, as economias avançadas começaram a mudar, com o advento da era do conhecimento e da mão de obra de alta qualificação intelectual, no lugar do trabalhador industrial típico.

A organização fordista da economia define a segunda fase da Segunda Revolução Industrial, associada à organização autoritária, vertical, da economia e da sociedade, e à diferenciação dos Estados Unidos como superpotência (e, em que pesem aparentes diferenças, também da economia soviética), e pode ter algo a ver com a violência da competição econômica entre Estados nacionais e, por conseguinte, com a disposição para a proliferação de conflitos militares e políticos, na primeira metade do Séc. XIX. O fordismo tende a concentrar a autoridade, as decisões, e os meios de ação, debaixo de critérios de eficiência operacional, o que se encaixa naturalmente na dinâmica do Estado Nacional, e retroage sobre esta, realimentando-a.

Marx encarou o capital enquanto classe, a burguezia. Uma geração mais tarde, o grande economista inglês A. Marshall chamou a atenção para a "firma", como unidade operacional do processo produtivo. Mas a identificação de características específicas novas que faziam da empresa a unidade de conta de economia, por assim dizer-se, seria coisa de mais de 70 anos passados, quando, em 1932, Adolf Berle e Gardiner Means publicaram "The Modern Corporation and Private Property", uma inovadora análise da separação entre a propriedade do capital, e os mecanismos de efetivo controle do processo produtivo. Quase uma década mais tarde, em 1941, James Burnham, um ex-trotskista americano desencantado da concepção do Estado soviético, escreveu "The Managerial Revolution", em que aprofundou o exame desse fenômeno, então "moderno", pelo qual o controle efetivo do processo produtivo estava nas mãos dos que efetivamente o gerenciavam, e que os capitalistas, enquanto meros "donos" do capital, eram uma classe adormecida.

A Revolução da Informação e das Comunicações-IC – a 3ª Revolução Industrial – começou a mudar esse esquema de coisas, porque tornou possível, fácil, e barata, a interação simultânea e geograficamente universal entre agentes econômicos e sociais, simplificando as funções de comunicação, verificação e controle. A organização das atividades econômicas (em verdade, todas as atividades sociais), ao invés de se fazer em pirâmide, passou a ser em rede, com interações horizontais substituindo, em boa parte, os anteriores comandos e controles verticais. Sob o ponto de vista econômico, entre as muitas conseqüências dessa nova maneira de estruturação das interações entre os agentes, está a de permitir a redução da escala ótima das operações. As empresas muito grandes adquirem, assim, certo aspeto de "mastodontes", quando confrontadas com formas bem mais ágeis, adaptáveis e versáteis de organização e operação.

Por outro lado, novas formas de controle, com potencial oligopolístico, estão se tornando possíveis, graças os meios de comunicação e interação ultra-rápidos e automatizados, principalmente na área das finanças, da gestão dos mercados, do desenvolvimento de produtos e tecnologia, etc. Mas reduziram-se significativamente as vantagens potenciais da organização hierárquica em grande escala, de tipo fordista. O potencial oligopolístico das novos modos de organização em rede é muito mais função da agilidade e da capacidade de juntar fatores dispersos, como contatos financeiros, de mercado, acesso a tecnologia, etc., do que propriamente da escala, e ainda menos, da escala física das unidades da empresa.

As novas tecnologias de informação e comunicações deslocaram parcialmente a funcionalidade econômica da forma de organização da unidade econômica, para as operações isoladas – para o negócio, em última análise. Hoje, é possível montar-se quase instantaneamente uma empresa com elementos de quase todas as partes do mundo – por exemplo, tecnologia alemã, financiamento suíço, gerenciamento americano, consultoria sueca, sede física no Brasil ou, digamos, nas Ilhas Seychelles, para produzir microcircúitos integrados ou produtos sintéticos de química fina, para atender a uma única operação de demanda específica dos mercados do Oriente Médio.

O "emprego" de caráter duradouro, como forma de ocupação da força de trabalho, está mudando em vários sentidos. O emprego permanente em estabelecimentos centrais está diminuindo, substituído por formas

descentralizadas, em tempo parcial, precárias, ou por "terceirizadas". A formação permanente ao longo da vida está se tornando a regra, mesmo em estabelecimentos industriais de tipo tradicional, e já é corrente nos países do Norte da Europa. As formas de controle, a partir do contramestre, também estão sendo flexibilizadas, e substituídas por interações horizontais, em rede, pequenas equipes semi-autônomas, etc.

Estas mudanças estão criando novas demandas e necessidades sociais. Funções de seguridade, previdência e assistência, antes parcialmente por conta da empresa como instância de controle e execução, requerem hoje uma estrutura bastante mais abrangente e complexa, e cada vez maior capacidade de gestão operacional do setor público.

8. Algumas observações sobre o Brasil - oportunidades e limitações

a) o estado de coisas em matéria de C&T

O Brasil tem um passado contraditório, com algumas instituições de excelência e iniciativas às vezes pioneiras, como a criação do CNPq em 1951, meses apenas depois do seu equivalente norteamericano, que não supriram, entretanto, as deficiências educacionais herdadas. A industrialização por substituição de importações não estimularia naturalmente interesse em pesquisa e desenvolvimento. A liderança caberia ao Estado e, inevitavelmente, tenderia a haver um divórcio entre a oferta institucional, sobretudo acadêmica, e as demandas concretas do setor produtivo. Nos anos 70, coïncidindo com o fato de a economia estar atingindo um estágio mesotecnológico, o setor público tomou iniciativas mais efetivas em matéria de C&T.

Entretanto, é praticamente unânime entre os especialistas nacionais e estrangeiros que analisaram o desenvolvimento e as políticas de P&D do país, a opinião de que, até por volta de 1995, existia um sério divórcio entre a estrutura e a orientação institucional-acadêmica e as demandas da economia, em geral, e do setor produtivo, em especial, com inexistência de inexistência de um sistema de inovação industrial. Em verdade, a forma pela qual foram concebidas e executadas as políticas de substituição de importações equivaleu a um incentivo perverso contra o desenvolvimento

tecnológico, já que a importação de tecnologia, tanto embutida em equipamentos, quanto sob a forma de "know-how", dava ao beneficiário dessa importação uma posição de privilégio oligopolístico, ou mesmo monopolístico, que lhe assegurava, por um tempo, uma condição de rentista, de renda ricardiana. Naturalmente, houve notáveis exceções, v. g., da Petrobrás, com o CENPES, da EMBRAPA e outros centros de pesquisas agropecuários, de Manguinhos, do IPT de S. Paulo, do sistema de pesquisas das telecomunicações, e outros.

Por outro lado, é forçoso reconhecer que não haveria como ter uma política de P&D eficaz inteiramente à parte das condições reais do país, separada do conjunto da economia, da educação, da cultura, e das instituições, inclusive acadêmicas.

Nas últimas décadas, o Brasil investiu uma quantia significativa de recursos para construir sua capacidade de ciência e tecnologia. *Fellowships* fundadas pelo sistema de C&T Federal aumentaram de 5.000 para 40.000 por ano. Somente o CNPq gastou em média mais de US$500 milhões anualmente no treinamento de recursos humanos. Como conseqüência deste esforço, um sistema de C&T relativamente grande e uma variedade ampla de instituições relacionadas a C&T e políticas evoluiu, após os anos 80, quando:

• número anual de publicações científicas indexadas aumentou por um fator de 2,8 de 1981 para 1995. O Brasil praticamente dobrou,(de 0,44% em 1981 para 0,82% em 1995) sua participação mundial no total de publicações indexadas. Somente dezessete países contribuem acima de 1,0%.;

• conseguiu elevar de 0,6% para cerca de 1,2% a parcela do PIB destinada à C&T;

• e no final do século, uma série de iniciativas culminaram na criação dos Fundos Setoriais, no projeto da Lei da Inovação, e em atividades voltadas para a aproximação da pesquisa e tecnologia com o setor produtivo, inclusive, o promissor, em tese,

• Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para Apoio à Inovação, criado por meio da Lei N.º 10.168 de 29/12/2000 para estimular o desenvolvimento tecnológico brasileiro, mediante programas de pesquisa

científica e tecnológica que intensifiquem a cooperação de Instituições de Ensino Superior e centros de pesquisa com o setor produtivo. Os recursos recolhidos, conforme previstos na citada Lei, na Lei N.º 10.332 de 19/12/2001 e na Lei N.º 10.176 de 11/01/2001, serão geridos sob a denominação de *Fundo Verde Amarelo – FVA*.

b) A situação brasileira no panorama global

Seria talvez injusto, mas não de todo irrealista, dizer-se pouco demais e tarde demais. Nos anos 90, o processo de ajustamento da economia do país à liberalização globalizante provocou uma considerável desnacionalização do controle das empresas brasileira. Este processo, bastante generalizado, obviamente não é uma exclusividade nossa. Mas perto de 46% das 500 maiores empresas do país estão sob controle de capitais externos.

Com isso, pode dizer-se que se fechou a janela de oportunidade que esteve aberta por mais de 3 décadas, até a crise dos anos 80 (endividamento, inadimplência, desordem macro-econômica, e as dificuldades configuradas no Consenso de Washington, 1989), e que os "Tigres Asiáticos" souberam utilizar. Em especial, recorde-se que, ainda em 1960, a Coréia estava atrás do Brasil nos indicadores econômicos e educacionais, e conseguiu ultrapassá-lo folgadamente graças a um enorme e bem focalizado esforço de educação, com ênfase em matemática e ciências, e de desenvolvimento tecnológico, com prioridade para a empresa nacional. O Brasil tem estado sistemáticamente nos últimos lugares das provas PISA, ao passo que a Coréia disputa sempre entre os primeiros.

Nas condições atuais, o Brasil não deixa de ter oportunidades de desenvolvimento científico e tecnológico, mas estas últimas estarão balisadas pela distribuição internacional dos investimentos e pelas políticas de P&D dos grandes grupos transnacionais, e cada vez mais cerceadas pelas obrigações externas, tais como as assumidas na OMC. Apesar do que, o país provavelmente poderá ter vantagens competitivas em setores como a biotecnologia, e em nichos individuais. Mas ficou muito mais difícil formular as estratégias complexas para perseguir objetivos nacionais no cenário globalizado.

Um retrato de P&D nas empresas no Brasil

*Ronald Martin Dauscha**

1. Introdução

O artigo traz, em uma primeira parte, uma abordagem bastante conceitual e simples do ponto de vista da empresa, sem ter a pretensão de ser acadêmica ou sistêmica em relação à questão da inovação tecnológica como um todo. Contudo, todos os tópicos foram encadeados de tal forma a construir, de forma intuitiva e cumulativa, noções necessárias para que se atingisse o objetivo fundamental: entender a importância da P&D nas empresas, as dificuldades encontradas no Brasil e as soluções possíveis de serem aplicadas.

Na seqüência deste trabalho, baseou-se totalmente no trabalho divulgado pela Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei) em junho de 2004, intitulado "Como alavancar a inovação tecnológica nas empresas".

2. A importância da inovação tecnológica

Sem nos deter em demasiado neste item – uma vez que este aspecto será abordado em outros subitens dos "Grandes Temas", bem como já é tema de análise de diversos autores, é de qualquer modo importante deixar clara e reforçar a importância da inovação tecnológica para o desenvolvimento sustentado de um país.

Ronald Martin Dauscha é presidente da Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei).

Existem estudos que indicam correlações diretas em países entre gastos crescentes em inovação tecnológica e P&D, com a evolução de sua produtividade e produto interno. Uma mudança do perfil tecnológico da pauta de suas exportações para itens com maior valor agregado tecnológico (incluindo aqui *commodities*), e com isto acarretando uma maior inserção e aproveitamento do comércio global, geralmente é conseqüência de uma alteração ou incremento das atividades de inovação tecnológica das respectivas nações.

3. Definição de inovação tecnológica e P&D

Para fins do diagnóstico apresentado mais adiante neste trabalho das atividades de inovação tecnológica e P&D das empresas e das considerações sobre ações internas e externas à empresa, faz-se necessária uma definição destes conceitos.

A inovação tecnológica, no seu sentido mais abrangente, compreende todas as atividades internas e externas de P&D, aquisição externa de P&D e outros conhecimentos externos, aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento, introdução das inovações tecnológicas no mercado, projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição.

Especificamente, as atividades de P&D englobam as de pesquisa em ciências básicas e aplicadas, aumentando o conhecimento, visando obter novas aplicações inovadoras; as de desenvolvimento, como atividade experimental ou aplicada, visando a produção de novas aplicações, a instalação de novos processos, sistemas e serviços, ou para melhorar substancialmente o que já existe ou está instalado com base no conhecimento disponibilizado pela pesquisa básica e ou aplicada; ou as de engenharia relacionadas diretamente ao processo rotineiro de adaptação e customização de produtos ou processos.

4. A Empresa e as atividades de P,D&I

A evolução econômica de um país, alvo da derivada positiva citada no item 2, é oriunda da somatória da geração e crescimento de empresas individualmente. Dito desta forma, parece uma afirmativa óbvia, mas nos remete a analisar os objetivos independentes de uma organização com fins lucrativos.

Uma empresa privada com esta característica tem como seu objetivo principal, e mais nenhum, aumentar o seu valor para os acionistas ou seus proprietários. Deve-se lembrar que o único motivo porque estes optam por aplicar seus ativos financeiros nesta organização (e não em outras ou no mercado financeiro) é porque existe uma expectativa clara que esta lhe proporcionará rendimentos melhores. Este fato explica a pressão das empresas por resultados positivos e imediatos e tantos comportamentos advindos destas premissas inexoráveis. Obviamente, estes nunca devem sobrepor-se a conceitos éticos, morais e de cidadania empresarial, como principalmente, ao objetivo da missão e estratégias inicialmente definidas pela organização.

O sucesso e o crescimento destas organizações passam pelo aumento do faturamento de seus produtos, serviços ou soluções e/ou de suas margens de comercialização. Para isto, precisam tornar seus itens comercializados mais atrativos para os clientes (preço, valor agregado, funcionalidades, modelos de venda, distribuição, pós-venda, etc.), os custos destes, menores (insumos, processos, estrutura, escala, etc.), bem como garantir o aumento da produtividade e qualidade dos processos internos da empresa (gestão, governança corporativa, administração, sistemas, infra-estrutura, etc.). As atividades de inovação tecnológica e de P&D nas empresas, realizadas dentro da organização ou em conjunto com parceiros externos (universidades, institutos de pesquisa, outras empresas de base tecnológica, etc.), no escopo desta contextualização, aparecem claramente não como atividade fim, mas como meio. Claramente, a inovação tecnológica e o P&D nas empresas é um elemento alavancador dos negócios da empresa alinhado com as premissas estratégicas da organização.

Geralmente estas atividades apresentam um alto custo de realização e um longo tempo de maturação, sempre competindo com as pressões por resultados em tempos reduzidos. E é neste aspecto que torna-se importante a existência de outros estímulos que viabilizem o início, manutenção ou aumento das atividades de inovação tecnológica na empresa.

5. APOIO PÚBLICO A P&D

São aplicados em diversos países do mundo, preponderantemente nos desenvolvidos, uma série de instrumentos de apoio público na forma de

incentivos fiscais e fomento via subvenção direta econômica, com intuito de alavancar as atividades de P&D no setor privado. A média deste suporte a P&D nos países da OCDE, incluindo fomentos e incentivos fiscais, chega a 14%, com valores chegando a mais de 40% em países como Portugal e Espanha.

Estes países reconheceram a importância, como já aventado anteriormente, desta alavancagem a P&D para manter os gastos nas empresas elevado, garantindo assim um retorno favorável na produtividade do setor privado. Os governos têm consciência de que os resultados desta atividade de inovação têm um ganho social e econômico extremamente importante (empregos, impostos, balança comercial, desenvolvimento regional, etc.), normalmente, superior ao retorno para o próprio segmento privado. Isto justifica um papel ativo do setor público neste fomento, pois as próprias regras de mercado não são suficientes para mudar drasticamente o patamar de investimento em P&D das empresas.

Ouvimos algumas vezes aqui no Brasil crítica a um apoio direto do setor publico às empresas, com o seguinte questionamento: "Por que estas não reaplicam simplesmente o seu lucro nas atividades de P&D? Para que uma ajuda governamental, retirando investimentos de outros setores?". De estudos que concluem assimetrias dos retornos sociais e privados advindos de investimentos em P&D, dos exemplos de outros países citados acima e do fato de que o próprio mercado geralmente não é suficiente para mudar drasticamente o patamar de gastos das empresas (basta avaliar os resultados da Pintec/IBGE de 2002), ficam totalmente neutralizados tais questionamentos. Sem um procedimento contundente de apoio a P&D nas empresas, o Brasil corre o risco de continuar nas próximas décadas com o mesmo nível baixo de inovação tecnológica.

6. Educação e cultura como premissas para o desenvolvimento

A educação em nível fundamental e médio, propiciada de forma universal e com qualidade, é condição *sine qua non* para que haja uma evolução gradual do nível de formação de uma população, objetivando três fatores importantes: mercado de trabalho, mercado de consumo e discernimento – tripé básico para uma reversão do perfil tecnológico da economia de um país. Também devemos estender a importância do quesito educação para o

ensino superior. A universidade, que tem duplo papel como formadora de recursos humanos qualificados e geradora de ciência básica, garante o arcabouço necessário para um desenvolvimento sustentado em alinhamento com o setor industrial (não usamos aqui a definição de "setor produtivo" pela conotação negativa que se infere aos outros setores que não se enquadram nesta categoria e poderiam ser chamados erroneamente de "improdutivos").

Outro aspecto normalmente negligenciado na avaliação do desenvolvimento tecnológico de um país é o discernimento cultural de uma população, principalmente, nos quesitos éticos, morais e políticos. Mudanças nos patamares dos níveis de educação permeiam diretamente os costumes, relacionamentos, expectativas e cobranças da sociedade, da economia e dos dirigentes políticos. Reduz-se claramente com isso um montante considerável de recursos desviados para atividades escusas ou de interesses próprios, passando a ser corretamente endereçados para os interesses comuns da sociedade, em função de um maior esclarecimento e controle da população, como também uma menor capacidade de influência das massas pelos governantes ou candidatos a cargos eletivos.

7. O MODELO DA CORÉIA DO SUL

Para ilustrar o item anterior, talvez um pouco intangível, pinçaremos alguns aspectos culturais e educacionais da Coréia do Sul, país normalmente tomado como referência para exemplificar a evolução tecnológica de uma nação em poucas décadas. Há 40 anos a Coréia apresentava indicadores sociais e econômicos semelhantes que aos do Brasil (ou mesmo piores) e hoje praticamente erradicou o analfabetismo; possui 82% dos jovens em universidades e tem uma renda per capita maior que o dobro da do nosso país. Possui ainda um PIB em crescimento contínuo, sem falar no número de patentes registradas anualmente no exterior (mais de 10 vezes maior).

Todos estes resultados e indicadores foram obtidos por meio de políticas e estratégias consistentes, sistemáticas e de estado que foram implementados desde a década de 60: concentração dos recursos públicos no ensino fundamental – e não só na universidade, que ficou para a iniciativa privada; investimentos em pólos universitários voltados para a área tecnológica e em centros tecnológicos empresariais, bem como incentivo e

veneração ao estudo (os coreanos estudam diariamente mais do que o dobro dos brasileiros), com grande participação dos pais e educadores no processo.

A fixação coreana pela educação tem raízes profundas na cultura do país. O confucionismo, doutrina milenar de origem chinesa, já difundia valores como a dedicação ao trabalho e o incentivo à educação na Coréia de cinco séculos antes de Cristo, sem falar no senso de hierarquia da população e um perfil étnico e cultural mais homogêneo do que o do Brasil.

Obviamente aspectos culturais arraigados não podem ser replicados de um país para outro, mas uma série de políticas públicas adotadas nas décadas passadas pela Coréia e, principalmente, sua consistência e continuidade, devem ser usados como exemplo pelo Brasil.

8. O estudo da Pintec/IBGE

A pesquisa industrial – inovação tecnológica (Pintec), do IBGE, apresenta um conjunto de informações abrangentes sobre a realização das atividades inovativas pelas empresas brasileiras, no período de 1998 a 2001, permitindo cruzamentos de resultados entre as atividades de P&D e as demais atividades. A seguir, são analisados os principais resultados da pesquisa do IBGE e extraídas algumas conclusões preliminares sobre as características do processo de inovação no Brasil.

A taxa de inovação para o conjunto das empresas industriais brasileiras é de 31,5%. Do universo de 72.005 empresas industriais consideradas, somente 22.698 implementaram produtos e/ou processos novos ou substancialmente aprimorados para a empresa ou para o mercado, no período considerado.

A taxa de inovação das empresas brasileiras pode ser decomposta da seguinte forma: somente 6,3% das empresas implementaram inovações de produto, 13,9% apenas de processo e 11,3% de produto e processo. Considerando as empresas que implementaram os dois tipos de inovação, a taxa para produto, do conjunto das empresas brasileiras é de 17,6% e a de processo, 25,2% (ver Tabela 1 a seguir).

Tabela 1. Taxa de inovação: geral, produto e processo

Atividades		Em (%)	
	Geral	Produto	Processo
Empresas de capital nacional	30,6	16,5	24,5
Empresas de capital estrangeiro	61,8	50,2	47,3
Total Brasil	**31,5**	**17,6**	**25,2**

Fonte: IBGE, Pintec

No ano de 2000, os dispêndios nacionais em P&D situavam-se num patamar pouco superior a 1% do PIB, o que representa um esforço equivalente a países como Espanha (0,94%) e Portugal (0,8%), significativamente mais elevado do que a média dos países da América Latina (0,6%), mas ainda distante da média dos países da OCDE (2,2%). Ao contrário da maioria destes últimos, no caso brasileiro o setor governamental responde pela maior parcela desses gastos e cabe às instituições públicas de ensino e de pesquisa papel preponderante na execução dessas atividades.

Enquanto o setor empresarial responde por mais de 63% dos dispêndios dos países membros da OCDE, no Brasil essa participação é de aproximadamente 37%. Como a relação P&D/PIB nos países da OCDE é de 2,2%, os gastos em P&D do setor empresarial, lá, respondem por 1,39% do PIB (2,2% x 0,63), enquanto no Brasil, a participação do setor empresarial é de 0,40% do PIB brasileiro (1,07% x 0,37), ou seja 3,5 vezes menor em termos relativos. Já na participação dos dispêndios governamentais, não há diferença sensível: no Brasil é de 0,67% do PIB enquanto na média nos países da OCDE é de 0,81%.

9. INOVAÇÃO SEGUNDO ORIGEM DO CAPITAL

Tomando por base os resultados agregados sob a ótica da origem do capital da empresa, as diferenças são muito expressivas. A taxa geral de inovação para as empresas de capital estrangeiro é mais do que o dobro da encontrada para as empresas de capital nacional, respectivamente 61,8% e 30,6% (ver Tabela 1). A diferença é praticamente a mesma para as taxas de inovação de processo, mas é significativamente ampliada quando se consideram as taxas de produto: a proporção de empresas de capital estrangeiro que introduzem inovações de produto em relação ao universo

das estrangeiras é mais de três vezes superior à mesma proporção de empresas de capital nacional.

Daí se conclui que enquanto as empresas de capital nacional privilegiam as inovações de processo, mantendo a trajetória tecnológica das empresas brasileiras de buscarem a competitividade por meio da eficiência produtiva, as estrangeiras buscam tanto as inovações de produto quanto de processo. Por outro lado, as empresas de capital estrangeiro contam com a estrutura de suas próprias corporações para o desenvolvimento de novos produtos, a qual desempenha papel fundamental na estratégia de inovações de produto das subsidiárias localizadas no Brasil.

Conforme pode ser observado na Tabela 2, as empresas de capital estrangeiro também inovam mais quando a referência é o mercado nacional. Aqui, as diferenças em relação às nacionais são ainda mais expressivas. Note-se, contudo, que, mesmo tomando como referência o mercado nacional, as inovações não supõem necessariamente um esforço próprio de capacitação tecnológica. Em particular, no caso das empresas de capital estrangeiro, as taxas mais elevadas podem estar refletindo uma estratégia de "internalização" de produtos ou processos novos desenvolvidos no exterior por outras empresas do grupo. Por outro lado, no caso das empresas de capital nacional, o baixo percentual de inovações de processo para o mercado nacional (8,9%) confirma que se trata de processos de modernização das empresas – com aquisição de tecnologia – e não de inovação propriamente dita.

Tabela 2. Empresas que inovaram para o mercado

Empresas	Nº total de empresas	Nº empresas inovadoras (1)	Produto		Processo	
			Nº empresas que inovaram em produto	% Inovações para o mercado	Nº empresas que inovaram em processo	% Inovações para o mercado
Total Brasil	72.005	22.698	12.658	23,5	18.160	11,0
Nacionais	69.788	21.326	11.546	20,4	17.110	8,9
Estrangeiras	2.218	1.372	1.112	56,1	1.050	44,7

Fonte: IBGE, Pintec

(1) O número de empresas inovadoras corresponde á soma das que inovaram em produto e em processo, menos o número de empresas que inovaram em produto e processo.

Para análise mais detalhada da atratividade de empresas de capital estrangeiro, sugerimos a leitura do texto "P&D nas empresas multinacionais no Brasil" gerado para o seminário preparatório "Como usar C,T&I para aumentar a presença internacional do país".

10. GRANDES EMPRESAS

Na Tabela 3, apresentada a seguir, observa-se que as taxas de inovação são tanto mais elevadas quanto maior é o porte da empresa, independentemente da origem do capital. Analogamente, as empresas de maior porte também inovam significativamente mais para o mercado do que as empresas de menor porte. Entretanto, a conclusão mais importante que pode ser derivada dos dados abaixo é que as empresas de capital nacional que empregam mais de 500 pessoas exibem taxas de inovação gerais próximas às taxas equivalentes para as empresas de capital estrangeiro do mesmo porte. Embora haja ainda diferenças relevantes para as taxas de inovação de produto e processo, são muito mais significativas as diferenças dentro do próprio subgrupo das nacionais quando se consideram os distintos estratos de tamanho. De forma geral, os resultados da pesquisa de inovação brasileira só podem ser bem compreendidos à luz das diferenças de porte entre as empresas.

Tabela 3. Taxa de inovação por origem do capital e porte das empresas da indústria de transformação

Em (%)

Nº de empregados	Empresas de capital nacional			Empresas de capital estrangeiro		
	Geral	Produto	Processo	Geral	Produto	Processo
Total	30,9	16,8	24,7	62,0	50,7	47,3
De 10 a 29	25,6	13,3	20,1	34,2	30,8	22,6
De 30 a 49	33,3	18,2	26,7	52,6	47,3	28,8
De 50 a 99	42,3	23,4	33,2	61,8	51,8	41,0
De 100 a 249	47,4	27,7	40,2	67,8	52,3	54,1
De 250 a 499	54,7	32,3	47,2	69,1	46,5	56,9
De 500 e mais	71,8	53,5	65,2	87,0	76,4	76,8

Fonte: IBGE, Pintec

São as grandes empresas nacionais e estrangeiras as que mais investem em tecnologia, dentro do ambiente de pouca inovação tecnológica no país. São empresas em que seus empresários e executivos têm presente que investir em tecnologia é estratégico para a conquista de mercados. Sustentam que a inovação é indispensável para a diferenciação de produtos e serviços, que é

um instrumento para aumentar a competitividade, que é necessária para fazer face às tendências de mercado, que é um meio para ajuste e adaptação rápida às mudanças do mercado e que é essencial para entrada em novos mercados – conquista de novos clientes, outras regiões do país e outros países.

Essas empresas, diferentemente das pequenas e médias, são mais suscetíveis às políticas horizontais – têm condições de responder mais rapidamente às mesmas – como a de concessão de incentivos fiscais e financeiros, ainda que não deixarão de investir em tecnologia se essas políticas não existirem ou forem inócuas. É claro que investirão menos do que poderiam investir, mas sabem que, como já mencionado, se não inovarem, perderão mercados e força competitiva.

11. A importância da inovação tecnológica

Tendo em vista as inovações introduzidas na indústria brasileira entre 1998 e 2000, as informações da Tabela 4, a seguir, indicam o tipo de atividade tecnológica que as empresas mais realizam e qual o grau de importância revelada para cada uma dessas atividades.

Com base na avaliação das próprias empresas inovadoras, a atribuição de importância às distintas atividades inovativas parece confirmar algumas noções bastante conhecidas. Em primeiro lugar, chama a atenção que 67% das empresas de capital nacional que introduziram inovações atribuam baixa importância e declarem não ter realizado atividades internas de P&D. Cerca de 92% dão pouca importância à aquisição externa de P&D, representada pela contratação de terceiros para a realização de tais atividades, estejam elas localizadas no Brasil ou no exterior. A busca de outros conhecimentos externos (*know how*, licenças e patentes) também não é valorizada por 86% das empresas de capital nacional (Tabela 4). Essas três atividades inovativas se referem à busca e aquisição de conhecimento. Se a grande maioria das empresas de capital nacional considera essas atividades como de baixa importância, significa que os empresários não vêem ainda no conhecimento uma forma importante de competição para estar à frente de seus concorrentes. Há de se levar em conta, entretanto, que o ambiente macroeconômico, historicamente, não tem favorecido ou estimulado suficientemente a atividade de P&D no Brasil, ao contrário do que ocorre na grande maioria dos países tecnologicamente mais competitivos.

Tabela 4. Grau de importância atribuído às atividades inovativas pelas empresas que introduziram inovações

Em (%)

Atividades inovativas	Baixa importância e não realização			
	Empresas de capital nacional	Empresas nacionais de grande porte (1)	Empresas de capital estrangeiro	Empresas estrangeiras de grande porte (1)
Atividades internas de P&D	67	33	44	28
Aquisição externa de P&D	92	71	83	72
Aquisição de outros conhecimentos externos	86	58	52	51
Aquisição de máquinas e equipamentos	23	15	27	16
Introdução de inovações tecnológicas no mercado	73	52	58	46
Projeto industrial e outras preparações técnicas	57	30	33	22

Fonte: IBGE, Pintec

(1) Empresas que empregam 500 ou mais pessoas

12. OBSTÁCULOS À P&D

Conforme pode ser observado na Tabela 5, das empresas inovadoras que relataram enfrentar problemas, mais de 76% delas atribuíram alta ou média importância aos riscos econômicos excessivos, quase 83% destacaram o elevado custo da inovação e cerca de 62% apontaram a escassez de fontes apropriadas de financiamento como obstáculos relevantes à inovação. Todos esses são fatores de natureza econômica, porém com significados diferentes.

Os riscos econômicos excessivos podem estar associados à incerteza de sucesso econômico da inovação, seja por determinantes de natureza microeconômica, isto é, relativos às incertezas de um mercado pouco conhecido ou de difícil previsão, seja por determinantes de natureza macroeconômica, ao enfrentarem ambiente desfavorável às inovações, o que também acaba se traduzindo em dificuldades de desempenho nos mercados onde atuam. Portanto, aqui pode ser entendido que o problema se relaciona ao mercado.

O segundo problema que mais afeta as empresas inovadoras é o elevado custo da inovação, mas neste ponto há que se reconhecer que a política tecnológica governamental sempre esteve voltada à redução dos custos do investimento necessário para a inovação. As empresas, com a resposta que deram a esta questão, estão revelando que a política do governo não tem sido eficaz, ou não atingiu massa crítica em um grande número de empresas.

O terceiro problema apontado refere-se às condições de financiamento da inovação, o que novamente pode ser remetido à questão do Estado, por não estar oferecendo estruturas de financiamento adequadas para a inovação. De qualquer forma, os três problemas apontados podem ser amenizados com políticas mais adequadas de apoio ao desenvolvimento tecnológico empresarial.

O último fator diz respeito ao mercado. A baixa vinculação que as empresas têm feito entre inovação e competitividade pode até ser uma conseqüência do modelo da substituição de importações, no qual o investimento em capacidade produtiva era a variável estratégica para atender a um mercado doméstico dado. Dessa forma, as empresas investiram na constituição do parque industrial e não havia "a necessidade" de se preocupar com o mercado porque ele existia e era atendido por importações. Bastava apenas substituí-la por produto nacional à medida que o processo de industrialização ia se desenvolvendo e criando novos mercados para a implantação de novos setores industriais. É comum ouvir entre os empresários que durante a substituição de importações "as empresas não vendiam seus produtos. Eles eram comprados pelos clientes".

Tabela 5. Importância atribuída pelas empresas inovadoras aos obstáculos à inovação *

Origem do capital e porte	Total de empresas inovadoras	Riscos econômicos excessivos (%)	Elevados custos da inovação (%)	Escassez de fontes apropriadas de financiamento (%)	Falta de informação sobre os mercados (%)
Total Brasil	**12.267**	**76,4**	**82,8**	**62,2**	**34,0**
Nacional	11.622	76,2	83,2	63,4	34,4
De 10 a 29	6.744	75,6	85,8	66,2	35,2
De 30 a 49	1.619	79,7	79,4	59,6	37,3
De 50 a 99	1.537	76,2	80,3	58,0	30,8
De 100 a 249	965	76,3	80,0	63,3	33,9
De 250 a 499	379	78,9	79,1	62,7	31,6
De 500 e mais	378	70,6	75,9	50,7	25,4
Estrangeiro	645	78,6	76,6	40,7	26,6
De 10 a 29	71	100,0	85,6	49,7	19,2
De 30 a 49	43	100,0	45,2	48,0	17,7
De 50 a 99	132	82,2	86,9	49,7	37,0
De 100 a 249	145	67,2	69,9	32,8	26,6
De 250 a 499	89	72,8	84,7	48,7	23,2
Com 500 e mais	165	74,3	74,1	30,3	25,8

Fonte: IBGE, Pintec

OBS: Percentual das empresas que atribuíram alta ou média importância aos fatores apontados. As empresas podem atribuir alta ou média importância a um ou mais fatores.

Isso equivale a dizer que as empresas não desenvolveram adequadamente sua capacidade em competir em mercados de grande concorrência, em nível mundial, no conhecimento de seus concorrentes externos e nas estratégias para se introduzirem em novos mercados. Em conseqüência, muitas empresas não conseguem, até hoje, identificar no mercado oportunidades de rentabilidade que poderiam ser aproveitadas com o desenvolvimento de novos produtos e/ou novos processos de produção.

13. ATIVIDADES DE P&D

No ano de 2000, de acordo com a pesquisa do IBGE, 7.412 empresas industriais brasileiras, com mais de 10 empregados, realizaram dispêndios com atividades internas de P&D, de um total de 72.005 empresas do universo, o que representa pouco mais de 10%, confirmando a noção de que esses gastos têm natureza bastante restrita (ver Tabela 6).

Tabela 6. Gastos e intensidade em P&D por setor de atividade

Atividades	Nº de empresas	Receita líquida de vendas (R$ mil)	Nº de empresas com gastos em P&D	Gastos em P&D (R$ mil)	Intensidade de P&D (1) (%)
Empresas de capital nacional	69.788	362.819.342	6.655	2.019.779	0,56
Empresas de capital estrangeiro	2.218	219.515.818	757	1.721.793	0,78
Total Brasil	**72.005**	**582.335.160**	**7.412**	**3.741.572**	**0,64**

Fonte: IBGE, Pintec

(1) Relação entre os gastos de P&D e a receita líquida de vendas

Por sua vez, os dispêndios dessas empresas somaram R$ 3,7 bilhões, para um valor de receita líquida de vendas de R$ 582,4 bilhões, indicando uma intensidade do esforço de P&D de 0,64%. A exemplo do que ocorre com a taxa de inovação, a intensidade do esforço de P&D – dada pela relação entre os dispêndios com essas atividades e a receita líquida de vendas – entre as empresas brasileiras é bastante próximo do percentual encontrado para as empresas espanholas: 0,57%.

14. AS CAUSAS DO BAIXO INVESTIMENTO

A explicação para o baixo dinamismo inovador do Brasil está nos fundamentos do modelo de desenvolvimento de governos anteriores, isto é,

no modelo de substituição de importações. É importante lembrar que o início do processo de industrialização pela substituição de importações foi uma resposta da economia brasileira aos estrangulamentos do comércio exterior, provocados por choques externos. Os instrumentos acionados para defender a economia desses problemas foram macroeconômicos, tais como taxa de câmbio, barreiras à importação e expansão do crédito.

Por conseqüência, a dinâmica da economia brasileira era determinada por fatores de natureza macroeconômica, sendo o nível de eficiência produtiva e desenvolvimento tecnológico tomados como variáveis de efeito secundário para o momento. A partir de meados dos anos 80, quando a situação macroeconômica se deteriorou, a falta de competitividade das indústrias foi debitada a outros fatores macroeconômicos: custo Brasil, alto nível de inflação, elementos da competitividade sistêmica, crises econômicas, desequilíbrio das macrovariáveis, etc. De fato esses fatores têm sua importância na competitividade do setor industrial, mas os aspectos microeconômicos foram esquecidos nessa discussão.

Quanto à inovação, constituiu-se uma indústria pouco dinâmica em relação à geração e incorporação de progresso técnico, tendo em vista o isolamento quanto à competitividade externa, a rentabilidade obtida e o relativamente fácil acesso a tecnologias importadas. Portanto, não era necessário correr os riscos inerentes à atividade inovadora. Vale destacar, novamente, que o desempenho financeiro das empresas era excessivamente dependente da dinâmica macroeconômica e da engenharia financeira dos departamentos financeiros das empresas, principalmente nas fases de alta inflação e de crises econômicas do país.

Entretanto, os anos 90 introduziram inovações institucionais na economia brasileira. Duas delas foram as mais importantes: a primeira foi a liberalização econômica, com destaque para o processo de abertura comercial; a segunda foi a redução da intervenção do Estado na economia, com destaque para o processo de privatização de empresas.

Essas mudanças, juntamente com uma política econômica que levou o país a crescer a taxas muito baixas, levaram à necessidade de reestruturação da indústria brasileira. São várias as dimensões desse processo de reestruturação. As empresas passaram a dar maior foco à competitividade de seus negócios, maior atenção ao mercado internacional, introduziram

inovações organizacionais, fizeram mudanças nos seus portfólios de produtos e mercados, etc.

A estratégia tecnológica da maior parte das empresas caminhou em duas direções. Por um lado, as inovações organizacionais e de melhoria de qualidade dos produtos oferecidos foram velozmente difundidas, contribuindo para significativos ganhos de produtividade e qualidade no setor industrial (mais especificamente nas grandes empresas), o que compensou as perdas impostas pela crise da economia e pela maior concorrência de produtos importados. De outro, as empresas, apesar de terem mantido baixa a ambição de se capacitarem tecnologicamente, elevaram o patamar do que poderia ser considerado como o mínimo de atividade tecnológica necessária para se manter no mercado. Geralmente, essas inovações implicavam em fazer pequenas mudanças em produtos e processos, para que pudessem se aproximar mais de seus clientes.

De uma forma geral, pode-se dizer que durante os anos 90 as empresas que sobreviveram às condições desfavoráveis tornaram-se mais eficientes. Porém, a capacitação em engenharia de fabricação já era uma competência detida pela indústria brasileira, conquistada por meio da operação das plantas industriais durante o processo de substituição de importações. Assim, apesar da introdução das inovações organizacionais e de aperfeiçoamentos/adaptações de produtos e processos, não houve mudança nem ruptura na trajetória tecnológica das indústrias.

15. Pequenas e médias empresas

Levar as pequenas e médias empresas (PMEs) a investirem mais em inovação tecnológica é fundamental, mas, por outro lado, é uma das mais complexas, representando certamente um dos maiores desafios para os formuladores de políticas públicas da área de C,T&I. Sem compreender como de fato funcionam essas empresas, a tendência dessa área é formular políticas inadequadas, de caráter geral e de apoio pontual que pouco, ou quase nada, acrescentam.

É no plano microeconômico, mais precisamente na solução dos problemas estruturais que afetam as pequenas e médias empresas, que deve ter início o processo de mudança em relação à inovação tecnológica.

Outrossim, para que as políticas para as PMEs possam gerar melhores resultados, as ações devem ser levadas a efeito prioritariamente em aglomerações de empresas, como os arranjos produtivos locais (APLs), ou em grupos de empresas que constituam elos de uma mesma cadeia produtiva.

Em geral, o que se tem visto como diagnóstico sobre as causas básicas das deficiências das PMEs em relação à inovação tecnológica é limitado à identificação dos gargalos tecnológicos. Quando a política de C,T&I para as PMEs só considera esses problemas, não consegue produzir resultados relevantes. Isso ocorre porque soluções como a de superar os gargalos tecnológicos são insuficientes para as PMEs passarem a inovar. Na realidade, se essas empresas não mudarem radicalmente os fundamentos do seu negócio, continuarão com baixo padrão de comportamento relativo à inovação e continuarão a ter grandes dificuldades em se expandir e a participar de mercados mais competitivos.

Numa análise do que se passa na maioria dos APLs ou de qualquer outro tipo de agrupamento de pequenas e médias empresas, vê-se que elas apresentam deficiências em todos os níveis (conhecimento, tecnologia, finanças, gestão, recursos humanos, produção, design, comercialização, distribuição, etc.). Ou se trabalha para elevar o padrão em todas essas áreas, ou não se conseguirá mudanças de efeito duradouro nas PMEs. Como afirmado, soluções pontuais levadas a efeito com sucesso, como a eliminação dos gargalos tecnológicos, acabam não gerando mudanças significativas do patamar competitivo delas.

Tampouco a solução dos problemas das PMEs pode se dar somente por meio de políticas horizontais, como a de concessão de incentivos fiscais, pois elas não terão influência substancial na mudança de postura das mesmas em relação à introdução de inovações nos seus produtos e processos produtivos.

As PMEs estão localizadas, em sua grande maioria, em segmentos tradicionais da indústria (entre outros, móveis, jóias, confecções, calçados e plásticos), em alguns poucos segmentos ligados às novas tecnologias ou na condição de subfornecedores de grandes empresas industriais, atacadistas/varejistas e montadoras. Apesar de diferentes, as deficiências encontradas nos segmentos tradicionais, sobretudo as ligadas à gestão, são também encontradas nos segmentos de tecnologia de ponta.

A maioria das PMEs trabalha sem conhecer, no nível necessário, o mercado em que atua. É comum seguirem (copiarem) os passos das grandes empresas líderes do segmento em que atuam, ou o que ditam as grandes do comércio varejista ou atacadista, ou seus grandes clientes. Portanto, seguem o que as grandes fazem ou querem que elas façam. Com isso, o modelo que adotam é o da concorrência via preço, que requer escala de produção. Ao ficarem reféns desse modelo, as PMEs entram numa espiral progressiva de informalidade, isto é, ao procurarem manter-se competitivas vão buscar lucratividade, cada vez mais, na informalidade.

Essa espiral poderia ser retratada da seguinte forma: 1) as PMEs deixam de pagar impostos; 2) esgarçam as relações com os trabalhadores, deixando de pagar os encargos sociais e levando-os, mais adiante, para a informalidade; 3) prejudicam o meio ambiente. Nessa espiral de guerra de preços, mesmo na informalidade, grande parte delas acaba morrendo.

É fácil concluir que num modelo como esse, em que elas copiam os grandes de seu segmento ou são pautadas pelos grandes do comércio ou mesmo da indústria, as PMEs não inovam, nem têm porque inovar. No caso do relacionamento com as grandes empresas de comércio, estas lhes dão os desenhos (no segmento moveleiro esta prática é bastante comum) e, em alguns casos, cederão também os moldes dos produtos que têm de fabricar (no segmento de calçados, por exemplo, os grandes importadores cedem esses moldes).

A solução inicial para romper com os problemas decorrentes desse quadro está em induzir as PMEs a trabalharem em nichos, porque dificilmente serão competitivas se estiverem competindo na parcela do mercado em que a concorrência é ditada pelos grandes, onde predominam escala de produção e preços. Para induzi-las a localizar e a trabalhar em nichos é de fundamental importância a realização, simultânea, de pesquisa de mercado e de diagnóstico completo dos seus problemas. O confronto entre o resultado da pesquisa de mercado e do diagnóstico permitirá a discussão sobre a escolha dos nichos de mercado que poderão fazer. Na realidade, é com a utilização correta desses instrumentos que se inicia a superação dos problemas estruturais encontrados nas PMEs.

Bem apoiadas elas poderão fazer suas escolhas de mercado e elaborar seus planos estratégicos que, inevitavelmente, darão papel de destaque à

inovação. Sem dúvida, a partir do momento em que fizerem as opções pelos nichos de mercado que pretendem atender, estarão começando a se abrir para mudanças, as quais terão rebatimento sobre o seu comportamento em relação à inovação tecnológica.

O apoio a ser dado às PMEs deverá ocorrer por meio de um amplo trabalho de extensionismo gerencial/tecnológico/mercadológico, que deverá abranger todas as áreas dessas empresas. Começará com a correta escolha de mercados e na elaboração de planos estratégicos. Sem isso, elas dificilmente mudarão. O extensionismo na indústria deverá merecer atenção especial do governo e das diferentes entidades que atuam na assistência gerencial e técnica às pequenas e médias empresas.

Ao insistirem em seguir os passos das grandes empresas dos segmentos em que estão presentes, dentro do modelo da concorrência via preços, as PMEs não sentem necessidade de demandar serviços aos institutos de pesquisas ou às universidades, mesmo para os que estão localizados nos territórios onde se encontram. Como visto, limitam-se a copiar o que os grandes fazem ou pedem que copiem.

Diferentemente de grandes centros de pesquisas, mais preparados para atender às grandes empresas, e para resolverem problemas tecnológicos mais complexos, os Centros Locais de Inovação (CLIs) poderiam ser um instrumento de sustentabilidade ao processo de mudanças nas PMEs de APLs. Os CLIs funcionam em rede, uma vez que visam atender a demandas tecnológicas do dia-a-dia das PMEs. Demandas mais problemáticas e complexas, os CLIs encaminham para universidades e institutos de pesquisas maiores e mais bem equipados, ou contratam por meio dessas entidades, em caráter temporário, pesquisadores e especialistas para o atendimento a determinado assunto ou projeto

16. Ambiente de apoio a P&D nas empresas

Objeto de um outro artigo para o seminário preparatório "Geração de Riqueza", os instrumentos de fomento hoje existentes no país, não serão abordados neste artigo (um capítulo inteiro do trabalho da Anpei também refere-se a estes).

17. Como aumentar a inovação e P&D nas empresas

Segundo as empresas nacionais que mais inovam, a decisão de investir em tecnologia é estratégica e não pode ser interrompida. A trajetória dessas empresas impõe que continuem investindo continuamente para não perderem mercado e sua posição competitiva.

Essas empresas afirmam que os instrumentos existentes de C,T&I em vigor não foram determinantes na decisão de investimento em tecnologia. Todavia, reconhecem que os incentivos governamentais são muito importantes para o incremento dos investimentos e podem contribuir decisivamente no sentido de reduzir os custos de P,D&I, e ampliar ainda mais o escopo e o volume dos projetos de P,D&I, principalmente aqueles que demandam longo tempo de maturação e desenvolvimento, grandes investimentos e alto risco.

Sobre as políticas horizontais, atualmente existentes, as empresas declaram que estas precisam ser revistas, já que são insuficientes e muito limitadas, e que, portanto, novas políticas precisam ser pensadas. Contudo, para dirigentes de várias empresas que investem em tecnologia, tão ou mais importante que as políticas horizontais é o país ter projetos de desenvolvimento tecnológico importantes e de grande alcance, envolvendo fortemente e diretamente as empresas de capital nacional e estrangeiro. Seriam projetos estratégicos nacionais que teriam por finalidade mudar o comportamento dos segmentos da indústria considerados estratégicos para o desenvolvimento nacional e para o aumento das exportações de produtos inovadores ou de alto valor agregado. O governo mobilizaria e contrataria empresas desses segmentos, juntamente com institutos de pesquisa, repassando recursos não reembolsáveis aos participantes dos projetos.

18. Propostas para alavancagem da inovação tecnológica e da P&D

Este trabalho demonstrou algumas características da estrutura produtiva brasileira que inibem o dinamismo inovador do setor industrial, como o conhecimento não suficiente do mercado e a ausência de lideranças empresariais que apostam na inovação como meio mais eficaz de obter rentabilidade. Também ficou clara a ausência ou pouca eficácia dos instrumentos de fomentos públicos ou a conscientização dos hoje existentes.

Uma série de sugestões, listadas abaixo, podem e devem ser aplicadas para neutralizar os obstáculos hoje existentes:

• Redução, diferimento, suspensão ou isenção de tributos vinculados à atividades de inovação tecnológica comprovadas ou à geração de produtos inovadores;

• Revisão imediata das condições da Lei 8661/93;

• Suspensão de PIS e Cofins sobre importação de tecnologia e serviços tecnológicos;

• Abatimento em impostos de salários e encargos quando da geração de produtos inovadores;

• Aumentar a intensidade e participação das agências de financiamento em empresas que tiveram incremento de inovação em períodos consecutivos;

• Contratação das empresas, por governos, ministérios e agências de fomento, de pesquisa, desenvolvimento e produção estratégicas;

• Condições favorecidas de financiamento à produção e expansão industrial, às empresas com clara estruturação tecnológica;

• Sensibilização e mobilização do meio empresarial para a inovação (governos, Sebraes, entidades tecnológicas, associações empresariais, etc.);

• Difusão no meio empresarial dos instrumentos novos ou existentes de política tecnológica (governos, Sebraes, entidades tecnológicas, associações empresariais, etc.);

• Negociação com empresas estrangeiras para estimular ou incrementar investimentos locais em P&D;

• Redução de custos de P&D (direta, subvenção, outros) para aumentar a competitividade de alguns setores (ex. SW), bem como, atração de centros de P&D mundiais;

• Estímulo à maior integração entre as universidades, ICTs e PMEs;

• Criação de observatórios setoriais para a detecção e análise das tendências, mudanças e novas oportunidades no mercado;

• Estímulo e subvenção para a criação de Centros Locais de Inovação (CLI), principalmente nos APLs;

• Intensificar empreendimentos com capital de risco;

• Privilegiar o *leasing* de equipamentos destinados às atividades de P&D e inovação;

• Desonerar a implantação de laboratórios de P&D na aquisição de equipamentos importados ou no mercado internacional.

19. LEI DE INOVAÇÃO

A Lei de Inovação, atualmente em fase de geração de proposta de regulamentação pelo governo, contempla uma séria das sugestões acima listadas. É importante esclarecer, olhando-se pela lupa das empresas, que esta nova legislação sem dúvida alguma tem o mérito de melhorar os processos internos às ICTs, bem como facilitar os trâmites quando da cooperação tecnológica com o setor privado, porém só será eficaz se conseguir aumentar o interesse das empresas em realizar inovação tecnológica, mais especificamente, a P&D.

Principalmente aspectos como o das encomendas governamentais, da subvenção direta às empresas e de um novo regime fiscal favorável previstos nesta nova lei, é que poderão fazer o setor privado aumentar drasticamente suas atividades inovativas de forma eficaz.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E ENGENHARIA DAS EMPRESAS INOVADORAS. *Como alavancar a inovação tecnológica nas empresas*. São Paulo: ANPEI, 2004.

Trajetórias e agendas para os institutos e centros de pesquisa no Brasil

Sergio Salles Filho[*]
Maria Beatriz Bonacelli[**]

Este é um artigo de análise e opinião sobre trajetórias e agendas de institutos e centros de pesquisa no país (ICPs). Ele trata das mudanças em curso nos ambientes nos quais os ICPs se inserem, mostrando que há um cenário cada vez mais complexo e competitivo para essas organizações. De fato, o sistema de C,T&I hoje acolhe um conjunto muito diversificado de atores. Ademais, vários novos ICPs foram criados nos últimos anos, com incremento na participação de organizações privadas, muitas delas frutos das leis de privatizações (caso das elétricas e de Telecom), outras da Lei de Informática e outras ainda para concorrer pelos recursos dos Fundos Setoriais. A diversidade aumentou e as políticas continuam fragmentadas e genéricas, deixando de se aproveitar o enorme potencial desta estrutura de P&D e de serviços tão importante para as pretensões do país no futuro próximo e no distante também. Neste contexto, os ICPs precisam criar competências adicionais às típicas de P&D ou mesmo de serviços técnico especializados. Essas competências inscrevem-se no tema geral da profissionalização da gestão, objetivo perseguido por alguns, mas até hoje muito pouco promovido pelas agências de fomento. À exceção dos programas e iniciativas da Abipti, o país ressente-se de uma estratégia ampla e articulada de promoção da inovação organizacional e da capacitação gerencial de ICPs.

[*] Sergio Salles Filho é professor do departamento de Política Científica e Tecnológica, do Instituto de Geociências, da Unicamp, e professor associado do Grupo de Estudos sobre Organização da Pesquisa e Inovação (Geopi/DPCT).
[**] Maria Beatriz Bonacelli é professora do departamento de Política Científica e Tecnológica, do Instituto de Geociências, da Unicamp, e coordenadora do Geopi/DPCT.

1. Transformações no ambiente dos institutos e centros de pesquisa no Brasil: novos papéis sob novas demandas

O Brasil, nos últimos 10 anos, assistiu a um processo de mudança no seu quadro institucional de promoção e de execução de atividades de ciência, tecnologia e inovação. Esse processo tem, basicamente, cinco indicadores principais que se interlaçam: a) ampliação da percepção pública sobre a importância do desenvolvimento científico e tecnológico no cotidiano das pessoas; b) ampliação dos investimentos em ciência, tecnologia e inovação com aumento da participação relativa do setor privado; c) alteração no espírito e nos rumos da política pública de C&T; d) aumento dos indicadores de produção científica e de formação de recursos humanos qualificados para P&D; e, e) maior importância relativa da temática de C,T&I na agenda política do país.

Evidentemente que esses cinco elementos estão bastante relacionados e é mesmo difícil estabelecer relações de causalidade entre eles. Tampouco pode-se identificar com precisão onde este movimento iniciou-se: de um lado o setor público vem promovendo políticas mais agressivas e consistentes (por exemplo, criando novas e diversificadas fontes de financiamento), por outro lado o setor privado, pressionado por requisitos de competitividade, tem igualmente dado mais atenção ao tema. O fato é que hoje o ambiente é muito mais rico e intenso do que o que se vivia há poucos anos atrás.

Ciência, tecnologia e inovação e percepção pública

Na verdade, os indicadores atuais mostram que o tema da promoção de ciência, tecnologia e inovação vem, aos poucos, "saindo do papel" para entrar no cotidiano das instituições (executivo, legislativo, empresas, associações de classe, organizações não governamentais etc.). Como movimento que ganha espaço no cotidiano da sociedade brasileira é, como não poderia deixar de ser, conflituoso e sinuoso.

Nota-se, em todo o país, uma maior preocupação por parte da população em relação às implicações que o desenvolvimento científico e tecnológico tem no dia-a-dia das pessoas. As recentes discussões que ocorreram no Congresso Nacional sobre a Lei de Biossegurança são um fato inédito. Durante quase uma década foram mobilizados diversos segmentos da sociedade e, independentemente do desfecho que o caso tomou, o

movimento significou um amadurecimento da sociedade que, pela primeira vez, ocupou-se de um tema até pouco tempo restrito a segmentos altamente especializados. É o controle social da ciência e da tecnologia que começa a encontrar seu espaço na sociedade brasileira.

Percepção pública do papel da ciência e da tecnologia na sociedade é um primeiro fator crítico para a compreensão das trajetórias atuais e futuras dos ICPs do país.

A ARTICULAÇÃO PÚBLICO-PRIVADO COMO ALAVANCA DO SISTEMA DE C,T&I

O tema da importância da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento do país ganhou uma dimensão que até então tinha sido muito perseguida, mas muito pouco experimentada. Embora estivesse presente em várias edições e versões de planos de desenvolvimento econômicos ao longo dos últimos 40 anos de história, a temática de C&T sempre ocupou, na prática, um espaço secundário. Embora não se possa dizer que hoje já ocupe espaço central, houve avanços nessa direção.

Um indicador importante disso é a preocupação crescente das associações empresariais do país em incorporarem o tema da inovação na sua agenda política, criando fóruns especializados, incentivando programas de modernização e inovação junto a seus afiliados e, com ênfase menor, mas de grande importância prática, incentivando a incorporação de pesquisadores, muitas vezes com mestrado e doutorado. Embora distantes dos números encontrados em boa parte dos países da OCDE, alguns indicadores revelam, nos últimos anos, crescimento substantivo dos investimentos privados em C,T&I. A relevância disto é evidente: acelera-se a demanda social por tecnologia, conhecimento e inovação.

Esta talvez seja uma diferença substantiva do momento atual frente a outros já vividos pelo país. O estímulo e os planos de fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico atrelados ao desenvolvimento industrial e econômico não são novidade para o país. Desde a segunda metade dos anos 1960 o Brasil vem formulando esse tipo de iniciativa. Há mais de uma dezena de planos de desenvolvimento que são explícitos quanto à necessidade de uma política integrada das relações entre C&T, crescimento econômico e qualidade de vida (Salles Filho, 2002a,b; 2003). Hoje, porém, a distância entre a intenção e a realização vem diminuindo.

No plano dos investimentos privados em C,T&I, embora os números sejam controversos, houve crescimento acentuado na última década. Fala-se hoje que a participação do setor privado esteja entre 35% e 40% nos gastos nacionais. Há uma década não alcançavam 30%. O aumento do índice de abertura da economia brasileira no período e as implicações para a competitividade que isso trouxe para a indústria, aproximaram, como era de se esperar, o tema da capacidade de inovação da agenda empresarial. É certo que ainda estamos longe dos números absolutos e relativos dos países normalmente utilizados como referências, mas nos aproximamos de níveis médios de intensidade de investimento em relação ao PIB. Nosso cerca de 1% de investimento em ciência e tecnologia é próximo (e em alguns casos superior) aos índices apresentados por alguns países da própria OCDE. Entretanto, mais do que números muito expressivos de investimento privado em C,T&I, nota-se um crescimento lento, mas sustentado dos gastos privados com tecnologia e com inovação.

A pesquisa de inovação realizada pelo IBGE há cerca de três anos mostrou que 35% das empresas no país inovam, mas o conteúdo dessa inovação é, sobretudo, baseado na modernização pela aquisição de equipamentos. As relações com universidades e instituições de pesquisa detectaram-se em patamares reduzidos, principalmente como fontes de inovação e tecnologia. Embora ainda não tenhamos séries históricas que permitam assinalar qual a trajetória em curso, há um conjunto de indicadores qualitativos que faz crer que o movimento de crescimento do investimento privado iniciado na década passada é irreversível, a menos que o país e seu empresariado queiram abandonar qualquer intenção de fortalecimento e aumento da competitividade da indústria nacional. A atual Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior e a recente criação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial sinalizam claramente na direção da estreita relação entre desenvolvimento econômico, industrial e científico e tecnológico.[2]

Mas o que há hoje de diferente? Por que acreditar que estamos em uma trajetória sustentada de busca da inovação (tecnológica ou de outra natureza)? Embora não haja como confirmar essa tese no momento – a não

[2] Tampouco isso é novidade no cenário dos planos nacionais de desenvolvimento. Já nos três primeiros PNDs, na década de 1970 e 1980, essa articulação entre políticas era muito clara. Seus efeitos, entretanto, não foram tão fiéis ao que se propunha.

ser com o passar do tempo e com a verificação dos dados, os números recentes, como dissemos, são alentadores. De tudo o que se possa dizer sobre esse assunto, um fato parece ser inconteste: a continuar a trajetória global de acirramento da competitividade industrial, agrícola e de serviços, o fator tecnologia e geração de valor por meio da incorporação de conhecimento é e será, por muito tempo, decisivo para quaisquer pretensões de quaisquer países. Inescapável, portanto, a conclusão de que a atual trajetória de crescimento econômico global passa pela ampliação dos investimentos privados em C,T&I. Mais que isso, essa ampliação de investimentos tende a se acelerar, cumprindo assim um papel central no processo concorrencial.

O aumento da demanda empresarial por inovações e o ritmo da competitividade nos mercados mundiais são um segundo fator crítico para a identificação das trajetórias e das necessidades dos ICPs.

AS POLÍTICAS DE C,T&I: UM *STOP AND GO* MENOS ESPASMÓDICO E UMA EQUAÇÃO CADA VEZ MAIS COMPLEXA

Na última meia década houve um grande avanço nas políticas de C,T&I do país. Especialmente porque o Brasil saiu de um ciclo de financiamento para C&T baseado em empréstimos internacionais para outro baseado em recursos para-fiscais criados por diversas leis e que vieram a ressuscitar o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à época agonizante.[3] A recuperação do FNDCT ocorreu mais pelas oportunidades que o processo de privatização de empresas públicas apresentou no final dos anos 1990 que propriamente por uma política articulada e planejada nessa direção. O momento fez a oportunidade e hoje o país tem um conjunto de fontes de recursos financeiros que monta a mais de R$ 1,4 bilhão (ainda que a metade desse montante seja devidamente confiscada pelo próprio governo para cumprimento das metas fiscais do país, entre outros objetivos menos evidentes).

De qualquer modo, mudou-se o quadro das possibilidades de se fazer política pública em C&T. O movimento *browniano* das políticas públicas brasileiras para C&T ocorrido entre o final dos anos 1980 até o final dos

[3] A comparação dos orçamentos de 1998 com o de 2000 já mostrava um crescimento de cerca de vinte vezes. Hoje essa comparação seria de cerca de trinta e cinco vezes mais recursos do que em 1998.

anos 1990 deixou sem amparo o futuro do sistema nacional de C,T&I. Enquanto as empresas eram submetidas a uma forte e pouco conhecida concorrência externa, os atores da assim chamada comunidade científica tinham dificuldades crescentes de financiamento.

Os três Programas de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), iniciados em meados da década de 1980 e finalizados no início dos anos 2000 (recentemente recuperados exatamente porque o governo voltou a colocar um pouco de recursos de sua cota no empréstimo adquirido junto ao Banco Mundial), definiram a política nacional de C&T durante pelo menos dez anos. A redução gradual do ingresso de recursos, especialmente no terceiro PADCT, deu-se exatamente em razão do não cumprimento das obrigações do governo brasileiro, particularmente no que diz respeito ao aporte de recursos nacionais para a liberação e uso dos recursos internacionais compromissados com o Banco Mundial. A emergência dos Fundos Setoriais, primeiro com o Funttel e em seguida com o CT-Petro, deu início a uma nova era no financiamento de C,T&I no Brasil. Para o bem ou para o mal (esse não é o tema deste artigo) essa nova era vem movimentando intensamente o cenário nacional.

Em todas as leis de criação dos Fundos (são 15 Fundos), com a exceção do Fundo de Infra-estrutura que é exclusivamente voltado para organizações públicas, todos os demais são voltados para a geração de inovações, por meio de projetos e atividades que envolvem setores público e privado.

A conseqüência imediata disso é a da diversificação dos atores sociais que interferem no sistema de C&T. Quem paga (as fontes geradoras das receitas dos Fundos) e quem usa os recursos (as mesmas fontes geradoras mais um batalhão de pesquisadores, empresários, associações de classe e empresariais) conformam hoje um conjunto muito mais diversificado e intrincado do que o que havia há até bem pouco tempo. O sistema de C&T não é mais palco exclusivo dos cientistas e pesquisadores. O sistema de C&T tem novos entrantes, que aparentemente vieram para ficar. Esses novos entrantes são tanto atores que não operam diretamente com desenvolvimento científico e tecnológico (mas sobretudo nas fases determinantes de transformação do conhecimento em inovação), quanto novos atores diretamente envolvidos com P&D, como as organizações privadas de C&T que se multiplicaram no Brasil nos últimos dez anos.

Esse momento (final dos anos 1990 e início dos anos 2000) representa a inserção da letra "I" no acrônimo C&T. Com o possível desmentido que só a história poderá trazer, hoje a política de C&T não é somente de C&T, é também a política da inovação, com extraordinárias implicações para todos no sistema: transforma-se a forma de pensar o desenvolvimento científico e tecnológico. É o modo II de se fazer ciência e tecnologia comentado por Gibbons (1999), cuja espinha dorsal é a espiral progressiva do conhecimento incorporado em produtos e serviços, da aceitação de que o conhecimento é fonte principal de criação de valor. Quer se queira, quer não, a dimensão é outra, muito mais complexa e competitiva. Destarte, as políticas também são outras (ou pelo menos tentam ser), mais complexas e preocupadas em gerenciar esse novo cenário.

Apesar das transformações políticas recentes vividas pelo país, os rumos da política de C&T seguem sendo fundamentalmente os mesmos que vinham sendo traçados há cerca de seis anos. Com mudanças aqui e acolá, a política atual no MCT manteve o eixo do fomento a um sistema complexo, precisamente porque esse movimento não é fruto de modismos, mas uma trajetória inexorável. Mesmo que os Fundos Setoriais (não única, mas uma boa expressão dessa nova trajetória das políticas de C&T) venham a desaparecer, algo parecido terá que ser posto no lugar. Mais que isso, a recente aprovação da Lei de Inovação, protagonizada pelo próprio MCT, aponta na direção da criação de um quadro regulatório favorável à inovação.

Fazer ciência e tecnologia transcende, em muito, o mundo da ciência e da tecnologia. Esta é uma outra implicação para os ICPs, um terceiro fator crítico para o futuro das instituições e centros de pesquisa.

O BRASIL NO MAPA DA PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO: NÚMEROS UM POUCO MAIS ALENTADORES

O indicador básico da publicação científica em periódicos listados em bancos de informação como *Web of Science* tem revelado um perfil muito mais integrado da ciência brasileira com a ciência feita no resto do mundo. Os números são reveladores: o país mais que duplicou sua participação no cenário internacional, passando de 0,7% das publicações internacionais para 1,6% entre 1994 e 2003. É um feito e tanto, considerando-se que todos os demais estão procurando ampliar sua participação. Complementarmente, o

Brasil hoje forma um número crescente de mestres e doutores: algo na faixa dos 9 mil doutores estimados em 2004 (o número oficial da Capes para 2003 foi de cerca de 8.100 doutores) e 30 mil mestres (26 mil em 2003). A conseqüência imediata é uma oferta ampliada de profissionais qualificados e um ambiente competitivo cada vez mais acirrado para instituições acadêmicas:p,Uimediap:,:p,iap:,rr3(/m/3r3(/:3aº:3ar3(/m/3(dtU0r3(/mom/3r3(ICPsÉ3ap:,fo

C,T&I na agenda política do país

Bem, ao somarmos os eventos recentes resumidos nos quatro temas acima abordados, vamos encontrar um quinto fator critico para o planejamento dos ICPs: a incorporação da temática de ciência e tecnologia na agenda política do país, aliás, da temática de ciência, tecnologia e inovação e não apenas de C&T. Aumento da percepção pública sobre C&T; aumento e diversificação dos investimentos públicos e privados; aumento da importância da produção científica e tecnológica e da formação de quadros de alto nível, e mudanças no rumo das políticas públicas são faces de um mesmo processo.

Como não poderia ser diferente, isso se reflete no Congresso Nacional, nas assembléias estaduais, bem como nas próprias câmaras municipais. Dissemina-se pelo Brasil uma preocupação com o desenvolvimento científico e tecnológico. Seja pelo motivo dos riscos à saúde e ao meio ambiente (p.e. Lei de Biossegurança no quesito transgênicos), seja pela preocupação com as comunidades e seus conhecimentos tradicionais (regulação do acesso aos recursos genéticos), seja por preocupações éticas e religiosas (de novo a Lei de Biossegurança no quesito uso de células de embriões), seja pelas relações entre desenvolvimento tecnológico e competitividade externa (as leis de criação dos Fundos Setoriais, a recente criação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial e a aprovação da Lei de Inovação), as casas legislativas do país incorporaram o tema em sua pauta diária.

Todos esses movimentos apontam para um momento efetivamente novo da política nacional de desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação. Os institutos e centros de pesquisa, públicos e privados, fazem parte desse processo. O fenômeno dos novos entrantes no sistema apresentou (e continua apresentando) um conjunto de desafios para os ICPs. De um lado, houve um aumento substantivo do número de instituições privadas relacionadas com C,T&I, particularmente nos setores de TIC e de energia elétrica. Antes muito poucas e restritas a algumas áreas, como na P&D e inovação agrícola, as instituições privadas são cada vez mais concorrentes diretas das instituições públicas. Para um sistema que nasceu e cresceu fundamentalmente público, o Brasil transita para um outro, misto e muito mais abrangente. Há mais gente disputando espaço no cenário da C,T&I. O resultado é um ambiente competitivo. Competitivo

por recursos financeiros, humanos e por influência na determinação de políticas. Esta é mais uma evidência de que o tema entrou fortemente na agenda política do país.

Um comentário sobre o contexto internacional

Este fenômeno não é exclusivo do Brasil. É global. Vários levantamentos mostram que em todo o mundo há: incremento do investimento privado em C,T&I com a formação de organizações privadas (muitas vezes sem fins lucrativos); aumento da oferta de recursos públicos competitivos e redução concomitante de dotações orçamentárias para as organizações públicas de C,T&I; ampliação das competências institucionais para alavancagem de recursos financeiros; políticas diferenciadas para o desenvolvimento científico e tecnológico que acirram a concorrência entre as organizações, públicas e privadas; busca por modelos jurídicos alternativos que dêem a máxima flexibilidade possível, justamente em decorrência do cenário competitivo; e finalmente, redefinição da divisão de tarefas entre os atores que freqüentam os sistemas de C,T&I.

Considerando esse cenário e procurando posicionar-se de forma contundente às novas demandas, os países mais desenvolvidos têm nos ICPs um dos pilares importantes do sistema de inovação – estes são peça central, cujo conhecimento e competências têm efeito multiplicador em toda a sociedade.

Por conta disso, as políticas públicas adotadas em diferentes países, mas mais notadamente nos países europeus, para a promoção dos institutos de pesquisa procuram levar em conta as diferentes missões destes, as diferentes lógicas de gestão e operação, a natureza e o exercício das funções sociais, entre outros aspectos diferenciadores. Essa diversidade, se considerada, permite melhores condições de alavancagem de todo o sistema de C,T&I, proporcionando efeitos de transbordamento com implicações abrangentes.

Faz-se imperativo também considerar a lógica do processo de desenvolvimento das atividades de ciência, tecnologia e inovação, na qual um dos aspectos fundamentais é seu caráter cada vez mais coletivo. Isso significa que o desenvolvimento das várias e muitas atividades vem exigindo cada vez mais o envolvimento de diferentes atores, com diferentes

interesses, missões e naturezas. Compreender essa profunda diversificação, considerando que não há uma divisão *a priori* de trabalho entre esses atores, mas sim que hoje a divisão se dá via capacitação e competências técnicas, científicas, organizacionais e gerenciais, é o grande trunfo de políticas públicas voltadas à promoção de ICPs e do ambiente de inovação (Salles Filho *et al*, 2000).

Estudo conduzido pelo Prest (2002)[4] procura analisar os ICPs dentro do contexto da inovação. Entre fazer ciência, tecnologia, prestar serviços técnico especializados, transferir conhecimento, atuar com e para o mercado, criar normas e emitir certificações, quais deveriam ser as fronteiras de atuação de uma instituição de pesquisa? Como definir a fronteira dos ICPs diante da dinâmica do processo inovativo? "Não há "regras únicas" para os institutos, em função, especialmente, da diversidade de suas metas e de seus ambientes; cada instituto tem seus próprios pontos fortes, fraquezas e potenciais; cada um opera num ambiente econômico diferente e tem seu próprio papel a desempenhar no sistema de inovação" (Zouain, 2001:86).

Apesar da diversidade de situações, um ponto comum enfatizado pelo estudo é o da importância crescente dos ICPs para a riqueza científica da Europa. Se a participação já foi muito importante em décadas passadas, ela é hoje ainda maior. Em sua maioria são instituições criadas para apoiar atividades estratégicas dos países. Ou seja, são instituições orientadas pela nacionalidade (*nationally-orientated institutions*). Tal característica segue importante, mas agora incorpora também a capacidade de ação transnacional, tanto no sentido cooperativo (ganhar escala fazendo coisas conjuntas e úteis para a União Européia), quanto no competitivo (competir por recursos fora das fronteiras nacionais).

Os ICPs, sendo parte da "riqueza científica da Europa", estão sendo chamados a colaborar no esforço de ampliação dos gastos totais com C&T,

[4] Prest é o *Policy Research in Engineering, Science and Technology*, da Universidade de Victoria em Manchester, Reino Unido. Num dos estudos mais abrangentes dos últimos anos, o Prest (2002) analisou a atuação de institutos de pesquisa (IPs) no contexto europeu por meio de um projeto-consórcio que envolveu outras universidades e grupos de pesquisa daquele continente. Com uma base de dados de 769 IPs, o estudo apresenta os principais desafios colocados para os próprios centros de C&T públicos, semi-públicos e, recentemente, para os centros privados (via 40 estudos de caso). Analisa também o papel das políticas públicas voltadas à manutenção destas instituições nos sistemas de inovação dos então 15 países da União Européia (UE).

contribuindo para que a União Européia atinja a meta de 3% de investimento do PIB em 2010. Neste esforço, cabem mudanças comportamentais e estruturais. Parte dessas mudanças vem se dando de *moto proprio*, parte estimulada pela UE e por seus países membros.

As razões para a criação de programas de incentivos aos ICPs são muitas e passam tanto por objetivos de natureza estratégica quanto por necessidades setoriais e temáticas mais específicas. Em qualquer caso, um ICP é visto como parte dos sistemas de C,T&I e, mais do que isso, como parte das políticas de desenvolvimento econômico e de competitividade externa.

Isto não quer dizer que haja apoio irrestrito por parte dos estados nacionais e por parte da União Européia. A compreensão da importância das ICPs faz com que deles se exija desempenho, protagonismo e forte inserção social. Na Europa, como em qualquer outro lugar, as responsabilidades são compartidas e uma ICP deve demonstrar capacidade de sobrevivência em seu ambiente.

Participar do jogo da C,T&I requer habilidades e competências gerenciais e relacionais que geralmente não fazem parte dos currículos dos profissionais da P&D. Construir uma instituição de excelência requer muito mais que bons pesquisadores. Requer bons gestores de C,T&I.

2. O quadro nacional de ICPs[5]

Embora passando por um momento de transição, com ampliação das características sistêmicas do ambiente de C,T&I, o Brasil, comparado a países desenvolvidos, tem ainda baixo aproveitamento do potencial de criação de oportunidades derivadas da atuação e do desempenho de alto nível de muitos de seus ICPs. Neste contexto, as políticas para os institutos e centros de pesquisa do Brasil são ainda restritas e fragmentadas. Em meio a programas modernizadores e de apoio aos ICPs, como os conduzidos pela Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (Abipti) e pelo próprio MCT para seus institutos, há uma miríade de ações, às vezes favoráveis, às

[5] Esta parte do artigo está baseada em relatório de pesquisa recentemente produzido pelos autores para o Ipea.

vezes desfavoráveis, demonstrando um cenário de baixa governança, particularmente dentre as instituições públicas de pesquisa.[6]

UM CENÁRIO DIVERSIFICADO, RICO E CRESCENTE

O Brasil possui um grande número de ICPs de alto nível técnico-científico, em diversas áreas do conhecimento, como Embrapa, Fiocruz, Instituto Agronômico, Centro Técnico Aeroespacial, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, CPqD, IPT, TecPar, IAPAR, Butantan, Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Instituto Genius, Lactec, Cenpes, Cesar, Certi, entre muitos outros, em sua grande maioria instituições públicas ou privadas sem fins lucrativos. Como é sabido, ainda é pequeno (mas crescente nos últimos cinco anos) o contingente de centros privados de pesquisa com fins lucrativos no Brasil. Na verdade, o país tem assistido, nos últimos dez anos, um forte aumento do número de centros privados com e sem fins lucrativos.

Um dos maiores problemas enfrentados pelo país, no que respeita a formação do sistema nacional de C,T&I, é a baixa demanda social por tecnologia e inovação. Um exemplo pode ser visto pelo baixo número de pesquisadores em empresas privadas no país. Utilizando-se a categoria denominada cientistas e engenheiros (C&E) – que desenvolvem atividades de P&D -, Brito Cruz (2003) aponta que, enquanto no Brasil estes são da ordem de 80 mil e quase 90% estão ligados a instituições de pesquisa e os outros pouco mais de 10% nas 651 empresas privadas que têm atividades de P&D (segundo a Anpei), os EUA possuem quase 1 milhão de C&E, 72% destes atuando em P&D em empresas, mesmo percentual que o Japão. Em outros países esse indicador é também elevado: 70% na Alemanha, entre 60% e 65% a França e Inglaterra e 46% o Canadá. A conseqüência disso, destaca o autor, é a baixa competitividade tecnológica e a dificuldade do país transformar o conhecimento existente em inovação.

As instituições públicas de pesquisa, que historicamente têm realizado contribuições estratégicas em diferentes áreas do conhecimento, estão

[6] No âmbito do governo federal há muitas instituições com diferentes tratamentos por parte do governo. Não há política comum para instituições ligadas a diferentes ministérios: Agricultura, Saúde, Ciência e Tecnologia, Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior e Defesa, são áreas do Governo com instituições de pesquisa que enfrentam situações as mais diversas possíveis. Ademais, no plano dos governos estaduais a falta de políticas coordenadas é precedida pela falta de políticas claras no âmbito do próprio estado.

atualmente em busca de uma melhor inserção nos cenários da pesquisa, desenvolvimento e inovação, com vistas à ampliação de sua legitimidade social e, por extensão, da melhoria de suas condições organizacionais e de sua sustentabilidade institucional.

O país comporta tanto instituições públicas centenárias como outras de fundação mais recente, criadas a partir da década de 70, com atuação em áreas tradicionais ou em novos campos do conhecimento. A título de exemplo, podem ser citados o Instituto Bacteriológico (1893, que depois tornou-se Instituto Adolfo Lutz); o Instituto Biológico (1928); o Instituto Butantan (1901, criado depois de um surto de peste bubônica propagada no porto do Santos no final do século XIX); e o Instituto Manguinhos (1900, que viria a se tornar a Fiocruz), cujos trabalhos estavam voltados principalmente ao controle de epidemias. No tema agrícola o histórico é pleno de casos bem-sucedidos, como o Instituto Agronômico de Campinas (IAC), de 1887, o Instituto de Pesquisa Agrícola de Pernambuco (IPA), de 1925, e, mais recentemente, a Embrapa, criada em 1973. No campo da P&D industrial e da realização de testes, ensaios e a certificação de materiais, registram-se os casos do Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), de 1934; do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), criado em 1921; e do Instituto Tecnológico do Paraná (Tecpar), concebido na década de 1940.

Nas décadas mais recentes, destaque deve ser dado à Embrapa e à constituição dos seus 40 centros de pesquisa agropecuária nas cinco regiões do país e às Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas), também espalhadas por 17 dos 26 estados da federação. Vale a pena destacar também a criação de centros e institutos de C&T originados em empresas estatais – o Cenpes (1966), centro da Petrobras; o Cepel (1974), da Eletrobrás; e o CPqD (1976), do sistema Telebras, os três com diferentes trajetórias, umas mais bem-sucedidas que outras, pelas próprias características e dinâmicas técnico-concorrenciais dos setores em questão[7]. Já em áreas do conhecimento voltadas para a informática, telecomunicações e análise estrutural da matéria por meio de radiação síncrontron, entre outros, vale a pena citar o hoje denominado CenPRA (ex-C,T&I), criado em 1984, e o LNLS, criado em 1987, ambos institutos da esfera federal (do MCT) e

[7] Para a discussão sobre a atuação dos três centros de ex-empresas estatais, ver Erber & Amaral (1995).

sediados em Campinas. Entretanto, uma diferença muito sensível entre ambos é o fato do LNLS ser, desde 1998, uma Organização Social (OS), aliás, a primeira do Brasil na área de C&T.

Organizações sociais em C&T

A implementação de OS no país esteve pautada no Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado, pelo extinto Mare. Em linhas gerais, as OS são um modelo de organização pública não estatal, criadas para que associações civis sem fins lucrativos e fundações de direito privado possam produzir, de forma não-lucrativa, bens ou serviços públicos não-exclusivos de Estado – as chamadas atividades "publicizáveis". Ou seja, as OS são uma nova forma de propriedade, a 'pública não-estatal': "não é propriedade estatal porque não se exerce o poder de Estado, e não é propriedade privada porque se trata de um tipo de serviço por definição subsidiado" (Mare, 1995:52-53). As OS em âmbito federal vinculadas às atividades de ciência, tecnologia e inovação são as seguintes: Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron (ABTLuS), desde 1998; Associação Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (AsRNP), desde 1999; Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), desde 1999; Associação Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Aimpa), desde 2000; e Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), a partir de 2002.

A opção pelo modelo de gestão de OS nessas entidades esteve pautada na possibilidade de ganhos de flexibilidade (financeira, administrativa, relativa aos recursos humanos, à compra e venda de produtos, processos, serviços, à realização de investimentos, entre outros), percebida como fundamental para o gerenciamento de atividades de C,T&I (Frare, 2004). A contrapartida da flexibilidade e da autonomia é o estabelecimento de metas por meio de contratos de gestão com o governo. As implicações da autonomia atrelada a responsabilidades traz implicações de capacitação para a organização. São necessários esforços específicos gerenciais e organizacionais que normalmente não se encontram nas instituições públicas de pesquisa.

Na verdade, o sistema público de C,T&I é constituído por várias entidades (laboratórios, centros e institutos de pesquisa e ensino, agências de fomento, unidades reguladoras, institutos de estudos e estatísticas, institutos voltados a TIB) ligadas a diferentes ministérios – da Ciência e Tecnologia, da Agricultura, da Defesa, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, da Educação, do Meio Ambiente, do Planejamento, Orçamento e Gestão e da Saúde – e a várias secretarias de governos estaduais.

Como era de se esperar, o MCT concentra grande parte (16) das organizações públicas federais voltadas a pesquisa e desenvolvimento, além do CNPq e da Finep, e é responsável pela formulação e implementação da política nacional de ciência e tecnologia. O Estado de São Paulo possui um dos sistemas públicos de C,T&I mais robustos do país – cinco secretarias (de Agricultura, da Saúde, do Meio Ambiente, de Economia e Planejamento e de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico) abrigam 19 instituições de pesquisa, três universidades estaduais, três faculdades isoladas, os centros de educação tecnológica espalhados pelo Estado, uma fundação de análise de dados e a principal fundação de amparo à pesquisa do país – a Fapesp (Fapesp, 2002, anexos metodológicos).

De toda forma, as instituições públicas de pesquisa (IPPs) no país, qualquer que seja sua área de atuação ou do conhecimento ou missão ou dependência administrativa, vêm enfrentando, na grande maioria dos casos, problemas de diversas ordens no período recente, como restrição orçamentária, perda de pessoal especializado, necessidade de requalificação dos quadros, dificuldade de inserção num ambiente cada vez mais competitivo, necessidade de desenvolver capacitação na alavancagem de recursos e no desenvolvimento de instrumentos de proteção intelectual, entre outros (Salles-Filho *et al.*, 2000b).

Os problemas que essas organizações vêm enfrentando (e que variam segundo cada uma delas) refletem-se em dificuldades mais ou menos importantes para a execução de suas funções sociais. O que se pergunta atualmente é como proceder para que as IPPs ampliem seu potencial inovativo, assim como um novo compromisso social que as qualifique como organizações imprescindíveis não apenas ao desenvolvimento científico e tecnológico, como também à promoção do desenvolvimento socioeconômico, à sustentabilidade ambiental e à participação ativa na definição e execução de políticas públicas, como é o caso da recém-lançada Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.

Mas não apenas as IPPs vêm contribuindo para a evolução técnico-científica em diferentes áreas do conhecimento. As organizações privadas sem fins lucrativos, como as fundações e, mais recentemente, as organizações sociais (OS e Oscip), conduzem pesquisa e prestam serviços a diferentes setores da economia. Alguns exemplos são o Fundecitros, o Lactec, o Cimatec, a Coodetec e o Instituto Eldorado.

O Fundecitrus é uma instituição mantida, em grande parte, por produtores citrícolas e pelas indústrias de suco, voltada para a defesa sanitária vegetal, por meio do monitoramento de pomares e a realização e financiamento de pesquisas em fitossanidade (especialmente contra cancro cítrico, bicho furão, minador dos citros, podridão floral, pinta preta e a clorose variegada dos citros – CVC ou "amarelinho"). Criado em 1977 para auxiliar na Campanha Nacional de Erradicação ao Cancro Cítrico, do Ministério da Agricultura, o Fundo hoje pode ser caracterizado com uma instituição prestadora de serviços, que repassa informações e responde dúvidas dos produtores. Conta com 14 centros de Apoio Fitossanitário e atua numa área composta por mais de 300 em São Paulo e mais de uma dezena em Minas Gerais. Possui quase duas dezenas de engenheiros agrônomos, mais de três dezenas de técnicos em agropecuária, quase 500 inspetores de campo e fiscais de indústrias. Em 1994 criou o Departamento Científico, o qual desenvolve, entre outros, uma série de orientações técnicas para viveiristas e consumidores de mudas. O Centro de Pesquisas Citrícolas, localizado em Araraquara (SP), é considerado um dos mais modernos laboratórios da América Latina, possuindo equipamentos de última geração para diagnóstico de doenças (Bonacelli, Salles-Filho & Ramos-Filho, 2000).

O Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec), localizado no Paraná, é um centro de pesquisa tecnológica, sem fins lucrativos, auto-sustentável, que trabalha no desenvolvimento e venda de projetos de P&D e de outros serviços tecnológicos nas áreas de eletricidade, eletrônica, materiais, meio ambiente, mecânica, química aplicada e estruturas civis. O Lactec foi fundado em 1997 é o resultado da fusão do Laboratório Central de Pesquisa e Desenvolvimento (LAC), e do Laboratório de Materiais e Estruturas (Lame), ambos mantidos pelo convênio entre a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Companhia Paranaense de Energia (Copel). O Lactec já conquistou o Prêmio Finep de Inovação Tecnológica, como melhor instituição de pesquisa para a Região Sul em 2002 e para nível nacional e Região Sul em 2003, e o Troféu Expressão de Excelência Tecnológica na categoria centro de pesquisa <www.lactec.org.br>. É uma instituição fortemente vinculada aos benefícios colocados pela Lei 9991/00, de privatização do setor elétrico no país.

O Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia (Cimatec) está vinculado à estrutura do Senai na Bahia e é fruto de investimento do Sistema

Fieb, com a participação da CNI, do Senai nacional, da Finep, do governo do estado da Bahia e da prefeitura municipal de Salvador. O Centro desenvolve pesquisa aplicada, especialmente nas tecnologias computacionais integradas da manufatura e presta serviços especializados nas áreas de robótica, metalmecânica, mecatrônica e plásticos. Atua na formação de recursos humanos qualificados em processos industriais automatizados e procura estabelecer parcerias estratégicas e operacionais com empresas, instituições de nível superior, centros tecnológicos e de pesquisa, brasileiros e estrangeiros <www.cimatec.cieb.org.br>.

A Coodetec é uma organização privada sem fins lucrativos com atuação na área de melhoramento genético, visando a obtenção de novas cultivares que atendam aos interesses dos cooperados do sistema Ocepar (Organização das Cooperativas do Estado do Paraná). Mantendo estreito relacionamento com instituições nacionais e internacionais, o centro de pesquisa desenvolveu programas que culminaram com a recomendação de novos cultivares de trigo, soja, milho, triticale, além de pesquisas de algodão e inúmeras novas tecnologias atendendo todo o Estado do Paraná. Até recentemente apenas os métodos tradicionais de melhoramento eram aplicados, mas a partir 1997, passou a utilizar também os recursos da engenharia genética (Massola, 2002).

O Instituto Eldorado, por sua vez, é organização criada pela Motorola e que se transformou em uma Oscip[8], sem fins lucrativos e teoricamente independente. Ele se localiza em Campinas (SP) e iniciou suas atividades em 1999, nas áreas de informática, telecomunicações e automação, desenvolvendo *softwares* e *hardwares*, trabalhando com gestão de projetos de P&D e automação industrial (via P&D de tecnologias), entre os mais importantes <www.eldorado.org.br>. A qualificação como Oscip é entendida pela entidade como uma certificação de qualidade e de transparência da gestão dos recursos públicos aplicados nos projetos da organização. Nesse aspecto, a obtenção da certificação tem a expectativa de fortalecer a marca

[8] A lei das Oscips foi elaborada com o principal objetivo de fortalecer o terceiro setor, que constitui hoje uma orientação estratégica em virtude da sua capacidade de gerar projetos, assumir responsabilidades, empreender iniciativas e mobilizar pessoas e recursos necessários ao desenvolvimento social do país. Estão incluídas organizações que se dedicam à prestação de serviços nas áreas de saúde, educação e assistência social, à defesa dos direitos de grupos específicos da população, ao trabalho voluntário, à proteção ao meio ambiente, à concessão de microcrédito, entre outras (Frare, 2004:29).

institucional e consequentemente atrair novos investimentos e recursos (Frare, 2004:29).

Como muitas outras instituições congêneres (Instituto Genius; FIT – Flextronics International Tec), o Instituto Eldorado é fruto direto da Lei de Informática (8248/91, modificada pela Lei 10176/01).

É difícil contabilizar quantos institutos e centros de pesquisa existem no Brasil. Bancos de informações criados pelo Grupo de Estudos sobre Organização da Pesquisa e da Inovação do Depto de Política Científica e Tecnológica da Unicamp (Geopi/DPCT/Unicamp) mostram um total de 454 organizações, incluindo ONGs que trabalham com C&T, fundações de apoio a atividades de C,T&I (que, exceto por casos isolados, não fazem pesquisa nem atividades de C,T&I) e excluindo universidades.

Os exemplos aqui apresentados são uma pequena amostra da riqueza do contexto no qual se desenvolve ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Por sua vez, mostra também a dificuldade em se criar categorias de análise e/ou desenvolver uma tipologia que estabeleça padrões passíveis de comparações ou avaliações do desempenho e do potencial inovativo dos ICPs, entre outros.

Esforços coordenados de profissionalização da gestão de ICPs

Vários ICPs vêm implementando políticas internas de capacitação gerencial. A gestão de organizações de C,T&I não é tarefa simples. Tem pontos semelhantes e pontos específicos em relação ao gerenciamento de empresas e mesmo em relação à gestão pública (administração direta e indireta). As características intrínsecas das atividades de P&D, por exemplo, requerem um compromisso por parte dos esquemas gerenciais que permita acompanhamento e controle dentro de um ambiente de liberdade de ação de um trabalho que tem natureza essencialmente criativa. Os limites entre controle e liberdade de ação são tênues e específicos às atividades. Há atividades mais ou menos controláveis, mais ou menos previsíveis, mais ou menos rotinizadas. Neste contexto, gerenciar atividades de P&D é uma arte.

O gerenciamento de projetos de C&T, por exemplo, não segue lógicas aplicáveis a projetos de engenharia ou a qualquer outro tipo de projeto cujos horizontes de previsibilidade são menos incertos. O acaso joga, quase sempre,

um papel importante. Se não bastasse isso, o conhecimento acumulado ao longo de um projeto pode, em várias situações, alterar os rumos inicialmente previstos. Por outro lado, isso não quer dizer que não se deva gerenciar projetos de P&D ou de C&T. Deve-se sim fazê-lo com ferramentas flexíveis e que permitam absorver mudanças ao longo do projeto, muito mais do que permitem as ferramentas tradicionais como as do PMI.

Gerenciar uma organização de C&T ou de P&D requer habilidades específicas. Historicamente, a maior parte dos ICPs no Brasil, mormente públicos e mesmo privados sem fins lucrativos, não foi criada com preocupações de profissionalização da gestão. O ambiente crescentemente competitivo assinalado no inicio deste trabalho, bem como o descompromisso financeiro dos órgãos de governo para com essas instituições verificado a partir de meados dos anos 1980 levou a que muitas delas partissem para um movimento voluntário de profissionalização de seus ambientes gerenciais. Embrapa, Fiocruz, IPT, Butantan, entre outros, fizeram nos últimos 10 a 15 anos a "lição de casa" e hoje têm modelos de gestão bastante competitivos. Instituições mais novas, já criadas no espírito competitivo, desenvolveram competências gerenciais relativamente fortes.

Entre as principais iniciativas coordenadas de profissionalização da gestão das organizações voltadas à pesquisa no país encontram-se as ações da Abipti como organização de suporte e inteligência (gerencial, relacional, informacional, etc.) a institutos e centros de pesquisa; e a do Modernit/Ated/Finep, via constituição de áreas específicas de apoio aos ICPs nos órgãos de fomento de C,T&I. No âmbito estadual há diversas iniciativas, como a da Secretaria de Agricultura de São Paulo (para coordenar o planejamento dos seis institutos de pesquisa agrícola do Estado).

A Abipti, desde o início dos anos 80, realiza estudos, atividades para sensibilização e para gerar subsídios a ações, cursos de treinamento, programas e projetos, com objetivo de capacitar instituições voltadas ao desenvolvimento da pesquisa e da inovação tecnológica no Brasil. A associação conta hoje com 147 associadas em todo o país, de praticamente todos os estados da Federação e de todas as áreas do conhecimento.

Um dos trabalhos mais importantes da Abipti é o Programa Excelência na Pesquisa Tecnológica, cujo objetivo é a melhoria do desempenho das organizações envolvidas com pesquisa, por meio, entre outros, da introdução

de práticas 'modernas' de gestão de qualidade nos ICPs e da capacitação de RH para a avaliação institucional. A avaliação estratégica de desempenho é feita a partir da definição e aplicação do conjunto de indicadores de desempenho baseados no Prêmio Nacional de Qualidade (PNQ).[9] Esse programa conta com um banco de dados – o Banco de Dados de Indicadores de Desempenho de Institutos de Pesquisa Tecnológica (SGID), com informações (disponíveis de forma agregada para o público em geral) de desempenho de 52 instituições[10].

Recentemente, a Abipti promoveu programa de capacitação gerencial para que Institutos tecnológicos possam melhor promover a competitividade de empresas produtoras de bens e serviços no país. Foram inicialmente escolhidas 15 instituições, como se segue:

1. Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (Fucapi)
2. Fundação Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco (Itep)
3. Centro de Tecnologia Industrial Pedro Ribeiro (Cetind)
4. Furnas Centrais Elétricas
5. Embrapa Recursos Genéticos
6. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)
7. Centro de Pesq. e Desenv. Leopoldo A. Miguez de Mello (Cenpes)
8. Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital)
9. Instituto Nacional de Tecnologia (INT)
10. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen)
11. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec)
12. Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN)
13. Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar)
14. Fundação de Ciência e Tecnologia (Cientec)
15. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec)

[9] Os critérios são: liderança, estratégias e planos, clientes, sociedade, informações e conhecimento, pessoas, processos e resultados da organização.

[10] Há mais duas bases de dados para consulta sobre ICPDs: Athena e Apollo – a primeira contém dados cadastrais das entidades associadas à Abipti (e é a única das três bases de dados em que é possível realizar uma busca dirigida a partir do campo), e a segunda contém informações sobre entidades nacionais que atuam no sistema de C,T&I no país <www.abipti.org.br>.

Os objetivos do programa são:

• Capacitar 15 institutos de pesquisa no país em gestão tecnológica, para o atendimento das demandas do setor produtivo e para a realização de projetos cooperativos com empresas.

• Apoiar o direcionamento de atuação dos institutos de pesquisa no país no sentido de fortalecer seus vínculos com o setor produtivo.

• Promover a troca de informações e ações de *benchmarking* sobre práticas de gestão tecnológica em institutos de pesquisa.

• Disponibilizar informações sobre práticas de gestão tecnológica adequadas ao ambiente de negócio dos institutos de pesquisa no país.

• Promover a implementação de planos da melhoria da gestão tecnológica em 15 institutos de pesquisa no país.

• Promover a consolidação de uma rede de centros de referência de gestão tecnológica em institutos de pesquisa no país.

Trata-se, como pode ser visto, de programa de capacitação gerencial voltado para as relações entre os ICPs e as empresas, particularmente por meio da oferta de serviços especializados.

Quanto à constituição de áreas específicas de apoio aos ICPs nos órgãos de fomento de C,T&I, a Finep criou a Área de Institutos de Pesquisa Tecnológica e Difusão de Tecnologia (Ated); por meio do Programa Nacional de Qualificação e Modernização dos Institutos e Centros de Pesquisa (Modernit), vem desenvolvendo uma série de ações voltadas tanto para ICPs quanto para universidades. A iniciativa visa o aperfeiçoamento das ações e procedimentos adotados pelas instituições de pesquisa no país, com vistas à introdução de elementos mais atualizados de organização e gestão institucional. No caso dos Institutos, as ações estão centradas em quatro focos principais de atuação:

• modernização da estrutura organizacional e de gestão;

• fortalecimento da infra-estrutura de P&D e Tecnologia Industrial Básica (TIB);

• projetos cooperativos com empresas, para o desenvolvimento de novos produtos e processos;

• extensão tecnológica voltado para as micro e pequenas empresas (MPEs) e aos arranjos produtivos locais (APLs).

No âmbito do governo federal, o próprio MCT promoveu um modelo de controle do desempenho de seus institutos que implica na modernização gerencial destes. Esse modelo baseia-se em indicadores de seguimento de termos de compromisso entre o ministério e suas unidades de pesquisa. Como pode ser visto no quadro abaixo, há controles estritamente administrativos e outros ligados às atividades fim. Índice de inovação; índice de publicações; contribuição para o acervo de C&T; captação e geração de recursos próprios, dentre outros, revelam um estímulo a que as unidades de pesquisa ganhem competências gerenciais que impactam diretamente seu desempenho como ICP.

Indicadores do termo de compromisso de gestão entre o MCT e suas UPs

1. Indicadores físicos e operacionais
1 – Índice de Contribuição para o Acervo Científico e Tecnológico (Icact)
2 – Índice Geral de Publicações (IGPUB)
3 – Índice de Inovação (Inova)
4 – Programas, Projetos e Ações de Cooperação Internacional (PPACI)
5 – Programas, Projetos e Ações de Cooperação Nacional (PPACN)
6 – Índice de Processos e Técnicas Desenvolvidos (PcDT)
7- Índice de Cumprimento de Prazos de Contratos (ICPC)
8 – Índice Financeiro de Atendimento e Transferência de Tecnologia (Ifatt)

2. Indicadores administrativos e financeiros
1 – Aplicação em Pesquisa e Desenvolvimento (APD)
2 – Relação entre Receita Própria e OCC (RRP)
3 – Índice de Execução Financeira (IEF)

3. Indicadores de recursos humanos
1 – Índice de Investimentos em Capacitação e Treinamento (ICT)
2 – Participação Relativa de Bolsistas (PRB)
3 – Participação Relativa de Pessoal Terceirizado (PRPT)

3. Quais trajetórias para quais ICPs: uma agenda para a próxima década

Os seguintes fatos estilizados devem compor uma agenda de políticas e de capacitação para os ICPs no Brasil:

Fato estilizado 1 – O sistema de C,T&I está se abrindo. Os ICPs são parte de um sistema de C,T&I cuja complexidade é crescente, o que faz com que as interfaces e os interlocutores estejam se diversificando. Houve um aumento expressivo do número de instituições privadas sem fins lucrativos nos últimos oito anos, especialmente como resultado das leis de privatização das companhias elétricas e de incentivos de informática. Ambas provocaram nas empresas nacionais, e também nas multinacionais, um movimento de criação de organizações sem fins lucrativos para utilizar os recursos das leis e, ao mesmo tempo, concorrer pelos recursos competitivos aportados pelos fundos setoriais. Simultaneamente, a incorporação da inovação como objetivo nobre de um sistema articulado, trouxe junto consigo um outro contingente de atores que antes não participava do mundo da C&T. O cenário hoje é, portanto, mais diversificado e heterogêneo do que jamais foi. Destarte, o ambiente dos ICPs impõe a ampliação de capacidades relacionais, aquelas necessárias ao aprofundamento das relações da instituição com os demais atores do sistema.

Fato estilizado 2 – Percepção pública e controle social da C,T&I. Há maior percepção por parte da população sobre os benefícios e os riscos associados ao desenvolvimento científico e tecnológico. C&T estão cada vez mais na grande imprensa, inclusive televisiva, o que amplia o interesse sobre as atividades exercidas dentro de laboratórios de pesquisa e faz com que o ICP tenha que, cada vez mais, comunicar-se com seu entorno leigo. Como se sabe, esse tipo de relação pode ser objetivamente construída, particularmente por meio de uma estrutura profissional de comunicação social.

Fato estilizado 3 – Novas e ampliadas demandas. Há demanda crescente no sistema por conhecimento (particularmente pela ampliação da participação do setor privado), o que se traduz no aumento da demanda por projetos de P&D, serviços técnico-especializados e formação e capacitação. Os ICPs têm, neste cenário, necessidades ligadas à profissionalização de suas relações com o entorno especializado. Sistemas de qualidade na atenção

a clientes e parceiros; capacidade de formação e participação em redes de pesquisa e serviços; conhecimento e habilidade para lidar com estabelecimento de direitos de propriedade, entre outras competências, passam a ser críticos para seu desempenho.

Fato estilizado 4 – Um sistema cada vez mais competitivo e cooperativo. O sistema de C,T&I, além de apresentar complexidade, demandas e cobranças crescentes, é cada vez mais competitivo. Os atores competem por recursos humanos, financeiros e por espaço político institucional. As conseqüências disso são complementares e especificam as anteriores. Há um movimento aparentemente contraditório entre cooperar e competir. Coopera-se para se obter escala e força de negociação (exigências de ambientes competitivos). Compete-se por que os recursos são limitados e as competências crescentes (igualmente, uma exigência de ambientes competitivos). Aqui ressaltam-se também as capacidades relacionais, mas também capacidades para formular e negociar projetos, para vender serviços, para administrar recursos financeiros próprios, para se comunicar com a sociedade e para participar de redes especializadas em suas mais diversas formas – pesquisa e desenvolvimento, prestação de serviços, formação de quadros, dentre outros. Otimizar os macro processos de uma organização é, tanto quanto em qualquer outra organização, uma tarefa permanente.

Fato estilizado 5 – C,T&I na agenda política do país. A capacidade de articulação junto às instâncias políticas do executivo e do legislativo é parte do processo competitivo no qual os ICPs estão inseridos. O progresso da ciência no Brasil passa hoje pelo Congresso Nacional. Dificilmente um tema passível de polêmica irá adiante sem discussão nas casas legislativas do país. O próprio tema de ICPs é assunto hoje na Câmara dos Deputados. Como conseqüência uma organização de pesquisa precisa ter habilidade e competências para acompanhar de perto o que se passa nessas casas legislativas. Parte de seu futuro, inclusive orçamentário, tem origem em instâncias legislativas e executivas dos governos nos seus três níveis.

Fato estilizado 6 – Recursos são escassos. Alavancar recursos financeiros é função obrigatória de ICPs, públicos ou privados. Há recursos competitivos que se pode captar e há capacidades de venda de serviços e produtos tecnológicos que podem ser fontes importantes de recursos financeiros. Para ambos são necessárias competências específicas. Além de

um bom corpo de pesquisadores, com bons currículos e com capacidade de articulação, é preciso um bom quadro gerencial para administrar projetos e recursos, lidar com clientes e com parceiros, conhecer e buscar, objetivamente, as fontes de recursos.

Fato estilizado 7 – Recursos humanos qualificados são necessários e caros. Manter e renovar quadro de mestres e doutores é tarefa árdua. ICPs públicos têm mais dificuldade em renovar, dado que o ingresso se dá, preferencialmente e às vezes exclusivamente, por meio de concursos públicos, instrumento pouco freqüente no cenário estrangulado das contas públicas. ICPs privados têm mais dificuldade de manter quadros qualificados em quantidade e por tempo suficientes. Desenvolver estratégias para captação, renovação e manutenção de talentos é tarefa das mais importantes numa atividade que depende essencialmente das capacidades dos recursos humanos envolvidos.

Fato estilizado 8 – Políticas fragmentadas, instáveis e genéricas. Os ICPs são heterogêneos, as políticas também, mas sem qualquer coerência entre uma coisa e outra. As especificidades dos ICPs dão-se em pelo menos quatro eixos:

a) setorial ou temático (saúde, indústria, agricultura, ciências da vida, engenharias etc.);

b) regional (segundo a localização geográfica no país);

c) competência essencial (pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, serviços especializados, transferência de tecnologia);

d) estatuto jurídico (pública administração direta civil, pública administração direta militar, pública administração indireta, privada sem fins lucrativos, privada com fins lucrativos, Organização Social, Oscips e ONGs).

Embora as políticas e os instrumentos de fomento e de acompanhamento não possam prever todos os tipos de situações, é possível estabelecer algumas categorias que facilitem o entendimento e a formulação de instrumentos e de mecanismos de apoio e fomento. Cada eixo apresenta algumas

características que identificadas e combinadas, podem gerar categorias. Por exemplo, atuar no setor saúde é muito diferente de atuar no setor aeronáutico. São mercados diferentes com lógicas inovativas diferentes.

Localizar-se em São Paulo tem implicações distintas de se localizar em Manaus, se não por outros motivos, pelo menos no que diz respeito à capacidade de atrair e fixar recursos humanos qualificados. Ser um ICP típico de P&D é diferente de ser uma instituição típica de serviços de certificação e normalização, pois uma estrutura-se com a lógica da pesquisa (incerta, de longo prazo e sujeita à criatividade) e outra sob uma lógica de mercado (de curto prazo, responsiva e mais competitiva). Finalmente, um ICP ligado à administração pública direta tem contornos legais e político institucionais que uma instituição privada sem fins lucrativos não tem (por exemplo, para assinar contratos e convênios, administrar recursos financeiros e contratar e demitir pessoal).

O que esses fatos estilizados mostram é a emergência de um ambiente extremamente dinâmico para o futuro dos ICPs no Brasil. Em paralelo, e à exceção das iniciativas da Abipti ou mesmo de iniciativas de *motu proprio* de algumas instituições, o país ressente-se de uma estratégia para aproveitar o enorme potencial de seus institutos e centros de pesquisa. Após um período realmente difícil para as instituições públicas, ocorrido entre meados dos anos 1980 e final dos anos 1990, quando algumas foram inclusive fechadas pelos governos federal e estaduais, o Brasil ingressou, nos últimos anos, em uma nova trajetória, na qual os espaços voltaram a se ampliar e os ICPs têm agora um cenário mais alentador, mas ainda incerto e arriscado. A diretriz colocada pela política do *laissez* faire e pela concorrência acirrada entre os ICPs é clara: capacitar-se estratégica e gerencialmente ou enfrentar dificuldades que podem levar ao encerramento de atividades.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA. Disponível em: <http://www. abipti.org.br>. Acesso em: mar. 2005

BRASIL. Ministério Administração e Reforma do Estado. *Brasil*: governo federal, 1995. Brasília: MARE, 1996.

BONACELLI, M.B.; SALLES-FILHO, S. L. M., RAMOS-FILHO, L. O. *Financiamento da pesquisa:* formação e articulação de cadeias produtivas e cadeias inovativas na agropecuária da América Latina e do Caribe: o segmento citrícola. São Paulo: UniCamp, 2000. Projeto IICA/GEOPI-DPCT-Unicamp.

CRUZ, C. H. Brito. Ciência e desenvolvimento. *Interação*: Informativo do Instituto Euvaldo Lodi, p. 7, ago. 2003.

CENTRO INTEGRADO DE MANUFATURA E TECNOLOGIA. Disponível em: <http://www.cimatec.cieb.org.br>. Acesso em: mar. 2005.

ERBER, F.; AMARAL, L. Os centros de pesquisa das empresas estatais: um estudo de três casos. In SHWARTZMAN, S. (Coord.) et al. *Ciência e tecnologia no Brasil*: política industrial, mercado de trabalho e instituições de apoio. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1995. p. 333-371.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Indicadores de C&T em SP*. São Paulo: Fapesp, 2002.

FERREIRA, C. *Tendências de reorganização da pesquisa*: um estudo a partir de experiências internacionais. 2001. Dissertação de Mestrado em Política Científica e Tecnológica da Universidade de Campinas, 2001.

FRARE, E. *Implicações da adoção do modelo de organização social em institutos públicos de pesquisa*: o caso do LNLS. 2004. Monografia de curso de especialização do Departamento de Política Científica e Tecnológica da Universidade de Campinas, 2004.

GIBBONS, M. et al. *The new production of science and research in contemporary societies*. London : Sage Publications, 1996.

INSTITUTO ELDORADO. Disponível em: <http:// www.eldorado.org.br>. Acesso em: mar. 2005.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO. Disponível em: <http:// www.lactec.org.br>. Acesso em: mar. 2005.

MASSOLA, M. *A organização da pesquisa agrícola privada cooperativa*: um estudo de caso da COODETEC. Dissertação de mestrado defendida no Departamento de Política Científica e Tecnológica da Universidade de Campinas, 2002.

PREST, A *Comparative analysis of public, semi-public and recently privatised research centres*: final project report. Manchester: University of Manchester, 2002.

SALLES-FILHO, S. L. M. (Coord.) et al. *Ciência, tecnologia e inovação*: a reorganização da pesquisa pública no Brasil. Campinas: Editora Komedi/Capes, 2000.

SALLES-FILHO, S. L. M. et al. Dimensões de análise para o estudo de transformações institucionais: uma abordagem para a reorganização da pesquisa pública. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 21., São Paulo, nov.de 2000. *Anais*... São Paulo: [s.n.], 2000.

SALLES-FILHO, S. L. M. Política de ciência e tecnologia no I PND (1972-1974) e no I PBDCT (1973-74). *Revista Brasileira de Inovação*, Brasília: FINEP, v. 1, n. 2, p. 397-419, jul/dez. 2002. Disponível em: <http://www.finep.gov.br>. Acesso em: mar. 2005.

_____. Política de ciência e tecnologia no II PBDCT (1976). *Revista Brasileira de Inovação*, Brasília: FINEP, v. 2, n. 1, p. 179-211, jan./jun. 2003.

_____. Política de ciência e tecnologia no III PBDCT (1980-85). *Revista Brasileira de Inovação*, Brasília: FINEP, v. 2, n. 2, p. 407-432, jul/dez. 2003.

ZOUAIN, D. M. Gestão de instituições de pesquisa. In: _____. *Institutos públicos de pesquisa em um ambiente de mudança*. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 2001. cap. 2, p. 75–96.

Globalização da P&D: oportunidades para o Brasil

Sérgio Robles Reis de Queiroz[*]

1. Introdução

Este texto tem por objetivo mostrar como o processo de globalização da P&D está criando oportunidades para o desenvolvimento de capacidades tecnológicas no Brasil e que condições básicas precisam ser cumpridas para o aproveitamento dessas oportunidades.

Para isto, há um conjunto de questões que precisam ser abordadas, tais como: qual a natureza e intensidade do processo de globalização da P&D? Quais as forças motoras desse processo? Quais os seus efeitos sobre as economias de origem e as economias receptoras das atividades de P&D? De que modo os países, especialmente os em desenvolvimento, estão reagindo a esse fenômeno? Qual o papel das políticas públicas na atração dos investimentos?

O modo escolhido de endereçar-se a essas questões foi o seguinte. A segunda seção, depois desta introdução, apresenta o contexto internacional em que as oportunidades estão sendo criadas, buscando situar e entender elementos essenciais do processo de globalização da P&D. A terceira seção é focada no Brasil e explora o potencial do país para se inserir favoravelmente nas tendências externas. A seção quarta discute a questão da implementação de políticas públicas adequadas como uma das condições para se ampliar aquela inserção.

Sérgio Robles Reis de Queiroz é professor associado do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências, da Unicamp.

2. Globalização da P&D: o contexto internacional

O fenômeno e algumas evidências empíricas

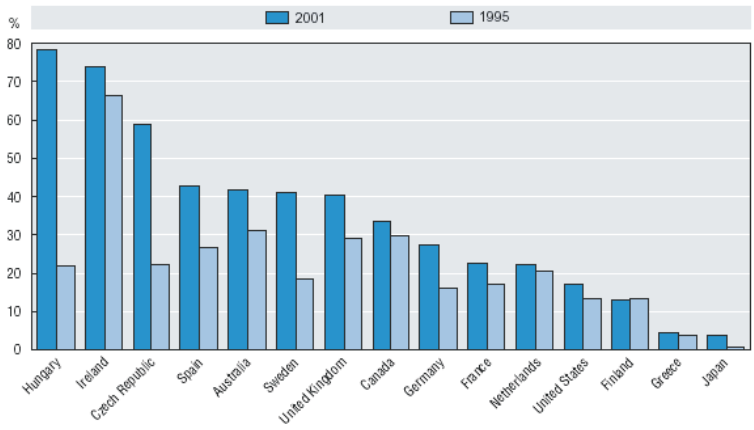
Nos anos recentes, tem se observado uma crescente internacionalização das atividades tecnológicas das empresas multinacionais (EMNs). Embora menos internacionalizada do que outras funções corporativas, como produção ou vendas, a função tecnológica das grandes empresas – a atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D), em particular – vem sendo cada vez mais planejada e conduzida em escala global.

A já vasta bibliografia sobre o tema evidencia a importância do fenômeno e discute diversos de seus aspectos, tais como, fatores determinantes, natureza das atividades realizadas no exterior, efeitos sobre os países de origem e sobre os países hospedeiros, entre outros.

Diversos trabalhos mostram o aumento da participação das filiais das EMNs no esforço tecnológico global, observado seja pelos gastos em P&D, seja por patentes, os dois principais indicadores utilizados para avaliar esse esforço (OECD, 1998; Dalton and Serapio, 1999; Kummerle, 1999; Granstrand, 1999).

A Figura 1 revela, para 15 países da OCDE, uma tendência quase generalizada de aumento da participação da P&D das empresas estrangeiras no gasto total da P&D empresarial. Isto significa que nesses países a atividade de P&D das empresas estrangeiras cresce mais rapidamente do que a das empresas domésticas.

Figura 1. Gasto em P&D de filiais estrangeiras
(como % dos gastos empresariais em P&D)



Nota: Ou ano mais próximo disponível
Fonte: OCDE, 2004

Dados recentes do *Bureau of Economic Analysis* (BEA), do Departamento de Comércio dos EUA, mostram que os gastos de P&D de filiais de empresas americanas no exterior passaram de US$ 14,6 bilhões em 1998, para US$ 21,1 bilhões em 2002, um crescimento de 44%. Esses gastos aumentaram também como percentagem sobre as vendas das filiais, passando de 0,74%, em 1998, para 0,83%, em 2002.

São significativas, portanto, as evidências empíricas da globalização da tecnologia. O fenômeno pode ser entendido de maneira sintética como uma reconfiguração das atividades tecnológicas das grandes empresas no sentido de ampliar a integração dessas atividades no plano global. Partindo-se da noção de globalização sugerida por Sachwald (1994), como "a integração funcional de atividades geograficamente dispersas das empresas multinacionais", pode-se compreender a globalização da P&D como um processo em que as EMNs não apenas ampliam a P&D fora de seus países de origem como também coordenam mais estreitamente essas atividades. Assim, a face visível do fenômeno é o aumento do peso das filiais nas atividades tecnológicas, em muitos casos a partir de investiduras de mandatos globais. Ao mesmo tempo, essas maiores responsabilidades corporativas podem ser acompanhadas de um menor grau de liberdade na definição dos projetos em função da necessidade de um maior alinhamento com as estratégias globais de P&D. Assim, para as filiais, participar das chamadas redes globais de P&D pode significar maiores atribuições em termos de desenvolvimento tecnológico, mas também menor autonomia para definir a agenda de pesquisa.

GLOBALIZAÇÃO VS. "TRIADIZAÇÃO"

Alguns dos trabalhos sobre a globalização da tecnologia destacaram a forte concentração do fenômeno nos países desenvolvidos, particularmente, na "Tríade", EUA, Japão e Europa (Patel & Pavitt, 1998; Kummerle, 1999). De fato, dados de patentes de 359 das maiores empresas mundiais no período de 1990-1994 mostram que as patentes registradas nos Estados Unidos, originárias das subsidiárias fora da "Tríade", contabilizaram menos de 1% do total, ou 7% da participação das filiais (Etan Expert Working Group, 1998).

Entretanto, há evidências de que os países em desenvolvimento (PEDs) estão se tornando cada vez mais um importante destino de investimento direto externo (IDE) em tecnologia (Kumar, 2001; Walsh,

2003). De acordo com os dados do BEA, os gastos em P&D das filiais americanas de EMNs fora do Canadá, Europa e Japão passaram de 10,7% do total em 1998, para 15% em 1999 e 17,8% no ano 2000 (a China sozinha recebeu 2,6% dos investimentos em P&D das filiais americanas naquele ano). Assim, embora a parcela da P&D realizada pelas EMNs nos PEDs seja ainda relativamente pequena, ela é crescente.

Como mostra a Tabela 1, com resultados de um *survey* recente (Economist Intelligence Unit, 2004) realizado junto a 104 executivos seniores de empresas com atuação global, a China desponta como o lugar mais atrativo para investimento em P&D fora dos países de origem – a Índia aparece na terceira posição e o Brasil na sexta.

Tabela 1. Em quais dos países a seguir sua companhia pretende realizar o maior gasto em P&D nos próximos três anos (excluindo seu mercado doméstico)? (Principais 10 localidades entre 54)

	(% de respondentes)
1. China	39
2. Estados Unidos	29
3. Índia	28
4. Reino Unido	24
5. Alemanha	19
6. Brasil	11
7. Japão	10
8.França/Itália	9
10. República Tcheca	8

Fonte: *The Economist Intelligent Unit* (2004)

A competição crescente pelos investimentos em P&D

Esse quadro de ampliação do IDE em tecnologia vem acirrando a competição internacional por esses investimentos. Os países se engajam nessa disputa buscando usufruir dos benefícios para as economias receptoras – os efeitos de transbordamento (*spillovers*), empregos qualificados, salários elevados, entre outros. De certo modo, as próprias matrizes estão se envolvendo na competição, já que se observa uma reação dos núcleos de

P&D das EMNs nos países desenvolvidos contra a migração de atividades tecnológicas direcionada aos PEDs. Entre estes, China e Índia se destacam como importantes receptores de investimentos estrangeiros em atividades tecnológicas.

Na China as firmas multinacionais já contam com mais de cem centros de P&D instalados e de acordo com um funcionário do Ministério de Comércio Exterior e Cooperação Econômica (Moftec), "o número de instituições de P&D estabelecidos por multinacionais... irá dobrar nos próximos cinco anos" (Business Alert – China, 2003).

Um exemplo ilustrativo do fenômeno é o estabelecimento da unidade de pesquisa do *Bell Labs* em Beijing. De acordo com o comunicado de inauguração, em março de 2000, "... é a primeira vez na história do Bell Labs que a empresa estabelece um laboratório de pesquisa fora dos EUA. Este laboratório será um centro de excelência técnica e de inovação com a herança do *Bell Labs Research*. Será para conduzir pesquisa básica nas áreas de rede de dados, software, comunicação, redes óticas, ciência da computação, matemática aplicada, entre outras" (*Bell Labs – Research in China*, 2000).

A Índia segue no mesmo passo. Das aproximadamente cem unidades de P&D de multinacionais existentes no país em fevereiro de 2003, mais de 70, incluindo a Delphi, Eli Lilly, Hewlett-Packard, Heinz, Honeywell e DaimlerChrysler, foram estabelecidas nos cinco anos anteriores (Basu, 2003).

Embora a maioria dessas unidades esteja voltada para tarefas relativamente simples de desenvolvimento, a Índia também possui centros globais de empresas estrangeiras conduzindo atividades mais sofisticadas. Este é o caso, por exemplo, do centro de P&D da General Electric (GE) em Bangalore, o maior complexo de pesquisa da empresa fora dos EUA, que emprega mais de 1.600 funcionários, incluindo 1.100 técnicos especializados (destes, 31% são doutores e 44%, mestres). O centro destina 20% de seus recursos para pesquisa básica na área de nanotecnologia, entre outras. Outro exemplo é o centro de pesquisa da empresa farmacêutica Eli Lilly em Delhi, o maior na Ásia e o terceiro maior no mundo (atrás dos EUA e Canadá).

A intensidade da migração de atividades tecnológicas para China e Índia nos últimos anos, originárias principalmente dos EUA, tem chamado

a atenção para o fenômeno correlato da crescente subcontratação da P&D (Business Week, 2003 e Business Week, 2005). Os dois fenômenos, o da realização de P&D no exterior (*offshoring*) e o da sub-contratação (*outsourcing*) da P&D aparecem muitas vezes combinados. O Quadro 1 separa com clareza as questões de localização geográfica e de externalização da P&D.

Quadro 1. P&D estabelecida em outros países e subcontratada: definições

Localização da P&D	Internalizada	Externalizada (subcontratada)
País de origem	P&D realizada internamente à empresa no país de origem	P&D subcontratada de uma outra empresa no país de origem
País hospedeiro	P&D realizada pela filial de uma mesma EMN em outro país (chamado *captive offshoring*)	P&D subcontratada de uma terceira empresa no exterior: - a uma empresa local - a uma filial de outra EMN

Fonte: UNCTAD (2004), adaptado de WIR2004, p.148.

A discussão sobre globalização da tecnologia está basicamente focada na situação descrita pelo quarto quadrante (inferior à esquerda), em que responsabilidades tecnológicas são transferidas para filiais da própria empresa no exterior (*captive offshoring*). Ocorre que a situação mostrada no terceiro quadrante (inferior à direita), que combina *offshoring* com *outsourcing*, é muito freqüente. Pode-se discutir diferenças entre os efeitos em uma situação e outra, mas do ponto de vista das economias hospedeiras (e das economias de origem dos investimentos) ambas são muito similares. Para um país interessado em atrair investimentos tecnológicos de EMNs eles podem se materializar tanto na forma de um centro de P&D da filial como na sub-contratação de outras empresas já estabelecidas localmente. É o caso, portanto, de se perguntar se a noção de globalização da tecnologia não deveria ser estendida para abarcar todo tipo de *offshoring*, seja o cativo, seja o subcontratado.

Determinantes da globalização da P&D

O destaque obtido por China e Índia como pólos de atração de IDE em tecnologia tem gerado as mais diversas explicações. O custo muito mais baixo na comparação com o dos países desenvolvidos é um dado freqüentemente mencionado. A disponibilidade de pessoal altamente qualificado – especialmente na Índia, onde existe a vantagem suplementar

desse pessoal falar inglês – também é muito apontada como fator relevante. O mercado interno – os dois países têm mercados grandes e dinâmicos – é outro fator a considerar.

De fato, ao se observar as principais conclusões do estudo da Economist Intelligence Unit (2004), a qualificação dos recursos humanos aparece no topo das condições de atração do investimento em P&D. O tamanho do mercado local também se destaca como fator de atração. E a proteção adequada da propriedade intelectual é citada como a grande preocupação das empresas que pretendem fazer P&D no exterior (um tanto contraditoriamente com a disposição revelada de investir na China e na Índia, países que não se notabilizam propriamente por seu regime de proteção da PI).

A rigor, a discussão sobre as condições oferecidas por este ou aquele país na atração de atividades tecnológicas é precedida por uma discussão correlata, mais focada nos motivos que levam as EMNs a realizar P&D fora de seus países de origem. Primeiro, cabe perguntar o quê as empresas buscam quando fazem P&D no exterior. Em seguida, perguntar onde elas encontram aquilo que buscam.

É considerável a bibliografia sobre o tema dos fatores determinantes da internacionalização da tecnologia. Autores como Pearce (1989) e Dunning (1993) buscaram identificar forças 'centrípetas' e 'centrífugas' atuando sobre a centralização ou descentralização da P&D pelas MNEs. Em OCDE (1998) encontramos também um conjunto de fatores que favorecem o movimento em uma e outra direção. O Quadro 2 apresenta aqueles que estimulam a descentralização da P&D.

Quadro 2. Fatores incentivadores da descentralização da P&D

- Alto nível de produção das filiais estrangeiras e necessidade contínua de adaptar os produtos das matrizes às exigências dos mercados locais.
- Falta de acesso no país de origem a pessoal científico altamente qualificado.
- Proximidade de renomadas universidades estrangeiras e laboratórios; infra-estrutura científica local atrativa.
- Duração do investimento no exterior, particularmente em setores amplamente expostos à competição internacional.

- Alta intensidade em P&D, tanto no país de origem como no país hospedeiro, no setor em que a filial estrangeira está operando (alta tecnologia).
- Matriz e filiais de grande porte, particularmente quando as últimas estão localizadas em um extenso número de países (elevado grau de internacionalização).
- Estabelecimento de centros de pesquisa nos mercados locais do exterior pelos competidores. Necessidade de adoção da mesma estratégia.
- Capacidade da empresa de administrar complexos sistemas em uma estrutura descentralizada em todos os níveis entre a matriz, as filiais e outras empresas envolvidas no mesmo grupo ou rede.
- Aquisições verticais de firmas estrangeiras conduzindo atividades complementares de P&D. Estas atividades às vezes são mais importantes do que aquelas realizadas pela matriz.
- Estabelecimento de laboratórios compartilhados com empresas estrangeiras (*joint ventures*).
- Elevada diferenciação de produto e grande competição por meio da qualidade.
- Custo da pesquisa doméstica muito elevado (necessidade de reduzir ou compartilhar os custos).
- Fácil acesso a capital no país hospedeiro.
- Custos para difusão tecnológica, exigindo proximidade da produção no exterior.
- Regulação local (ex: indústria farmacêutica) e políticas tecnológicas de suporte à inovação e treinamento de recursos humanos.
- Adequada proteção da propriedade intelectual no país hospedeiro.
- Incentivos financeiros ou fiscais oferecidos pelo país hospedeiro.

Fonte: OCDE, 1998

As motivações mais destacadas em diversos trabalhos para o estabelecimento de unidades de P&D nas subsidiárias são duas. A primeira – a mais antiga e comum – está associada à adaptação de produtos desenvolvidos no exterior às condições locais e ao apoio à produção local. A segunda motivação é a intenção de absorver conhecimento gerado em empresas concorrentes e outras instituições estrangeiras, como as universidades. Florida (1997) classifica os dois casos de investimentos em P&D como "orientados para o mercado" e "orientados para a tecnologia",

respectivamente. Kummerle (1997) apresenta uma tipologia similar, denominando os dois tipos de P&D externa de *home-base-exploiting* e *home-base-augmenting*. No primeiro, a firma tende a investir em áreas em que já é forte em seu país de origem, explorando essas competências no país hospedeiro. No segundo, a firma investe em áreas em que tem pouco domínio no país de origem, buscando ampliar sua base de conhecimento a partir das competências encontradas no país receptor.

Desse modo, as empresas que atuam em indústrias em que a necessidade de adaptar produtos às condições locais é essencial para sua competitividade tendem a fazer P&D "orientada para o mercado" e portanto irão valorizar fatores como o tamanho do mercado interno. Já aquelas que fazem produtos globais, de especificação universal (como um medicamento, por exemplo), irão tender à P&D "orientada para a tecnologia", preocupando-se mais fortemente com a oferta de recursos humanos altamente qualificados, com a excelência das redes locais de pesquisa acadêmica, etc.

3. TIPOS DE P&D E OPORTUNIDADES PARA O BRASIL

Existem oportunidades para o Brasil atrair investimentos em P&D dos dois tipos: "orientados para o mercado" (principalmente) e "orientados para a tecnologia".

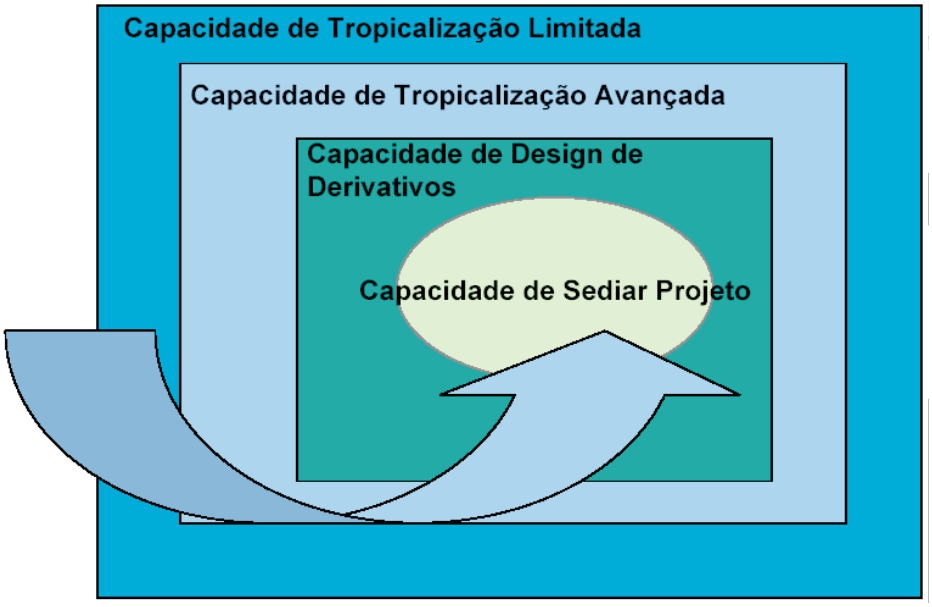
No caso dos primeiros, o setor automotivo ilustra bastante bem o potencial do país para sediar uma base importante de desenvolvimento de produto. Algumas subsidiárias brasileiras de montadoras estrangeiras vieram acumulando capacidades nessa área por décadas e hoje dominam boa parte do ciclo de desenvolvimento de produto.

A General Motors do Brasil (GMB), por exemplo, adquiriu a competência de adaptar seus modelos – desenhados pela Opel, subsidiária alemã da Guerra Mundial – às condições locais, processo conhecido como 'tropicalização' do veículo (resultado de um investimento de P&D tipicamente "orientado para o mercado"). Nos anos 1990, a GMB já havia acumulado competências técnicas suficientes para a concepção local de derivativos baseados nos modelos Opel, como no caso do Corsa Sedan, o Corsa Picape e o Astra Sedan. No projeto *Blue Macaw*, que resultou no modelo Celta, a equipe de desenvolvimento de produto foi envolvida em todas as

suas fases. Finalmente, no projeto da minivan compacta Meriva o papel da GMB foi ainda mais proeminente. O conceito foi proposto pela subsidiária brasileira e aceito pela corporação como um "derivativo global" do novo Corsa. Pela primeira vez, o Brasil foi a base do desenvolvimento de um projeto, de forma que a GMB assumiu a responsabilidade pela coordenação de todos os seus estágios. Como resultado, o carro foi lançado primeiramente no Brasil e só depois na Europa, invertendo (também pela primeira vez) a seqüência tradicional. Mesmo não sendo a Meriva uma nova plataforma, seu desenvolvimento implicou uma reengenharia significativa da plataforma do Corsa (Consoni, 2004).

Com ritmos e inflexões distintos, trajetórias semelhantes podem ser observadas em outras montadoras estabelecidas há algum tempo no país, como no caso da Volkswagen, Fiat e Ford. Todas elas estão percorrendo esse caminho, esquematizado na Figura 2, que vai dos esforços de tropicalização (limitada e avançada) à construção de derivativos locais e finalmente de derivativos globais, em que o país assume a condição de sede de projeto dentro da corporação.

Figura 2. Evolução das capacidades das subsidiárias brasileiras das montadoras de automóveis



Adaptado de Consoni e Quadros (2003)

O prosseguimento dessa trajetória bem-sucedida de ampliação das atividades de desenvolvimento de produto e aquisição de capacidades depende diretamente da produção de veículos à qual a P&D estará vinculada. Historicamente, o tamanho do mercado interno brasileiro representou um incentivo importante ao IDE (tanto em produção como em P&D). No entanto, vale observar que a indústria automotiva brasileira vem passando por um reposicionamento dentro da divisão global do trabalho. As exportações deram um salto notável nos últimos anos e, mais do que isso, uma série de indicadores apontam para uma mudança estrutural, aqui entendida como inserção permanente, não transitória, nos mercados externos. Assim, o país caminha para consolidar uma posição de base produtora regional (México e Argentina são grandes clientes dessa indústria) e mesmo de áreas com características semelhantes em outros países, como África do Sul, países do leste europeu, em suma, mercados emergentes.

O passo seguinte deve ser o de buscar se estabelecer como base produtora global de veículos de base do mercado (*entry-level*). O correspondente salto na produção teria conseqüências muito significativas para o investimento em P&D nesse setor no Brasil, especialmente em desenvolvimento de produto. O tamanho do mercado continua sendo um elemento crítico de atração de P&D para o caso da indústria automobilística, mas o mercado relevante no caso, ao qual a atividade tecnológica deverá atender, ultrapassa amplamente as fronteiras do país e mesmo da região.

As considerações feitas para o setor automotivo valem para outros setores em que a ligação entre P&D e produção continua forte e em que o país conta com uma base produtiva consolidada. Valem, portanto, para o setor metal-mecânico.

No caso dos investimentos em P&D orientados para a tecnologia, a posição do Brasil é bem mais frágil. Investimentos desse tipo são normalmente direcionados a regiões desenvolvidas, como o Vale do Silício, na Califórnia, onde diversas empresas buscam instalar "postos de escuta", para acompanhar os avanços científicos e tecnológicos mais recentes nas áreas em que atuam. Entretanto, alguns desses investimentos são motivados pela existência de pessoal altamente qualificado a custos relativamente baixos (incentivos fiscais, para certos setores, podem ser o componente final da equação).

Sobre este ponto, vale destacar que o Brasil vem construindo uma base de recursos humanos muito qualificados a partir de um sistema sofisticado de universidades públicas, com expressiva atividade de pós-graduação e de pesquisa, com poucos equivalentes entre os PEDs.

A Tabela 2 mostra um crescimento muito expressivo da titulação de pós-graduados. Em um período de 15 anos (de 1987 a 2002) o número de mestres formados saltou de 3.818 para 23.421, um crescimento de 12,9% a.a, ao passo que o de doutores subiu de 932 para 6.843 (crescimento de 14,2% a.a.).

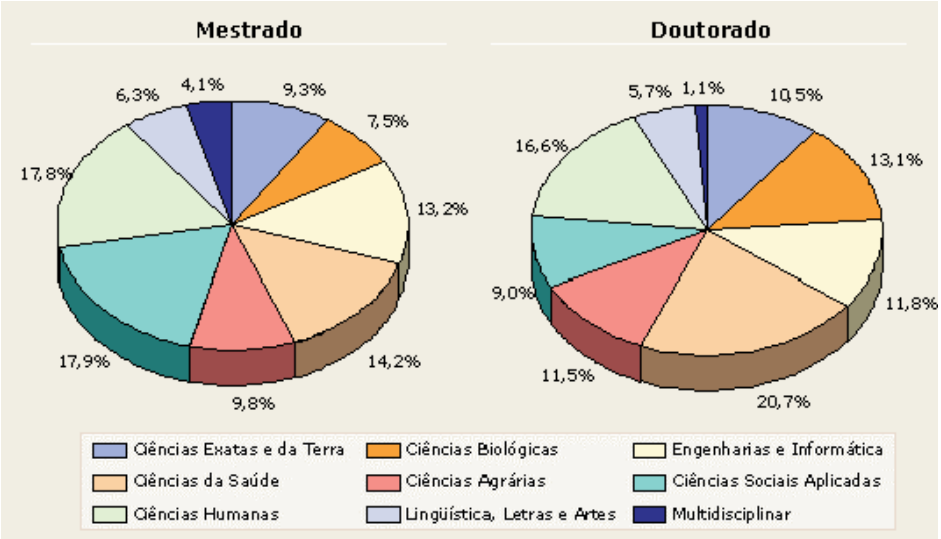
Tabela 2. Brasil: Alunos novos, matriculados e titulados nos cursos de mestrado e doutorado, 1987-2002.

Ano	Alunos novos		Alunos matriculados (em dezembro)		Alunos titulados	
	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Doutorado	Mestrado	Doutorado
1987	9.681	1.886	30.102	8.182	3.818	932
1988	11.373	2.165	31.575	8.515	3.965	990
1989	11.391	2.473	33.273	9.398	4.797	1.139
1990	12.162	3.865	36.502	10.923	5.579	1.410
1991	12.172	3.865	37.205	12.013	6.772	1.750
1992	12.061	3.518	37.412	13.682	7.272	1.759
1993	12.816	4.191	38.265	15.569	7.557	1.875
1994	15.043	4.939	40.026	17.351	7.546	2.027
1995	15.995	5.110	43.121	19.492	8.982	2.497
1996	15.130	4.735	41.928	20.924	9.602	2.949
1997	16.047	5.742	44.015	22.935	10.783	3.497
1998	19.815	6.744	50.816	26.828	12.681	3.949
1999	23.837	7.903	57.044	29.998	15.380	4.853
2000	28.586	8.444	63.614	33.004	18.373	5.335
2001	27.845	9.013	64.906	35.102	19.986	6.042
2002	29.505	9.833	65.044	37.400	23.421	6.843

Fonte: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) do Ministério da Educação (MEC). Elaboração: Coordenação de Estatísticas e Indicadores – Ministério da Ciência e Tecnologia. Ver: <http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/portugues/menu3page.htm>

Quando se observa a distribuição por grande área do conhecimento (Figura 3), constata-se que, dos quase sete mil doutores formados em 2002, dois terços foram nas áreas de ciências exatas e da terra, ciências biológicas, engenharias e informática, ciências da saúde e ciências agrárias. o terço restante foi em ciências sociais aplicadas, ciências humanas, lingüística, letras e artes e, finalmente, multidisciplinar.

Figura 3. Brasil: Distribuição percentual do número de alunos titulados nos programas de pós-graduação, por grandes áreas do conhecimento, 2002



Fonte: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) do Ministério da Educação (MEC). Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores – Ministério da Ciência e Tecnologia
Ver: <http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/portugues/menu3page.htm>

Refletindo o significativo crescimento das atividades de pós-graduação e pesquisa, a produção científica brasileira também vem crescendo, inclusive ampliando sua participação na produção mundial (Figura 4).

Figura 4. Brasil: artigos publicados em periódicos científicos internacionais indexados no *Institute for Scientific Information (ISI)* e percentual em relação ao mundo, 1981-2002

Fonte: *Institute for Scientific Information (ISI). National Science Indicators.*
Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores – Ministério da Ciência e Tecnologia.
Ver: <http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/portugues/menu6page.htm>

A existência de uma base de pessoal altamente qualificado, com tradição de pesquisa, é uma condição necessária para desenvolver atividades tecnológicas de qualquer tipo, mas especialmente as "orientadas para a tecnologia". Um caso interessante de investimento em P&D desse tipo é o realizado pela Motorola na montagem do seu *Brazilian Semiconductor Technology Center*, em Jaguariúna (hoje separado da empresa uma vez que o segmento de semicondutores se tornou uma operação independente com a criação da Freescale). Trata-se de um centro de P&D articulado à rede global de P&D em semicondutores, não à atividade produtiva da Motorola no Brasil. Sua criação e desenvolvimento só foram possíveis em função da disponibilidade de mão-de-obra de alto nível nessa área.

Em suma, o país já vem atraindo IDE em P&D de diversos tipos em diversos setores. Contudo, poderia atrair muito mais, como mostram China e Índia. Deve-se ainda sublinhar o peso significativo das EMNs na estrutura industrial brasileira e a importância dessas empresas no total das atividades

inovadoras. Como mostram pesquisas recentes (Paep, Pesquisa da Atividade Econômica Paulista, da Fundação Seade; e Pintec, Pesquisa Industrial – Inovação Tecnológica, do IBGE), as filiais de multinacionais respondem por parte considerável do esforço de P&D das empresas no Brasil. Costa e Queiroz (2002), em estudo baseado na Paep, revelam que as filiais brasileiras de EMNs apresentaram melhor desempenho no desenvolvimento de capacidades tecnológicas mais complexas do que as empresas nacionais, o que mostra a posição central das primeiras no sistema de aprendizado nacional. Portanto, não se trata de incorporar essas filiais ao sistema nacional de inovação, do qual já são um ator relevante, mas sim de engajá-las mais fortemente na tarefa de ampliar suas capacidades e responsabilidades funcionais no duplo contexto de disputa – entre as grandes empresas globais e, no interior de cada uma delas, entre as principais filiais ou mesmo com a matriz. Mas, para isto, uma condição fundamental é dotar-se de políticas públicas consistentes.

4. Políticas públicas para atração de atividades de P&D para o país

A importância das políticas

A discussão sobre os determinantes da globalização da P&D inclui as políticas entre os fatores relevantes. O Quadro 2 aponta os "incentivos financeiros ou fiscais oferecidos pelo país hospedeiro" como um dos fatores incentivadores da descentralização da P&D. Hakanson e Nobel (1993) destacam o papel dos incentivos políticos para atrair determinados tipos de P&D, principalmente aqueles relacionados a indústrias controladas pelo governo, como telecomunicações ou equipamento militar. Observando o quadro brasileiro, muitos concordariam que a política de informática teve papel fundamental na atração de investimentos em P&D de diversas EMNs.

Entretanto, devemos nos resguardar de um entendimento demasiado estreito do que seriam políticas públicas para atração de atividades tecnológicas. De nenhum modo elas devem ser reduzidas a incentivos. Por vezes, os incentivos são o fator decisivo, no sentido de promover o desempate na decisão de determinado investimento que pode ir para este ou aquele país. Mas isoladamente os incentivos não decidem a disputa, até porque são vistos como pouco estáveis, quando não são explicitamente transitórios.

É preciso, portanto, enxergar as políticas de atração de uma perspectiva ampla, indo da formação de recursos humanos de alto nível a incentivos eventuais, passando por investimentos em infra-estrutura, pela política de compras do Estado, pela divulgação e marketing do país, entre outros.

A China tem sido um exemplo notável da capacidade do Estado de mobilizar forças no sentido de promover a aquisição de capacidades tecnológicas. Venkitaramanan (2000) mostra que a China vem usando habilmente sua enorme capacidade de atrair IDE produtivo para ampliar seu acesso a tecnologias, negociando investimentos em P&D como contrapartida do acesso a seu mercado. Políticas de comércio, de compras governamentais e de tecnologia são coordenadas com o sistema de aprovação de investimento externo de modo a desenvolver as capacidades locais. Ao mesmo tempo, o país investe fortemente na formação de recursos humanos qualificados, tanto no país como no exterior.

Em um cenário de competição cada vez mais intensa por investimentos em P&D, a adequação e eficácia das políticas públicas pode ser o fator decisivo para separar os vencedores dos perdedores.

As políticas e os fatores de atração dos investimentos em P&D

Existem medidas de caráter amplo que irão favorecer genericamente os investimentos em P&D de EMNs. É o caso dos investimentos em infra-estrutura ou dos investimentos na formação de doutores e mestres. No entanto, cabe perguntar se não compete à política definir que investimentos deve tentar atrair em primeiro lugar. Neste caso, passa a ser fundamental entender de que modo os fatores de atração são diferentemente valorizados por empresas de diferentes setores e com diferentes estratégias. Para uma empresa farmacêutica, por exemplo, a existência de uma legislação adequada de proteção à propriedade intelectual pode ser um fator muito mais importante na decisão de um investimento em P&D em determinado país do que seria para uma empresa de auto-peças. Do mesmo modo, duas empresas de um mesmo setor podem avaliar distintamente a importância de se contar com pesquisadores que publicam em grandes revistas internacionais em função de diferenças nas estratégias de internacionalização da pesquisa.

Os estudos sobre este ponto são insuficientes. É preciso conhecer melhor essa relação entre características setoriais, estratégias globais para P&D das firmas e os fatores de atração de atividades tecnológicas. E as políticas públicas precisam incorporar devidamente esse conhecimento. Mas, para efeito de discussão, alguns elementos básicos das políticas poderiam ser propostos.

Primeiro, medidas de caráter amplo são necessárias porém insuficientes. Não basta aumentar a formação de doutores. Dependendo do investimento que se quer atrair, é preciso definir em que áreas ou subáreas é preciso aumentar a formação de doutores e que outras medidas tão ou mais importantes devem ser tomadas. Para ser eficaz, a política precisa atuar no 'varejo', identificando alvos específicos, até mesmo em nível de empresa. Uma vez definido o alvo, algumas ações devem ser conduzidas sob medida (por exemplo, as estratégias de divulgação e marketing do país).

Segundo, é preciso desenvolver indicadores apropriados para cada fator relevante de atração, seja para avaliar seu estado atual, seja para estabelecer e acompanhar metas de progresso. Tomemos, como exemplo, o regime de propriedade intelectual. Qual o melhor indicador para avaliar o grau de proteção oferecido pela legislação? Como avaliar a capacidade de fazer cumprir a lei, o *enforcement*? E assim por diante.

Terceiro, deve-se acompanhar de perto o trabalho dos 'concorrentes'. Quais as políticas de promoção de atividades tecnológicas ou de atração de IDE que os países, particularmente aqueles mais parecidos com o Brasil, estão adotando?

Quarto, as políticas vigentes no país, a exemplo da política de informática, requerem avaliações periódicas e conclusivas sobre sua eficácia na atração de IDE em P&D e seus custos.

Enfim, estes são alguns exemplos de pontos para discussão. Neste momento, mais importante do que refinar as propostas de políticas, talvez seja obter um engajamento do governo na disputa global em curso pelos centros de P&D das grandes empresas internacionais.

Referências

BASU, Indrajit. India noses ahead as R&D center. *Asia Times on Line*, 2003. Disponível em: <http://www.atimes.com/atimes/South_Asia/EB20Df08.html>. Acesso em: fev. 2005.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O COMÉRCIO E O DESENVOLVIMENTO. *The impact of FDI on development:* globalization of R&D by transnational corporations and implications for developing countries. [S.l.]: UNCTAD, 2004.

CONSONI, F. *Da tropicalização ao projeto de veículos: um estudo das competências em desenvolvimento de produtos nas montadoras de automóveis no Brasil*. 2004. Tese de doutoramento, Unicamp, 2004.

CONSONI, F.; QUADROS, R. Between centralisation and decentralisation of product development competencies: recent trajectory changes in Brazilian subsidiaries of car assemblers. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM OF GERPISA, 11., 11-13 jun. 2003, Paris. *Company actors on the look out for new compromises*: developing GERPISA's new analytical schema. Paris: [s.n.], 2003.

COSTA, I.; QUEIROZ, S. Foreign direct investment and technological capabilities in brazilian industry. *Research Policy*, v.31, p.1431-1443, 2002.

DALTON, D.; SERAPIO, M. *Globalizing Industrial Research and Development*. Washington: Office of Technology Policy, US Department of Commerce, 1999.

DUNNING, J. H. *Multinational Enterprises and the Global Economy*. Wokingham: Addison-Wesley, 1993.

ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT. Scattering the seeds of invention: the globalisation of research and development. *The Economist*, 2004. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/reporterbbc/story/2004/09/040913_pesquisaro.shtml>. Acesso em: fev. 2005.

ETAN EXPERT WORKING GROUP. *Internationalisation of research and technology:* trends, issues and implications for science and technology policies in Europe. Brussels: [s.n.], 1998. (European Commission Working Paper).

FLORIDA, R. The globalization of R&D: results of a survey of foreign-affiliated R&D laboratories in the USA. *Research Policy*, v. 26, p. 85-103, 1997.

GRAND opening of bell labs research China. *Lecture Series*, 2000. Disponível em: < http://www.blrc.edu.cn/blrcweb/index.htm>. Acesso em: fev. 2005.

GRANSTRAND, O. (1999) Internationalization of corporate R&D: a study of Japanese and Swedish corporations. *Research Policy*, v. 28, 275-302, 1999.

HAKANSON, Lars; NOBEL, Robert. Determinants of foreign R&D in Swedish multinationals. *Research Policy*, v. 22, n. 5-6, p. 397-411, 1993.

KUEMMERLE, W. Building effective R&D capabilities abroad. *Harvard Business Review*, mar./apr.1997.

_____. Foreign direct investment in industrial research in the pharmaceutical and electronics industries: results from a survey of multinational firms. *Research Policy*, v. 28, p.179-193, 1999.

KUMAR, N. *Developing country prospects for globalization of R&D*: science, technology and innovation viewpoint, 2001. Disponível em: <http://www.cid.harvard.edu/cidbiotech/comments/> Acesso em: 20 jun. 2004.

MULTINATIONALS set up R&D bases in three spots. *Business Alert – China*, special issue 3, 2003. Disponível em: <http://www.tdctrade.com/alert/cba-e0303sp-5.htm>. Acesso em: fev. 2005.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *Internationalisation of industrial R&D:* patterns and trends. Paris: OECD, 1998.

_____. *Science, technology and industry Outlook*. Paris: OECD, 2004.

OUTSOURCING innovation. *Business Week*, n. 3925, 21 mar. 2005.

PATEL, P.; PAVITT, K. National systems of innovation under strain: the internationalisation of corporate R&D. *Science Policy Research*, Brighton, University of Sussex, 1998.

PEARCE, R. *The internationalisation of research and development by multinational enterprises*. London: MacMillan, 1989.

SACHWALD, F. Mondialisation et systèmes nationaux. In: SACHWAL, F. *Les défis de la mondialisation:* innovation et concurrence. Paris: Masson, 1994.

THE RISE of India. *Business Week*, n. 3861, 8 dez. 2003.

VENKITARAMANAN, S. India: FDI and technology: learning from the chinese example. *Business Line*, 2000. Disponível em: <http://www.blonnet.com/businessline/2000/08/28/stories/042820ju.htm>. Acesso em: fev. 2005.

WALSH, Kathleen. *Foreign high-tech R&D in China*: risks, rewards, and implications for U.S.-China relations. Washington: The Henry L. Stimson Center, 2003. Disponível em: <http://www.stimson.org/techtransfer/pdf/2Globalization.pdf>. Acesso em: fev. 2005.

Programas mobilizadores

Waldimir Pirró e Longo[*]

1. Conceituação e origem

A palavra "mobilização" é bastante familiar no meio militar. Segundo o conhecido dicionário Aurélio, mobilizar é "movimentar, fazer passar (tropas) do estado de paz para o de guerra". Mobilização, por seu turno, é um "conjunto de medidas governamentais e militares destinadas à defesa de um país ou a preparação para determinada ação militar". Ainda, segundo o mesmo autor, mobilização é, também, a "arregimentação para uma ação política ou reivindicatória".

Assim, em geral, e sob a ótica governamental, pode-se dizer que mobilizar significa "arregimentar para uma ação política", visando "mover" todos os meios necessários que a nação dispõem para atingir os objetivos dessa ação.

Como resultado, em se tratando de programas governamentais, entende-se como sendo "mobilizadores" aqueles que têm a capacidade de arregimentar, aglutinar, organizar e pôr em movimento o potencial nacional disponível numa ação política, visando o desenvolvimento social, econômico e/ou militar do país.

Evidentemente, a ação política governamental pode visar, por meio de programas dessa natureza, a absorção, o aperfeiçoamento, o uso ou a geração de conhecimentos empíricos, intuitivos, científicos ou tecnológicos que resultem em produtos, processos, sistemas ou serviços novos ou

[*] Waldimir Pirró e Longo é consultor para ciência, tecnologia e inovação.

substancialmente melhorados, ou seja, que resultem em inovações. Adicionalmente, nesse caso, um "programa mobilizador" pode ter como objetivo criar ou ampliar o potencial nacional em áreas específicas científicas e tecnológicas ou de setores econômicos e sociais, por meio do uso de conhecimentos dessas áreas. O Anexo I sintetiza a conceituação proposta para programas mobilizadores.

Segundo Pimenta-Bueno & Ohayon (1), "desde a Segunda Grande Guerra, os programas mobilizadores tornaram-se os veículos institucionais para o desenvolvimento de importantes tecnologias. O rápido desenvolvimento tecnológico nos campos de energia nuclear, aeronáutica e espaço, biomedicina, semicondutores, computação e telecomunicações, entre outros, foi resultante de ações programáticas financiadas e coordenadas pelos governos".

Na realidade, o uso de programas mobilizadores voltados para avanços científicos e tecnológicos que resultassem em inovações de ruptura ou incrementais (2), tanto de produtos como de processos, deu-se, sem dúvida, em larga escala e com grande visibilidade, durante a referida Guerra. Nessa ocasião, os programas mobilizadores em C,T&I faziam parte da mobilização nacional de cada país beligerante, ou seja, do "conjunto de medidas governamentais e militares destinadas à defesa ou à preparação para determinada ação militar".

Porém, cumpre salientar que não foi somente a partir da Segunda Grande Guerra que passou a ocorrer a mobilização dos meios científicos e tecnológicos nacionais para o atingimento de vantagens estratégicas.

Pode-se afirmar que, ao longo da história da humanidade, a ciência (que tem por objetivo descobrir e explicar os fenômenos da natureza) e a tecnologia (que visa transformar a natureza no sentido de atender desejos e necessidades humanas) percorreram caminhos distintos, não havendo entre elas articulação sistêmica e programada, até o século XIX. A ciência caminhava ao sabor da curiosidade humana sem objetivos econômicos, sendo considerada parte do corpo cultural da nação e tratada da mesma forma que as artes. A tecnologia, que avançava, primordialmente, por intuição e empirismo, por "tentativa e erro", era um assunto do interesse quase exclusivo do setor produtivo (principalmente dos agricultores, dos artesãos, dos comerciantes e dos exércitos). Esse período é caracterizado pelo fato de que a ciência e as técnicas utilizadas para a produção de bens e serviços

eram praticamente independentes. As interações, quando existentes, eram fluidas, complexas e pouco perceptíveis. Mesmo a Revolução Industrial iniciada no século XVIII foi realizada por homens sem educação sistemática em ciência, não havendo, praticamente, intercâmbio de idéias entre os cientistas e os inventores dos processos industriais. Assim, pode-se afirmar que a contribuição inicial da ciência para a Revolução Industrial não foi a de introduzir o conhecimento científico no processo produtivo, mas, sim, a de criar uma ambiência à inovação. Somente a partir do século XIX, o avanço tecnológico começou a fazer uso significativo de conhecimentos científicos, quando inovações ocorridas na indústria química e nos usos de energia elétrica utilizaram-se largamente dos mesmos. A partir de então, e crescentemente, máquinas, processos, serviços e produtos começam a surgir a partir dos avanços do conhecimento científico. A ciência passou a suprir a tecnologia não só de descobertas e explicação de fenômenos da natureza, como também com o uso cada vez mais amplo do método científico de investigação, suas técnicas laboratoriais e a certeza da importância da pesquisa na solução de problemas do setor produtivo.

Assim, ao ter início a Primeira Grande Guerra, a estreita inter-relação entre ciência e inovações tecnológicas já estava delineado. Em conseqüência, durante essa Guerra, em ambos lados beligerantes, os cientistas foram envolvidos no esforço de guerra. Como exemplo, os renomados professores de física W.H. Bragg, inglês, e P. Langevin, francês, organizaram equipes para estudar a detecção de submarinos, tendo o segundo chegado à descoberta que os materiais piezos-elétricos eram apropriados para tal fim. Na Inglaterra, G.I. Taylor e um grupo de cientistas trabalharam no desenvolvimento de novos aviões no Instituto Aeronáutico Real. Entre as mais espetaculares inovações produzidas pelos cientistas nesse período, encontram-se os explosivos de maior potência e os gases tóxicos, sendo que o desenvolvimento destes contou, na Alemanha, com a colaboração do grande físico-químico W. Nerst e do químico F. Haber, ganhador de um Prêmio Nobel (3).

Porém, após esta Guerra, a ligação fomentada entre a capacidade científica e tecnológica com as necessidades governamentais foi, praticamente, desativada, exceto em dois países: Alemanha e Rússia, nos quais a intensificação do nacionalismo e o surgimento de ideologias que sabidamente canalizaram os esforços nacionais para objetivos bem definidos, deram contornos mais forte a tal ligação, ainda voltada para interesses bélicos.

Com relação à Alemanha, Simon (4) cita que a Força Aérea instalou uma extraordinária organização de pesquisa, abrigando um respeitável corpo de cientistas e engenheiros. Adicionalmente às instalações próprias, a Força Aérea explorava os laboratórios universitários e a capacidade das indústrias. No Exército merece menção especial o centro de pesquisas de foguetes de longo alcance, situado em Peenemünde, no Mar Báltico. O fato é que, ao eclodir a Segunda Guerra Mundial, a comunidade científica e tecnológica alemã já estava "mobilizada", há algum tempo, e engajada em programas de desenvolvimentos de inovações de emprego primordialmente militar.

Durante a Guerra, nos países aliados contra o Eixo, o potencial científico e tecnológico foi, também, mobilizado, principalmente, nos Estados Unidos e na Inglaterra, além da Rússia, anteriormente mencionada.

A intervenção do Estado, principalmente por meio das Forças Armadas, acelerando o uso dos conhecimentos científicos para geração de tecnologias e a passagem destas à produção em escala industrial, deram resultados extraordinários em ambos os lados. Por intermédio da ação direta de órgãos dos governos, do financiamento estatal e do planejamento da pesquisa e do desenvolvimento experimental envolvendo as indústrias, os institutos e universidades, foram geradas inovações e aperfeiçoados materiais e serviços que puseram em evidência o valor estratégico da mobilização do potencial científico e tecnológico da nação. Exemplo marcante do sucesso dessa intervenção mobilizadora é o Projeto Manhatan, que resultou no desenvolvimento, pelos Estados Unidos, da primeira bomba atômica.

Enquanto mobilizados pelo esforço de guerra, os cientistas e os engenheiros trabalharam, não somente para produzir equipamentos bélicos, mas envolveram-se, com sucesso, na análise dos seus usos táticos e estratégicos, na logística, na estatística aplicada e no aperfeiçoamento das técnicas organizacionais e de tomada de decisão pelos estados-maiores.

Os avanços científicos e tecnológicos alcançados foram decisivos para o desfecho do conflito e na conseqüente nova distribuição do poder em nível mundial. Além disso, durante e após a Guerra, os resultados das pesquisas conduzidas para fins militares tornaram-se fontes de valiosas tecnologias e de inovações de vasto uso civil e de elevado valor agregado, tais como: aviões à jato, computadores, aparelhos de comunicações, energia nuclear, novos materiais, etc.

Finalmente, tornou-se evidente no pós-guerra que a capacidade científica e tecnológica havia passado a ser o grande ordenador do poder em nível mundial nos seus aspectos políticos, econômicos e militares. Considerando-se os fatores de produção, capital, mão-de-obra, matérias primas e tecnologia, ficou evidente que o último passaria a predominar sobre os demais em valor estratégico. países dotados de capital, mão-de-obra barata, matérias-primas, mas sem tecnologia estariam em desvantagem face países detentores de capacidade científica e tecnológica mesmo sendo carentes dos demais fatores. A capacidade tecnológica abriria as portas para o domínio dos demais fatores onde eles estivessem. A competição comercial entre empresas e, por extensão, entre países, passaria a ser ditada pela capacidade de inovar e pela produtividade, ambas dependentes de capacidade tecnológica (3).

Como conseqüência do acima exposto, ciência e tecnologia passaram à categoria de preocupação política central nos países mais desenvolvidos. Assim, esses governos ampliaram a atuação do Estado nesse campo por meio de políticas específicas, de seu reconhecimento institucional, da criação de órgãos especializados de apoio, mecanismos e procedimentos facilitadores, incentivos e suporte financeiro. Pode-se afirmar que os Estados Unidos tornaram-se o paradigma desse processo.

Em novembro de 1944, Vannevar Bush, que havia sido durante a Guerra diretor do Escritório de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (OSRD) da Presidência da República dos Estados Unidos da América, recebeu um ofício do presidente Roosevelt, no qual constava uma previsão seguida de quatro indagações. Trechos desse histórico documento encontram-se no Anexo II.

Em resposta, Vannevar Bush, apoiado por comissões de especialistas, encaminhou ao presidente, em Julho de 1945, um relatório que se tornaria famoso, intitulado "Ciência, a fronteira sem fim" (*Science – The endless frontier*) (5), no qual era proposto o estabelecimento de uma política nacional para o desenvolvimento científico e a criação de uma fundação cuja principal função seria o apoio às pesquisas básicas e aplicadas e ao ensino de ciência.

Porém, as sugestões de Bush não foram, de imediato, totalmente implementadas. A fundação que deveria centralizar o apoio ao desenvolvimento científico, a National Research Foundation (NRF), somente veio a ser criada

na administração do presidente Truman, em maio de 1950, com o nome de National Science Foundation (NSF), com atribuições e autoridade bem menores daquelas originalmente propostas.

O fato é que, entre 1945 e 1950, o governo norte-americano havia aprofundado a visão sobre importância estratégica da C,T&I, as suas implicações internacionais e sobre o papel central das empresas privadas e do seu próprio: C,T&I transcendia de muito os muros da academia e o próprio governo, embora ambos fossem vitais para o seu desenvolvimento. Basicamente, os Estados Unidos alteraram a postura de *policy-for-science* proposta em 1945, para *science-for-policy*, contemplando uma maior presença do Estado nos rumos a serem tomados. Isto já havia sido evidenciado por Truman, em 1947, quando o Conselho de Pesquisa Científica do Presidente (PSRB) publicou o seu *Science and Public Policy*, que já considerava a ampliação da autoridade e das responsabilidades do governo na área, aperfeiçoando a sua atuação política (6)

Assim, no lugar de centralizar sua ação numa única agência de desenvolvimento científico, o governo daquele país, por ocasião da criação da NSF, havia evoluído e já apoiava as pesquisas básicas e aplicadas por meio do National Institute of Health (NIH), do Office of Naval Research (ONR) e da Atomic Energy Commission (AEC). Na década de 50, duas grandes agências federais foram criadas e passaram a fomentar importantes "programas mobilizadores", no período da Guerra Fria, a saber: a National Aeronautics and Space Administration (Nasa) e a Advanced Research Project Agency (Arpa) (a qual passou a se chamar Darpa, ao ter acrescentado Defense ao seu nome, em 1970). O Programa Apolo que colocou o homem na Lua, em 1969, e o desenvolvimento do uso pacífico da energia nuclear podem ser citados como exemplos de mobilização ocorrida nesse período. Motivações: a ameaça soviética e a crise energética.

Influenciado e inspirado pela postura norte-americana relativa à C,T&I, durante e após a Segunda Grande Guerra, o Brasil, na década de 50, começou a expandir e dar uma organização sistêmica à sua comunidade científica, tecnológica e empresarial e, conseqüentemente, ficar em condições de, quando necessário, mobilizá-la para a solução de seus problemas políticos, sociais, econômicos, assim como os referentes à sua soberania e defesa. Assim, em 1951, foi criado o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e, em

1956, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), ambos, na ocasião, subordinados à Presidência da República. Pode-se afirmar que, ao final da década de 70, o Brasil já havia constituído e posto em funcionamento o que se poderia considerar um "sistema nacional de desenvolvimento científico e tecnológico". A partir de então, e graças à ação do poder público junto ao setor, começou a ficar evidente, devido a significativos resultados tecnológicos, que o Brasil poderia vir a tornar-se um importante ator no cenário científico e tecnológico.

No tocante a "programas mobilizadores" brasileiros, pode-se citar como exemplar (enquanto durou, pois foi prematuramente descontinuado) o extraordinariamente bem sucedido Programa Nacional do Álcool (Proalcool), criado em 1975, que teve repercussão internacional, colocando o país em destaque quanto ao uso de combustíveis de fontes renováveis. Outros "programas mobilizadores" nacionais relevantes e que atingiram diferentes graus de sucesso, podem ser considerados: 1) aquele que tornou viável a implantação e consolidação da indústria aeronáutica nacional, conduzido competentemente pela Força Aérea Brasileira; 2) aquele que, capitaneado pela empresa estatal Petrobras, levou o Brasil a explorar petróleo na sua plataforma marítima, em águas profundas; e, 3) o programa nuclear brasileiro, centrado no acordo com a Alemanha, e voltado para a geração de eletricidade.

Note-se que todos os programas nacionais apresentam a mesma característica: a forte presença do governo federal em todo espectro dos mesmos, desde o financiamento, até a execução feita, ou liderada, fundamentalmente, por entidades federais, de estatais a forças armadas.

Examinando-se programas mobilizadores, verifica-se que alguns poucos ingredientes foram decisivos para o sucesso, além, evidentemente, das inequívocas competências específicas encontradas em cada caso. Tais ingredientes conduzem a recomendações. Em primeiro lugar, o programa deve ser criado de cima para baixo, ou seja, deve envolver o comprometimento de todos altos escalões pertinentes do governo nacional. Em outras palavras, deve traduzir uma vontade nacional e, portanto, estar ou ser inserida na grande política e estratégia do país, a qual se supõe que exista e esteja em execução. Se a origem do programa for resultante, unicamente, do voluntarismo da comunidade das áreas científica, tecnológica e/ou empresarial, as

possibilidades de sucesso serão bem menores. Identicamente, estará fadado ao fracasso se envolver apenas parte dos altos escalões que deveriam estar comprometidos Em segundo lugar, a mobilização não pode se restringir unicamente aos meios humanos e materiais dessas áreas, ou seja, apenas aos meios das instituições públicas e privadas envolvidas, mas sim, utilizar todo potencial nacional complementar e facilidades julgadas necessárias a cada caso, tais como: serviços públicos à disposição com canais burocráticos previamente agilizados e priorizados, recursos financeiros adicionais específicos, legislação apropriada (quando for o caso), incentivos de diferentes naturezas (fiscais e não fiscais), facilidades alfandegárias, etc. Em terceiro, obviamente, ter garantida a continuidade necessária, desde a condução na esfera política, até na manutenção de recursos humanos e no suprimento de meios materiais.

Finalmente, diante de inúmeros programas governamentais passíveis de serem rotulados de mobilizadores, surge a questão inevitável da priorização. Esta deve levar em conta a essencialidade e/ou importância relativa dos programas em questão. Em se tratando de conhecimento científico, conhecimento tecnológico ou inovação, essencial é o que é indispensável, fundamental, pois a ausência ou deficiência de seu domínio terá reflexos negativos em amplas áreas de conhecimentos correlatos ou em grandes interesses nacionais econômicos, sociais ou militares. Por sua vez, a importância refere-se à abrangência relativa dos programas, no tocante aos seus possíveis impactos nas áreas social, econômica e da defesa.

2. Programas mobilizadores hoje

No final dos anos 60 e ao longo da década de 70, ocorreram grandes alterações nas políticas de C,T&I dos países desenvolvidos no que diz respeito à definição de prioridades e à origem das fontes de recursos. Contribuíram para isso a crise do petróleo e o acirramento da competição entre empresas dos países capitalistas face à crescente globalização dos mercados a dos meios de produção. Além disso, ao final da mencionada década, começou a tornar-se evidente que a União Soviética não teria mais condições de manter o equilíbrio de poderio militar com os Estados Unidos, no curso da chamada Guerra Fria, devido à incapacidade em acompanhar o vertiginoso progresso científico e tecnológico norte-americano, principalmente na microeletrônica e na informática. Adicionando-se a esse fato importante, a enorme disparidade

existente entre as economias dos E.U.A. e da U.R.S.S., já era possível antever o fim da Guerra Fria, que de fato veio a ocorrer no final dos anos 80.

Como resultado dessa nova ambiência, as políticas nacionais voltaram-se para a criação e fortalecimento do potencial tecnológico das empresas e para a reorganização produtiva das mesmas, a fim de torná-las mais competitivas globalmente. Isto fez com que os governos voltassem grande parte dos seus recursos para ampliação e melhoraria da infra-estrutura nacional de C,T&I, a ser disponibilizada para o setor privado; na diminuição de custos e riscos do desenvolvimento tecnológico encetado pelas empresas, com especial atenção às micro e pequenas; no aumento de valor intangível agregado aos produtos e serviços, principalmente daqueles a serem exportados, e em programas visando gerar tecnologias e inovações ditas duais, ou seja, de uso militar e de interesse comercial civil, visando aumentar o retorno dos investimentos. Pode-se dizer que para atingir tais objetivos, os governos foram, e continuam sendo, criativos na formulação de incentivos fiscais e não fiscais em suporte aos atores do cenário científico e tecnológico, assim como têm posto em marcha mecanismos que visam aumentar a eficiência e eficácia dos investimentos diretos ou indiretos realizados. Como exemplos de incentivos não fiscais postos em marcha em benefício das empresas privadas, citam-se: uso do poder de compra dos governos; uso por parte das empresas da infra-estrutura pública de P&D; facilidades para as empresas terem acesso aos conhecimentos gerados pelas instituições públicas de P&D; reserva de mercado para indústrias nascentes; custeio parcial dos gastos de P&D de interesse privado ou privado/público com recursos públicos; custeio total dos gastos de P&D de interesse privado ou privado/público com recursos públicos; e financiamento subsidiado para investimentos em inovações por parte das empresas (7).

A partir dessas mudanças, passou a ocorrer um aumento contínuo dos dispêndios privados em desenvolvimentos tecnológicos e em inovações, comparativamente aos dispêndios governamentais, de tal maneira que, já em 2002, nos Estados Unidos (70,2%), Alemanha (69,3%), Japão (74,4%), Inglaterra (67,0%), França (62,2%), Canadá (66,2%), Espanha (54,4%) e Coréia (74,9%), as empresas investiam mais em P&D que os seus governos (8).

Paralelamente, verificou-se, por toda parte, uma crescente solidariedade entre os atores centrais do desenvolvimento educacional, científico,

tecnológico e produtivo. Já no final da Grande Guerra, em muitos países industrializados, buscavam-se formas para diminuir os custos das pesquisas, estudos e desenvolvimentos tecnológicos, inclusive por meio da racionalização do uso do potencial tecnológico disponível. Essas tentativas deram ensejo ao aparecimento de arranjos coletivos organizados para o desenvolvimento tecnológico, denominados de redes cooperativas, projetos multiclientes, centros cooperativos, consórcios, centros de excelência, etc. (9).

Por muitos anos, a comunicação sobre tecnologias do interesse comum entre firmas concorrentes foi inibida devido ao rigor das penalidades previstas nas leis antitrustes praticadas. Os enormes custos legais e indenizações resultantes de ações judiciais e penalidades prejudicaram a cooperação entre empresas do mesmo setor. Como exemplo, a legislação antitruste norte-americana contida no *Sherman Act,* de 1890, baniu qualquer truste ou outra associação empresarial capaz de interferir no comércio interestadual ou no comércio externo. Baniu, também, qualquer acordo ou combinação entre empresas que viesse a monopolizar o mercado. Adicionalmente a este quadro de repressão ao truste, a *Antitrust Law*, de 1914, impediu que organizações se agrupassem sob diretorias entrelaçadas.

Porém, no Japão, a *Fair Trade Commission,* o órgão responsável pela execução da *Antimonopoly Act* de 1947, decidiu considerar fora do escopo do ato a cooperação entre empresas com o intuito de produzir inovações. O governo japonês passou a encorajar as suas empresas a compartilharem livremente suas informações e a financiar consórcios industriais para concentrarem-se em pesquisas que gerassem vantagens competitivas em mercados promissores. Isto ensejou o desenvolvimento de tecnologias que auxiliaram o extraordinário desempenho industrial e comercial japonês.

Na mesma direção que o Japão, a União Européia, em 1968, publicou a *Notice of Cooperation between Enterprises*, estabelecendo que a colaboração em P&D estava, normalmente, fora do escopo dos artigos do *EEC Treaty* que tratam das medidas antitrustes.

Diante das ações de seus competidores, o governo norte-americano, promulgou, em 1984, o *National Cooperative Research Act* legitimando certas atividades conjuntas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico entre empresas concorrentes. A idéia central foi promover um relaxamento na Lei *Sherman*. Ainda na década de 80, o governo dos E.U.A. por meio do *Technology*

Transfer Act e do *Bayh-Dole Act,* reformulou o relacionamento entre empresas privadas e as instituições federais de pesquisa (laboratórios e institutos nacionais). O *Federal Technology Transfer Act,* de 1986, criou os *Cooperative Research and Development Agreements (Cadra).* Sob a vigência de um *Cadra*, os laboratórios federais foram autorizados a cooperar, em P&D, com empresas privadas, podendo ceder a estas o direito da propriedade intelectual resultante do trabalho conjunto (o governo federal retendo uma licença não exclusiva da referida propriedade).

Em conseqüência do exposto, a pesquisa cooperativa ganhou o apoio legal nos países mais desenvolvidos, passou a fazer parte das suas políticas de inovação e são encorajadas por incentivos fiscais e por incentivos não fiscais (4). A partir de então, a pesquisa cooperativa tornou-se um dos principais instrumentos de desenvolvimento científico e tecnológico utilizados por todos os países. Suas características de menor custo, potencial de difusão de experiências e de conhecimentos, acessibilidade mesmo para as pequenas e médias empresas e grande capacidade de integração universidade/comunidade tecnológica/empresa, explicam a rápida disseminação do seu uso.

A pesquisa cooperativa caracteriza-se por ter como objetivo produzir novos conhecimentos, resolver um problema tecnológico ou gerar uma inovação, requerendo, para tal, atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental e/ou engenharia, executadas de forma coletiva, reunindo instituições de pesquisa e empresas que participam com recursos financeiros ou técnicos, custeando ou executando partes das tarefas, tendo acesso, em contrapartida, a todas as informações geradas. Quando conveniente e possível, as inovações, os desenvolvimentos tecnológicos, podem ser levados somente até estágio pré-comercial, o que permite a adesão ao empreendimento de empresas competidoras entre si.

Hoje, pode-se afirmar que os "programas mobilizadores" são, na sua grande maioria, estruturados formalmente sob formas cooperativas.

Mais recentemente, tem-se verificado outro fato que se já não está, deverá afetar as políticas nacionais de C,T&I, qual seja, a tendência de internacionalização. das atividades de P&D por parte das empresas. O principal fator para as empresas decidirem localizar tais atividades alhures, é a qualidade do sistema educacional do potencial país hospedeiro. Outros

fatores determinantes dessa tendência são: custo da mão-de-obra, qualidade da infra-estrutura local, leis de proteção para a propriedade intelectual, regime fiscal e incentivos oferecidos. A China e a Índia são citados como grandes candidatos a abrigar P&D de empresas estrangeiras (10).

Embora a postura governamental e das empresas tenha se alterado e a conjuntura mundial seja outra, conforme exposto, os governos dos países desenvolvidos continuam implementando programas com características "mobilizadoras". Pode-se citar, como exemplo, o lançamento pelo presidente Clinton, em 2000, da Iniciativa Nacional de Nanotecnologia (NNI-USA), com um orçamento de US$ 270 milhões para apoiar o fomento à pesquisa pelas várias agências do governo federal norte-americano. Entre 2000 e 2004, a NNI-USA teve quase quadruplicado o seu orçamento, atingindo a marca dos US$ 850 milhões para o ano fiscal 2004. Outro exemplo norte-americano é o desenvolvimento, em curso, de aviões não tripulados, envolvendo empresas como a Boeing, Loockheed Martin, Northrop Grumman, Raytheon e Pratt&Whitney. Em 2004, o presidente Bush anunciou um programa voltado para tornar realidade o uso do hidrogênio e de células a combustível, envolvendo US$ 350 milhões do governo e US$ 575 milhões de contrapartida de empresas. Como exemplo de programa fora dos E.U.A., pode-se citar o National Science and Technology Program for Biotechnology and Pharmaceuticals, implementado, em 2002, pelo National Science Council da China.

Evidentemente, as transformações conjunturais relatadas anteriormente também tiveram reflexos no Brasil. A aceleração do processo de globalização dos mercados, da produção e dos investimentos, o choque do petróleo e o fim da Guerra Fria, causaram mudanças no rumo das políticas nacionais, inclusive na científica e tecnológica. Em princípio, pode-se afirmar que nas décadas de 80 e 90, o Brasil não teve uma política ou diretriz explícita para C,T&I. A partir do final dos anos 80, deu-se início à abertura do mercado interno e a desestatização parcial de empresas dos setores fabris e de serviços, que tiveram reflexos na aceleração da desnacionalização de importantes setores produtivos dinâmicos no avanço tecnológico e que provocaram uma vigorosa e profunda reorganização e modernização das empresas privadas, as quais procuraram adequar-se à competição global. Paralelamente, ocorreu um significativo decréscimo nos investimentos públicos em obras de infra-estrutura em C,T&I, e nas prioridades tecnológicas da área de defesa. Em

conseqüência, os anos 80 e 90 constituíram-se, no que diz respeito à C,T&I, num período difícil, de instabilidade, de falta e de liberação irregular de recursos públicos e, como já mencionado, ausência de diretrizes, ainda que indicativas. Em compensação, e até, em certos aspectos, paradoxalmente, a comunidade científica aumentou a sua produção e inserção mundial, vários estados da Federação aumentaram sua participação no financiamento de C,T&I, e as empresas privadas aumentaram seus gastos em P&D visando gerar inovações e aumentar o valor contido nos seus produtos. Em 1990, as empresas privadas respondiam por, aproximadamente, 20% dos investimentos em P&D, tendo atingido 37,6%, em 1999 (13).

Quanto à pesquisa cooperativa, o Brasil rapidamente absorveu as suas diversas modalidades, metodologias de implantação e alocação de recursos. Pode-se citar, como exemplos, dois grandes programas federais que fomentaram a forma cooperativa de desenvolvimento, a saber: o Componente de Desenvolvimento Tecnológico (CDT) do III Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) (11) e o subprograma Rede de Cooperativa de Pesquisas (Recope) do Programa de Desenvolvimento das Engenharias (Prodenge) (12), o primeiro contando com recursos do Banco Mundial e o segundo com recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

No final dos anos 90, no sentido de recuperar o nível dos investimentos na área, o governo federal deu início à criação de fundos específicos para setores determinados, com recursos oriundos de fontes não-orçamentárias. Atualmente, estão em operação 15 desses fundos, conhecidos como Fundos Setoriais. Em 2001, por meio de processo que culminou com a realização da II Conferência Nacional de C,T&I, conduzido pelo MCT, tentou-se retomar a explicitação de diretrizes para a área (13, 14).

Nos anos 2000, especificamente no que diz respeito a "programas mobilizadores", fomentados e financiados pelo governo federal, destacam-se: o programa nuclear da Marinha do Brasil, e o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), envolvendo o desenvolvimento de satélites CBERS pelo Instituto Nacional de Atividades Espaciais (Inpe) em parceria com a China, e do Veículo Lançador de Satélites (VLS) pelo Centro Técnico Aeroespacial (CTA). Ambos programas têm sofrido de insuficiência de recursos e irregularidade na liberação dos mesmos, mas que, apesar disso,

têm apresentado resultados importantes, como, concentração de urânio por processo que utiliza ultra centrífugas desenvolvidas autonomamente, e a produção bem-sucedida dos satélites de sensoreamento remoto. Poder-se-ia citar, também, o notável esforço mobilizador realizado pela Petrobras, por meio dos seus centros de excelência temáticos, envolvendo suas unidades, centros de pesquisas, universidades, empresas e instituições públicas (vide programa 1.2.2, no Anexo 3).

3. Propostas para programas mobilizadores

O Brasil, país em plena construção de sua grandeza econômica e de seu equilíbrio social, tem inúmeros problemas estratégicos essenciais e importantes, cujas soluções dependem de desenvolvimentos tecnológicos, os quais, na sua maioria, necessitam de conhecimentos científicos. Como os meios disponíveis em C,T&I não são abundantes, o bom senso recomenda que os mesmos sejam sempre otimizados, evitando-se duplicações de esforços, competições desnecessárias e falta de coordenação por parte do financiador, no caso, o governo federal. Assim, embora a conjuntura mundial e nacional tenham sido alteradas nas décadas que se seguiram ao final da Segunda Grande Guerra, os "programas mobilizadores" em C,T&I, continuam constituindo-se num mecanismo valioso para ação governamental brasileira, no sentido de superar seus problemas. ou suprir carências.

Na formulação desses programas, ou na continuidade daqueles existentes, sugere-se:

1. atender as recomendações constantes do primeiro capítulo deste trabalho:

a) O programa deve ser criado ou reformulado de cima para baixo, ou seja, deve envolver o comprometimento de todos altos escalões pertinentes do governo nacional, devendo traduzir uma vontade nacional concreta;

b) a mobilização não pode se restringir unicamente aos meios humanos e materiais das instituições públicas e privadas envolvidas, mas sim, utilizar todo potencial nacional complementar, e facilidades julgadas necessárias;

c) assegurar a continuidade necessária, desde a sua condução na esfera política, até na manutenção de recursos humanos e no suprimento de meios materiais.

2. Abrir ao máximo a participação de indivíduos, instituições e empresas nos programas, sob formas cooperativas adequadas (ver a experiência agregadora de competências praticada no Recope (12) e a atuação da Petrobras com os seus centros de excelência).

3. Utilizar intensamente incentivos fiscais e não fiscais, aperfeiçoando-os, se necessário.

A partir da conceituação formulada e da convicção da pertinência de programas mobilizadores na atual fase de crescimento do país, procedeu-se um levantamento de possíveis desafios que poderiam ser levados à discussão na 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, como candidatos a tal tipo de ação governamental.

Por meio de consulta direta a especialistas e instituições envolvidas em C,T&I, chegou-se à lista abaixo, na qual as propostas de programas foram divididas em essenciais e em importantes, segundo a conceituação anteriormente exposta.

1. Importância social, econômica e militar

1.1 - Defesa e espaço

1.1.1 Ciclo do combustível: Hexafluoreto de Urânio
1.1.2 Veículos aéreos não tripulados – Vant
1.1.3 Veículo lançador de satélites – VLS*
1.1.4 Veículo Blindado de Transporte de Pessoal – VBTP-MR

1.2 - Energia

1.2.1 Biomassa: etanol, biodiesel e eletricidade
1.2.2 Gás natural
1.2.3 Éter dimetílico (DME)
1.2.4 Célula combustível

1.3 - Biodiversidade

1.3.1 Conhecimento e uso da biodiversidade Amazônica

* Vide artigo do item Espaço do tema Áreas de interesse nacional.

1.4 - Saúde
- 1.4.1 Fármacos e medicamentos
- 1.4.2 Medicina regenerativa: terapias celulares, bioengenharia e biomimética
- 1.4.3 Biotecnologia

1.5 - Tecnologias da informação e comunicação
- 1.5.1 Tecnologias áudio-visuais eletrônicas: educação, cultura e entretenimento

2. Essenciais

2.1 - Conhecimento da base física nacional
2.2 - Micro e nanotecnologias
2.3 - Metrologia
2.4 - Mobilização e valorização das engenharias

Definidos os programas a serem propostos, buscou-se, para a redação das respectivas propostas, a colaboração de especialistas, em nível pessoal ou por designação de instituições consultadas. Com relação à redação, não foi estabelecido um modelo, tendo sido fornecida apenas a conceituação de programas mobilizadores. Os textos correspondentes aos programas propostos constam do Anexo III.

Contribuíram para a concepção e redação das propostas de programas, os seguintes especialistas:

Antônio Luiz Fernandes dos Santos	Petrobras
Bertha K. Becker	UFRJ
Caetano Moraes	INT
Celso José Monteiro Filho	IBGE
César Cajueiro Pimenta	CHM
Cleverson Guizan Silva	UFF
Cylon Gonçalves da Silva	MCT
Eloi Garcia	Fiocruz
Flavio Araripe d'Oliveira	CTA
Humberto Siqueira Brandi	Inmetro
Jorge Pama	UFF
José Alberto dos Reis Parise	PUC-RJ

Luiz Carlos Torres	CHM
Manoel Regis Lima Verde Leal	Unicamp
Marcos Henrique de Castro Oliveira	Abifina
Marinha do Brasil	
Mauro Guedes F. Mosqueira	DCT/EB
Moema J.C. Augusto	IBGE
Paulo Márcio Leal de Meneses	UFRJ/SBC
Paulo César Trino	SBC
Roberta Vidotti	CPRM
Roberto Bartholo	UFRJ
Radovan Borojevic	UFRJ
Sérgio Luiz Fontes	ON
Sidney Gonzáles	IBGE

REFERÊNCIAS

1. PIMENTA-BUENO, J. A.; OHAYON, P. Subsídios para a formulação de mecanismos de apoio aos programas mobilizadores integrantes do PACTI. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 18., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 1992.

2. LONGO, W. P. *Conceitos básicos sobre ciência, tecnologia e inovação.* Rio de Janeiro: [s.n.], 2004. Disponível em: <http:// www.waldimir.longo.nom.br/publicações.html>. Acesso em: mar. 2005.

3. _____. Ciência e tecnologia e a expressão militar do poder nacional: histórico da interação. *Revista A Defesa Nacional,* n. 732, p.107, 1987.

4. SIMON, L. E. *German research in World War II:* an analysis of the conduct of research. New York: Wiley & Sons, 1948. p. 216.

5. SCIENCE - the endless frontier: a report to the president on a program for postwar scientific research, Vannevar Bush, july 1945. Washington, DC: National Science Foundation, 1990.

6. SCIENCE and public policy: a report by the President's Scientific Research Board (PSRB). Washington, DC: [s.n.], 1947.

7. LONGO, W. P.; MARINHO, V. M.; KRAHE, P. R. *Incentivos governamentais não fiscais:* estratégia para fomentar a inovação. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2002. (Cadernos de Tecnologia, v. 2).

8. STATISTICS on the member countries: OECD in figures. OECD: Paris, 2004.

9. LONGO, W. P.; OLIVEIRA, A. P. Pesquisa cooperativa e centros de excelência. *Revista Parcerias Estratégicas,* Brasília: CGEE, n. 9, p. 129-144, out. 2000.

10. SCATTERING the seeds of invention: the globalization of research and development. Londres: Economist Intelligence Unit, Scottish Development International, 2004.

11. BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Programa de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico – PADCT*. Brasília: MCT, 1998.

12. REDES cooperativas de pesquisas – RECOPE. In: SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO FINAL, 2003, Rio de Janeiro. *Relatório...* Rio de Janeiro: FINEP, 2003.

13. SILVA, Cylon Gonçalves da; MELLO, Lúcia Carvalho Pinto de (Coord.). *Ciência, tecnologia e inovação:* desafio para a sociedade brasileira: livro verde. Brasília: MCT: ABC, 2001.

14. BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Livro branco:* ciência, tecnologia e inovação. Brasília: MCT, 2002

ANEXO I

PROGRAMA MOBILIZADOR

"Programa Mobilizador é um programa capaz de arregimentar, aglutinar, organizar e pôr em movimento, ou criar, o potencial nacional necessário para uma ação política que vise o desenvolvimento social, econômico e/ou militar, por meio do domínio, uso, aperfeiçoamento ou geração de conhecimentos empíricos, intuitivos, científicos, tecnológicos ou inovações, que resultem em produtos, processos, sistemas ou serviços novos ou substancialmente melhorados. Ele é, em geral, composto por um conjunto articulado de projetos de pesquisa básica, pesquisa aplicada, de desenvolvimento experimental, de engenharia não rotineira e de comercialização pioneira, conduzido, cooperativamente, por empresas, órgãos governamentais, universidades, centros e institutos de pesquisa, e outros atores da áreas científica e tecnológica "

ANEXO II

CARTA DO PRESIDENTE F. D. ROOSEVELT AO SECRETÁRIO V. BUSH

"The Office of Scientific Research and Development, of which you are the Director, represents a unique experiment of team-work and cooperation in coordinating scientific research and in applying existing scientific knowledge to the solution of the technical problems paramount in war….".

"There is, however, no reason why the lessons to be found in this experiment cannot be profitably employed in times of peace. The information, the techniques, and the research experience developed by the Office of Scientific Research and Development and by the thousands of scientists in the universities and in private industry, should be used in the days of peace ahead for the improvement of the national health, the creation of new enterprises bringing new jobs, and the betterment of the national standard of living."

"It is with that objective in mind that I would like to have your recommendations on the following four major points:

First: *What can be done, consistent with military security, and with the prior approval of the military authorities, to make known to the world as soon as possible the contributions which have been made during our war effort to scientific knowledge?*

The diffusion of such knowledge should help us stimulate new enterprises, provide jobs four our returning servicemen and other workers, and make possible great strides for the improvement of the national well-being.

Second: *With particular reference to the war of science against disease, what can be done now to organize a program for continuing in the future the work which has been done in medicine and related sciences?*

The fact that the annual deaths in this country from one or two diseases alone are far in excess of the total number of lives lost by us in battle during this war should make us conscious of the duty we owe future generations.

Third: *What can the Government do now and in the future to aid research activities by public and private organizations?*

The proper roles of public and of private research, and their interrelation, should be carefully considered.

Fourth*: Can an effective program be proposed for discovering and developing scientific talent in American youth so that the continuing future of scientific research in this country may be assured on a level comparable to what has been done during the war?*

New frontiers of the mind are before us, and if they are pioneered with the same vision, boldness, and drive with which we have waged this war we can create a fuller and more fruitful employment and a fuller and more fruitful life".

Anexo III

Proposta de programas mobilizadores

Textos contidos neste anexo

1. Importância social, econômica e militar

1.1 - Defesa e espaço

1.1.1 Ciclo do combustível: Hexafluoreto de Urânio

1.1.2 Veículo aéreo não tripulado - Vant

1.1.3 Veículo lançador de satélites – VLS*

1.1.4 Veículo Blindado de Transporte de Pessoal – VBTP-MR

1.2 - Energia

1.2.1 Biomassa: etanol, biodiesel e eletricidade

1.2.2 Gás natural
1.2.3 Éter dimetílico (DME)
1.2.4 Célula a combustível

1.3 - BIODIVERSIDADE
1.3.1 Conhecimento e uso da biodiversidade Amazônica

1.4 - SAÚDE

1.4.1 Fármacos e medicamentos
1.4.2 Medicina regenerativa: terapias celulares, bioengenharia e biomimética
1.4.3 Biotecnologia

1.5 - TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
1.5.1 Tecnologias áudio-visuais eletrônicas: educação, cultura e entretenimento

2. ESSENCIAIS
2.3 - Conhecimento da base física
2.4 - Micro e nanotecnologias
2.3 - Metrologia
2.4 - Mobilização e valorização das engenharias (Promove)

Ciclo do combustível: desenvolvimento e qualificação de processos de conversão de concentrado de urânio (torta amarela) em hexafluoreto de urânio

Marinha do Brasil

1. Unidade de produçãoe hexafluoreto de urânio (Usexa)

A primeira etapa do Ciclo do Combustível nuclear é a obtenção de hexafluoreto de urânio nuclearmente puro a partir do concentrado de urânio natural (*yellow cake*), dentro do grau de pureza requerido.

O material nuclear a ser manuseado como matéria prima é o concentrado de urânio, composto basicamente por diuranato de amônio (DUA) e impurezas. A partir de processo químico por via úmida, este material é transformado em hexafluoreto de urânio (UF_6) e acondicionado em cilindros de aço.

Obtido esse material, ele será enriquecido pelo processo de separação isotópica nas ultracentrífugas já produzidas no Brasil usando processo inovador. Posteriormente, será convertido em dióxido de urânio, o que possibilitará a fabricação de pastilhas e a composição dos elementos combustíveis que integrarão o núcleo de um reator nuclear.

A implantação da tecnologia de produção de hexafluoreto de urânio (UF6) em escala industrial é parte importante do esforço nacional na busca de autonomia no domínio do complexo ciclo da produção de combustíveis nucleares.

A técnica de obtenção laboratorial do UF6, já foi desenvolvida no Brasil, o passo seguinte é a sua produção em nível piloto. Esse passo está sendo realizado pela Marinha do Brasil em uma instalação denominada Unidade de Produção de Hexafluoreto de Urânio (Usexa), objeto do presente trabalho.

A Usexa está sendo implantada no Centro Experimental Aramar (CEA), complexo tecnológico-industrial da Marinha, localizado na zona rural do município de Iperó, SP. O CEA está distante 11 km de Iperó, 16 km da cidade de Sorocaba e 110 km do município de São Paulo. A área construída da Usexa é de 12.000 m2, instalada em um platô que ocupa uma área de 2,4 ha da área do CEA, que é de 852 ha.

A instalação completa é composta de várias unidades de processo, de utilidades e de apoio, cada uma prevista para realizar uma determinada etapa do processo. Os processos, compreendem resumidamente as seguintes seqüências de etapas químicas: purificação do concentrado de urânio obtendo-se nitrato de uranilo (NTU); produção de trióxido de urânio (UO3), por meio de reações químicas e calcinação; produção de tetrafluoreto de urânio (UF4), por meio de reações químicas com ácido fluorídrico e outros elementos em ambiente controlado; produção de flúor (F2) em células eletrolíticas a partir do ácido fluorídrico (HF); produção e purificação de hexafluoreto de urânio (UF6), por meio da reação do UF4 com F2 em reatores específicos.

A produção anual prevista é de 40 toneladas de hexafluoreto de urânio, que atenderá às necessidades do Programa Nuclear da Marinha e, ainda, poderá atender, eventualmente, a parte das necessidades das Indústrias Nucleares do Brasil (INB).

Os investimentos realizados, até o presente, no projeto e construção da Usexa são da ordem de US$ 42 milhões. Para o término e comissionamento da instalação serão necessários o equivalente a cerca de US$ 13 milhões.

As figuras 1 e 2 dão uma idéia do conjunto das instalações e do estágio de prontificação dos seus prédios.

Como fruto da cultura de segurança e da filosofia de projeto, na futura operação da Usexa, todo produto químico/radioativo estará limitado a uma barreira de contenção primária e a operação será auxiliada por um sistema de controle para acompanhamento de condições de operação ou detecção de situações anormais. Adicionalmente, o manuseio de material químico/radioativo é totalmente efetuado dentro de prédios e até mesmo confinado em cabines dentro dos prédios, com ventilação controlada, minimizando qualquer efeito nocivo ao trabalhador ou ao meio ambiente. Isso reduz a possibilidade de liberação para a atmosfera, proporcionando o seu controle

ou quantificação, sempre em atendimento aos limites legais permitidos pelos órgãos reguladores.

2. Importância social, econômica e militar

A necessidade da Marinha, para o desenvolvimento dessa instalação, decorre da negativa de fornecimento de hexafluoreto de urânio, por parte de países detentores dessa tecnologia, para a fabricação de combustível nuclear dos reatores de pesquisa e, no futuro, de submarinos com propulsão nuclear. Essa negativa de fornecimento foi aplicada pela primeira vez quando a Marinha tentou realizar uma compra no exterior, para o reator de pesquisas Ipen-MB01, operado em conjunto pelo Ipen e pela Marinha, destinado a levantar dados de neutrônica para projetos de núcleos de reatores.

Sabe-se, atualmente, que a fase de transformação do concentrado de urânio em UF6 não é etapa das mais onerosas na fabricação de combustível nuclear. Na cadeia de valor do ciclo do combustível nuclear, as contribuições se distribuíam, resumidamente, da seguinte forma em preços, no ano de 2003: Obtenção do urânio natural – 22%, Produção do hexafluoreto de urânio (Conversão) – 5%, Enriquecimento – 47% e Fabricação de combustível 26%. Entretanto, prevê-se que, no futuro, essa etapa deva aumentar a sua participação proporcional. Além disso, prevêem-se a escalada do preço do combustível, em vista da crise energética, a demanda acentuada de energia pela sociedade e a queda na produção de petróleo. Na distribuição dos custos, a agregação de valor da fase da conversão parece não ser relevante, mas é importante observar que essa situação vem se modificando e os serviços de conversão vêm aumentando de preços continuamente, nos últimos anos. O preço do concentrado de urânio passou de US$ 24,00/Kg em 2003 para US$ 46,00/Kg em fevereiro de 2005. O preço dos serviços de conversão passou de US$ 6,50/KgU em 2003 para US$ 11,00/KgU (US$ 10,00/KgU nos EUA) em fevereiro de 2005. As razões para esse comportamento de mercado podem ser inferidas como a redução, ou a previsão de redução, da disponibilidade de urânio no mundo, desativação de algumas unidades de conversão e aumento, ou a expectativa de aumento, da demanda mundial, consistente com as previsões dos estudos dos órgãos especializados que indicam que, a partir 2006, haverá um déficit de urânio disponível no mercado, como mostrado na figura 3, o que pode estar contribuindo desde já com esse comportamento dos preços.

O maior custo de produção de UF6 deverá ocorrer como resultado do crescimento da demanda, a qual é hoje atendida por poucas instalações existentes no mundo e que terão a sua produção ameaçada por maior pressão ambiental das comunidades onde elas se localizam, por se tratarem de instalações antigas, construídas com requisitos ambientais mais brandos.

A importância estratégica da Usexa é melhor evidenciada quando se avalia a situação mundial em relação ao mercado de urânio. Os países em desenvolvimento, destacando-se a China e a Índia, em processo acelerado de crescimento, buscam novas fontes de energia. Prevê-se maior participação da energia nuclear na grade energética desses países, contribuindo para o aumento mundial de consumo de combustível nuclear até 2025.

Ao mesmo tempo, outros fatores como a preocupação ambiental, com ênfase na redução de emissões de poluentes (principalmente CO2) na atmosfera, poderão dar novo impulso à energia nuclear, em vista da necessidade de redução de emissões de muitos países desenvolvidos, como resultado de seus compromissos com o Protocolo de Quioto, em vigor desde 16 de fevereiro de 2005. Esses países, na falta de soluções tecnológicas economicamente viáveis, em curto prazo, relacionadas a fontes alternativas não poluidoras de geração de energia, voltam as atenções para a opção nuclear, que não provoca emissões e gerencia seus resíduos. Essa tendência é explicitada em documentos da AIEA /2/. Nos EUA, por exemplo, várias usinas nucleares que já se preparavam para descomissionamento, tiveram suas licenças de operação renovadas, com forte tendência à revitalização de antigas usinas nucleares e aumento dos investimentos nessa área, o que irá acarretar um aumento de consumo de combustível. Ao mesmo tempo, no Brasil, foi iniciado um importante programa de construção de unidades de enriquecimento de urânio por ultracentrifugação.

Segundo a referência /3/, o aumento de produção de energia elétrica a partir de fontes nucleares, será, aproximadamente, de 15%, entre 2001 e 2025. Nos países em desenvolvimento essa participação será superior a 160%, com a Ásia sendo responsável por 96% desse aumento.

Além do aspecto comercial, com possibilidades interessantes para o Brasil, é importante ressaltar os aspectos tecnológicos e estratégicos envolvidos.

A prontificação da Usexa representa, não apenas um grande passo no domínio tecnológico do ciclo do combustível nuclear, mas uma etapa importantíssima para permitir, no futuro, a construção de unidades de grande porte, proporcionando ao país a autonomia no ciclo do combustível nuclear. Além da economia de divisas conseguida pela produção para as nossas usinas nucleares, existirão outros benefícios como a exportação de combustível com alto valor agregado, geração de emprego e fomento tecnológico para a indústria de um modo geral, haja vista a tecnologia e requisitos restritivos de qualidade do setor nuclear.

À luz dessa perspectiva, visualiza-se como de interesse estratégico e econômico que o país disponha dessa tecnologia, para uso civil. A Usexa será uma unidade piloto, um repositório de conhecimentos restritos e constitui-se em um banco essencial de informações técnicas relevantes para a implantação, no país, de uma unidade industrial de grande porte, com capacidade para atender às necessidade internas e, eventualmente, de exportação. Dessa forma, ela proporcionará condições para obtenção de elevados padrões de confiabilidade e segurança, permitindo que o país aproveite suas enormes reservas de urânio com eficácia. Como se sabe, o Brasil possui a sexta maior reserva de urânio do mundo, podendo se posicionar em segundo ou terceiro lugar, caso sejam identificadas novas jazidas. A possível exportação de serviços de conversão e de enriquecimento, com alto valor agregado, poderá resultar em aporte significativo de divisas para o Brasil, associado à geração de empregos em atividades de conteúdo tecnológico elevado.

Para o desenvolvimento da tecnologia de produção de hexafluoreto de urânio, o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo apoiou-se em pesquisas anteriores realizadas pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Ipen/Cnen-SP). O projeto de concepção foi desenvolvido pelo CTMSP com a cooperação de equipe do Ipen, sendo também utilizados consultores especializados para assuntos específicos.

Para o desenvolvimento dos projetos básico e de detalhamento nas diversas disciplinas, foram utilizados serviços de empresas de engenharia consultiva e de engenharia civil. Os estudos geotécnicos e sísmicos da área

foram realizados com o apoio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Para o fornecimento de serviços para a construção civil e de montagem eletromecânica, bem como para o fornecimento de materiais e equipamentos, estão sendo utilizadas empresas que atendam aos requisitos de qualidade exigidos no empreendimento. Houve, nesses casos, a necessidade de extensos trabalhos de qualificação de indústrias para o projeto e desenvolvimento de equipamentos especiais, como autoclaves, forno de calcinação, vasos de pressão, reatores químicos, dessublimadores, tanques e instrumentos de controle de processos químicos. Segundo depoimentos de alguns fabricantes, a exigência de requisitos rigorosos de qualidade, que as empresas precisaram atender para o cumprimento dos contratos, qualificou-as para o atendimento de outros contratos importantes, como aqueles da Petrobras. Essa é, sem dúvida, uma importante contribuição adicional do empreendimento, resultando em arraste tecnológico.

A formação de recursos humanos qualificados em pesquisa e desenvolvimento no ciclo do combustível nuclear é um dos elementos essenciais para o sucesso do empreendimento. Para isso, a Marinha tem investido, ao longo dos anos, em pessoal civil e militar, formado em várias especialidades de engenharia (mecânica, naval, química, civil, eletrônica, de materiais, etc.), além de químicos, físicos e biólogos.

Os oficiais da Marinha que atuam no projeto nuclear nas áreas técnicas e gerenciais possuem duas origens. Alguns ingressam já com formação superior obtida em Universidades. Sendo aprovados em um concurso de admissão para o Corpo de Engenheiros da Marinha, realizam um estágio de adaptação e iniciam seu trabalho nas várias organizações para as quais são designados. Aqueles alocados ao projeto nuclear recebem um treinamento interno e, eventualmente, cursam mestrado para se qualificarem em assuntos específicos.

A segunda origem de oficiais engenheiros é aquela referente aos oficiais provenientes da Escola Naval que, optando por uma especialização em engenharia, após um concurso seletivo, são enviados para cursos na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, nas várias modalidades de engenharia, de acordo com o interesse do serviço.

Diferentemente da abordagem adotada pelo Exército e pela Força Aérea, que optaram pela criação de escolas de engenharia próprias para a

formação de seus oficiais (IME e ITA), a Marinha considerou mais aceitável firmar um convênio com a Escola Politécnica e apoiar essa escola na criação do curso de Engenharia Naval, há 50 anos. Ela passou, então, a enviar um certo número de oficiais para os cursos de engenharia, avaliando ser esta uma opção mais econômica. Contava também com a vantagem de aproximar-se da universidade e, com o conhecimento obtido, associar-se a professores de alta competência, para consultoria em problemas complexos e específicos. Um dos principais fatores levados em conta para justificar a instalação do Centro Tecnológico da Marinha na cidade de São Paulo, e no *campus* da USP, foi a proximidade com a universidade e com seus professores, além da maior facilidade para a obtenção de recém-formados de bom nível e com potencial para envolvimento nas atividades do programa nuclear. A maioria dos oficiais e civis de nível superior que atuam no projeto da Usexa são originários da USP. Esses profissionais, iniciando seus trabalhos na área nuclear com uma formação técnica básica para conduzir os projetos do ciclo do combustível nuclear, aprimoram e desenvolvem novos conhecimentos em cursos de pós-graduação no país ou no exterior. A formação adequada desses profissionais requer uma infra-estrutura educacional bastante consagrada no aspecto de segurança, o que exige, além dos aspectos técnicos e de engenharia mais rigorosos, conhecimento normativos e de cultura de segurança muito bem estabelecidos, como ocorre em instituições de ensino de países como EUA e França. As instituições de ensino mundialmente reconhecidas na área nuclear, não aceitam, ou aceitam com grandes restrições, alunos de pós-graduação que não tenham tido formação em universidades reconhecidas, como a USP. Neste sentido, a abordagem da MB em descentralizar a formação em instituições de ensino de primeira linha contribuiu significativamente para que oficiais da MB fossem aceitos em universidades de primeira linha nos EUA como MIT, Michigan e Berkeley, ou na França, contribuindo para formação de oficiais que assumem hoje importantes posições no projeto.

3. Proposições

O término da construção e o comissionamento, em futuro próximo, da Unidade de Produção de Hexafluoreto de Urânio em Aramar, consolidará a demonstração do domínio, pelo país, do ciclo completo do combustível nuclear. Atenderá ainda às necessidades da Marinha, fornecendo material necessário para a operação de reatores de pesquisa e para futuros submarinos de propulsão nuclear. A Usexa, ao ser prontificada e operada, fornecerá

subsídios para a construção de uma usina de maior porte, para fins comerciais, pelas Indústrias Nucleares do Brasil (INB), caso exista um interesse do país, permitindo a economia de divisas.

Dessa forma, ressalta como muito importante e imprescindível o apoio necessário para o término e comissionamento dessa instalação, tanto do ponto de vista financeiro como de recursos humanos.

Para o êxito do empreendimento, será necessário garantir o aporte e a manutenção dos conhecimentos. Os novos conhecimentos finais e os testes de validação da planta piloto assim o exigem. E, para isso, faz-se mister a manutenção do pessoal qualificado e eventual reposição das evasões e aposentadorias. Serão essenciais os investimentos em pesquisa, qualificação continuada e treinamento de pessoal, inclusive de operadores de processos industriais, de nível médio, com vistas à operação segura e eficiente da instalação.

Referências

/1/ USEXA. *Relatório de análise de segurança*. São Paulo: CTMSP, 2003.

/2/ AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA - IAEA. *Plans for new reactors worldwide*. [S.l.: s.n.], 2004. (Nuclear Issues Briefing Paper, 19).

/3/ ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION - EIA. *International Energy Outlok, 2004*. [S.l.], 2004.

/4/ CENTRO EXPERIMENTAL ARAMAR – CEA. *Relatório de Impacto Ambiental – RIMA*. São Paulo: Multiservice, 1997.

Figura 1. Prédios da Usexa – Nov 2004.

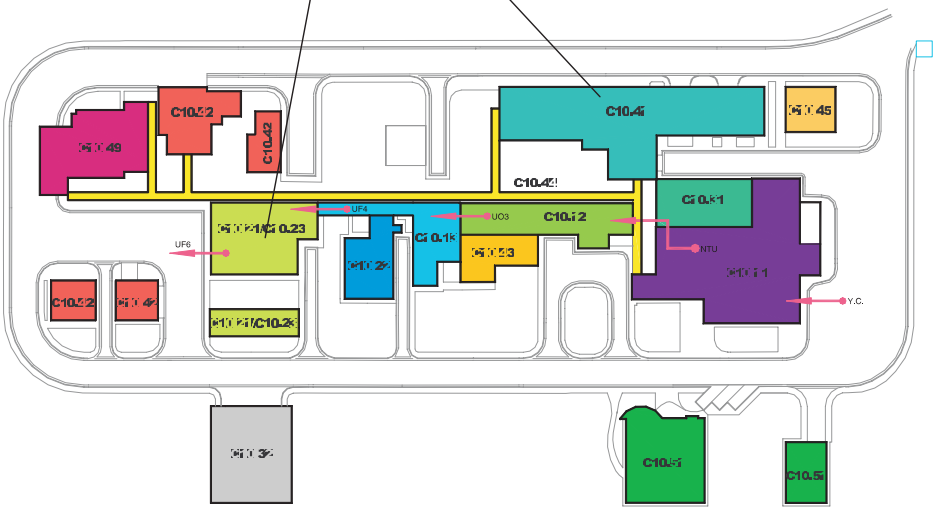
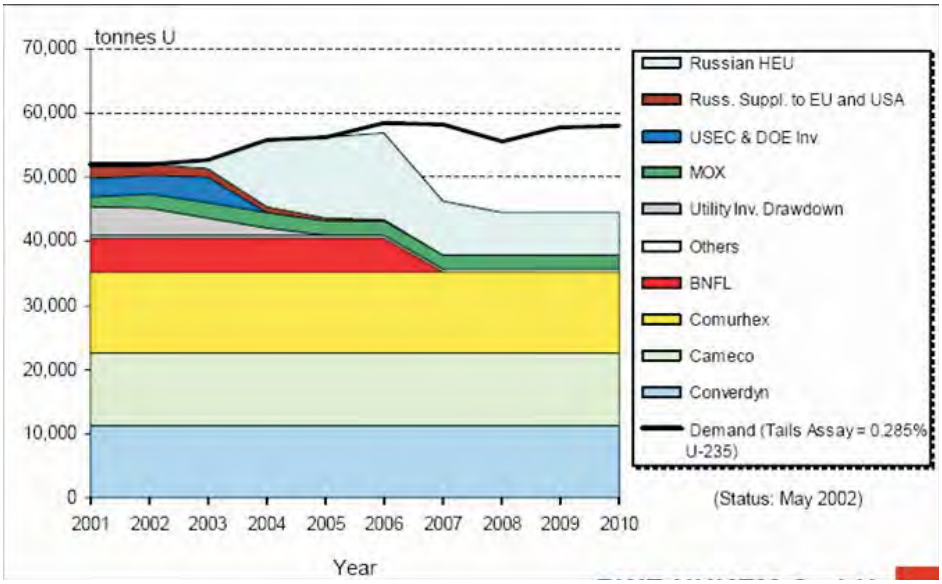


Figura 2. Lay Out da Usexa



Fonte: 29º Annual Meeting and International Conference on Nuclear Energy – 02/06/2002

Figura 3. Projeção da Demanda e Oferta Mundial por Conversão de Urânio

Veículos aéreos não tripulados (Vant)

Flavio Araripe d'Oliveira[*]

1. Introdução

Este trabalho apresenta a proposta de um programa de Veículos Aéreos Não Tripulados (Vant) ser enquadrado como um Programa Mobilizador do Ministério da Defesa.

2. Aplicações de Vant

Considera-se que já é amplamente reconhecida a importância dos veículos aéreos não tripulados tanto para aplicações militares como para civis. Como exemplo pode-se citar que os últimos conflitos (Kosovo, Afeganistão e Iraque) têm confirmado o crescente emprego militar de Vant. Sua utilização tem abrangido uma gama variada de missões, tais como: alvo, reconhecimento, guerra eletrônica e chamariz (*decoy*).

De uma maneira mais ampla, os Vant de emprego militar também podem englobar armamentos *stand-off* (mísseis de cruzeiro, mísseis anti-navio e bombas guiadas propulsadas ou planadas). Em futuro próximo, entrarão em operação veículos não tripulados de combate, que executarão tanto missões operacionais ar-solo como ar-ar, e Vant de tamanho reduzido, para utilização por um pequeno grupo de soldados.

As aplicações civis de Vant estão começando a se difundir, com várias possíveis utilizações: vigilância policial de áreas urbanas, vigilância de áreas de fronteira, inspeção de oleodutos e gasodutos, controle de safras agrícolas,

[*] Flavio Araripe d'Oliveira é engenheiro do Centro Técnico Aeroespacial (CTA/IAE/ASA).

levantamento de recursos florestais, controle de queimadas, enlace de comunicações e cobertura de eventos para as redes de TV.

A Figura 1 mostra a classificação típica utilizada para Vants militares de reconhecimento.

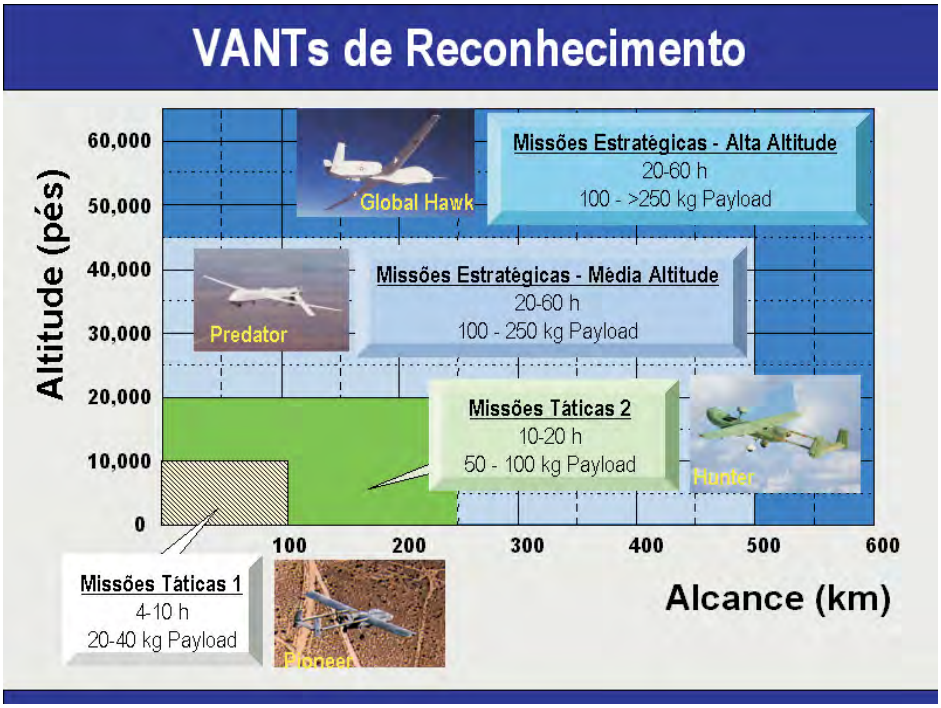


Figura 1. Classificação típica de Vants militares de reconhecimento.

3. Mercado

3.1. Necessidades das Forças Armadas Brasileiras

No Comando da Aeronáutica (Comaer), a necessidade imediata é de Alvos Aéreos Manobráveis (AAM) de alto desempenho, com propulsão a jato, para aplicação nos programas de desenvolvimento de mísseis ar-ar e no treinamento operacional com mísseis

Também foi identificada, no Comaer, a necessidade de Vant para enlace de comunicações, principalmente para apoio ao Sivam. Provavelmente esta aeronave seria com propulsão a hélice. Outro possível interesse é de

Vant de reconhecimento, ainda não tendo sido definidos requisitos específicos, que a princípio poderiam ser similares aos do Vant de reconhecimento do Exército, citado a seguir.

O Exército Brasileiro (EB) tem uma necessidade operacional, formalizada em requisitos já aprovados (RTB Nº 01/03), de uma aeronave de reconhecimento e busca de alvos para artilharia. Já a Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe) tem necessidade, a curto prazo, de alvos de baixo custo, em complemento aos aeromodelos utilizados atualmente, e, futuramente, de alvos aéreos de alto desempenho.

A Marinha do Brasil (MB) identificou as seguintes necessidades: alvo aéreo de baixo custo; Vant de reconhecimento e alvo aéreo de alto desempenho. Tanto a Marinha quanto o Exército têm necessidade de alvos para testes e treinamento com mísseis superfície-ar de curto alcance, e com armamento antiaéreo de cano. Já o Vant de reconhecimento da Marinha teria emprego na correção de tiro e no apoio aos fuzileiros navais, com capacidade de operação a partir do convés de vôo de fragatas e corvetas.

Em 14 de junho de 2004 foi publicado no Diário Oficial da União, Seção 1, a Portaria nº 606, de 11 de junho de 2004, onde o Ministério da Defesa estabelece as diretrizes para desenvolvimento de Vant pelas Forças Singulares e Indústria de Defesa. As necessidades acima listadas estão alinhadas com estas diretrizes.

3.2. Aplicações civis no Brasil

Considerando algumas possíveis aplicações civis de Vant e as vantagens de custos operacionais mais baixos que o de aeronaves tripuladas, podem ser identificados os seguintes operadores civis potenciais de Vant, no Brasil, com a utilização de sensores óptico-eletrônicos:

Potenciais operadores civis de Vant no Brasil

Aplicação	Operador
Vigilância Policial de Áreas Urbanas	Polícias Estaduais
Vigilância de Áreas de Fronteira	Polícia Federal
Inspeção de Oleodutos e Gasodutos	Petrobras
Controle de Safras Agrícolas	Embrapa
Levantamento de Recursos Florestais e Controle de Queimadas	Ibama
Enlace de Comunicações	Empresas de Telecomunicações
Cobertura de Eventos para TV	Redes de TV

3.3. Potencial de exportação

Um estudo publicado no jornal *Defense News*, de novembro de 1999, estimava um mercado militar mundial de Vant em 2008 da ordem de US$ 8 bilhões. Após os exemplos de utilização de Vant nas recentes guerras do Afeganistão e do Iraque, é esperado que o mercado mundial de defesa para estas aeronaves tenha um crescimento significativo nos próximos anos, o que deverá confirmar ou, eventualmente, ultrapassar a estimativa de 1999.

Outro exemplo do potencial deste mercado é a previsão de orçamento do Departamento de Defesa Norte-Americano, da ordem de US$ 3,2 bilhões (em 2009), para aplicação em programas de Vant (documento "*UAV Roadmap*", de dezembro de 2002).

Esse potencial de vendas é comprovado pela presença de empresas como a Boeing, Northrop-Grumann, BAE Systems e EADS, bem como pela existência de vários programas de desenvolvimento integrados e coordenados em nível de empreendimentos nacionais. Como exemplo, é possível citar o programa de desenvolvimento de Vants da Coréia do Sul, planejado para ser conduzido no período de 10 anos (entre 2002 e 2012), com previsão de investimentos da ordem de US$ 500 milhões.

A indústria mundial de Vant se caracteriza pela grande dispersão do tamanho das empresas envolvidas. Neste setor, existem empresas grandes (como as listadas acima) e, também, de muito pequeno porte. A grande

oportunidade para as empresas nacionais estará na identificação de nichos de mercado, e na oferta de produtos de qualidade satisfatória a custos mais baixos que os concorrentes. Esta estratégia foi adotada com sucesso pela Embraer, com os aviões comerciais regionais, e pela Avibrás, com o sistema Astros.

Outra oportunidade que pode surgir é um acordo do Brasil com outros países da América do Sul ou com a África do Sul para o desenvolvimento conjunto de Vant. Existem informes de que o Chile e o Equador teriam interesse nesta área.

Concluindo, há forte expectativa com relação ao tamanho do mercado potencial de Vants, estimado em cerca de US$ 4 bilhões na Europa e de US$ 15 bilhões nos Estados Unidos, entre 2002 e 2009. Com certeza, o mercado civil mundial de Vant deverá ser, ainda por vários anos, significativamente menor que o militar. Apesar disso, para o mercado civil fora dos Estados Unidos estão previstas compras da ordem de US$ 1,2 bilhões para as aplicações de policiamento civil e de inspeção de linhas de transmissão.

4. Aspectos estratégicos

4.1. Aumento de competitividade do setor aeronáutico

Uma questão de suma importância para a implantação de um novo sistema de alta tecnologia no Brasil é quanto à decisão de aquisição no exterior ou de desenvolvimento no próprio país.

Uma aquisição no exterior tem a vantagem de se conseguir o início de operação do novo sistema em um prazo muito menor. Nos casos em que as quantidades adquiridas forem pequenas, os custos envolvidos com a compra no exterior são, normalmente, menores que os de desenvolvimento, homologação, e produção no país. Nestes contratos de aquisição, podem ser adotadas cláusulas de contrapartida (*offset*) que considerem a transferência de tecnologia. Esta transferência, porém, geralmente está relacionada com técnicas que rapidamente estarão obsoletas.

Por outro lado, a aquisição de componentes críticos no exterior expõe a indústria nacional a uma situação de dependência, sujeita a eventuais restrições por razões comerciais ou estratégicas.

O acesso a componentes comerciais integrantes de sistema de navegação e controle (com nível de tecnologia/precisão necessários aos Vant) é normalmente restrito no mercado internacional. No mínimo, esse acesso é sujeito a uma licença de uso e exportação, submetido aos interesses comerciais e políticos dos países de origem.

Conforme detalhado no item 3, o potencial de mercado de Vants é promissor, especialmente se considerado o mercado externo. A participação de empresas brasileiras em tal mercado poderá depender do domínio dessas tecnologias sujeitas a restrições. Nesse sentido, um Programa Vant contribuirá significativamente para o aumento da competitividade da indústria nacional.

O desenvolvimento de Vant no Brasil traria um aumento de competitividade e de produtividade para as empresas brasileiras nas áreas de aeronáutica, de eletrônica, de *software* e de materiais especiais. Essas companhias estariam envolvidas com o desenvolvimento da aeronave e de vários sistemas como os equipamentos eletrônicos embarcados, a estação de solo e os equipamentos de apoio de solo. O apoio do governo, por meio dos Fundos Setoriais, possibilitará que estas empresas e os institutos de pesquisa e desenvolvimento participem do desenvolvimento de Vant, sem comprometer as suas situações econômicas.

4.2. Aspectos estratégicos para o Ministério da Defesa

Considerando as diretrizes da política de defesa nacional, de obtenção de maior autonomia estratégica e de minimizar a dependência externa, é estratégico para o Ministério da Defesa (MD) que a forma de obtenção de Vant para as Forças Armadas Brasileiras seja por meio de um desenvolvimento nacional.

Um fato importante, no aspecto militar, é que a utilização de Vant em futuros conflitos é uma tendência irreversível. Como as tecnologias relacionadas com este assunto são geralmente controladas, o Brasil poderá ter restrito o seu acesso a esse tipo de equipamento.

Outra possibilidade é que, em uma situação internacional de conflito de interesses, poderão ser estabelecidos embargos, políticos ou econômicos, ao Brasil impedindo a obtenção de itens do exterior.

A capacitação do Brasil em tecnologias relacionadas com Vant, por meio de um programa baseado no conceito de uma família de projetos, permitirá, também, o desenvolvimento de armamentos *stand-off* de médio e longo alcances.

O desenvolvimento de Vant com a participação das organizações militares de pesquisa e desenvolvimento (CTA, CTEx/IPD e IPqM) irá atender a diretriz de maior integração das Forças nas atividades de ciência e tecnologia, estabelecida na Política de Ciência e Tecnologia das Forças Armadas.

No âmbito do MD, o desenvolvimento nacional de Vant se justifica, portanto, pela sua importância estratégica para a autonomia nacional e pode ser um dos primeiros programas de integração efetiva dos setores de ciência e tecnologia do MD.

5. ESFORÇOS JÁ DESENVOLVIDOS NO BRASIL

As atividades relacionadas a Vant no Brasil se desenvolveram. No Brasil, iniciativas preliminares na área de Vant têm sido procuradas, isoladamente, por diversos setores, tanto governamental como privado. Algumas das organizações que já realizaram atividades relacionadas com este assunto foram:

– Centro Técnico Aeroespacial (CTA);

– Centro Tecnológico do Exército (CTEx);

– Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe), do Exército;

– Centro de Apoio a Sistemas Operativos (Casop), da Marinha;

– Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM);

– Centro de Pesquisa Renato Archer (Cenpra), do MCT;

– Universidade de São Paulo (USP, São Carlos);

– Avibras.

O CTA já realizou trabalhos na área de veículos aéreos não tripulados. Na década de 80, iniciou um programa de capacitação em Vant com o Projeto

Acauã (Figura 2). A aeronave Acauã tinha como finalidade servir de banco de ensaios para o desenvolvimento de um sistema de controle e telemetria de um futuro alvo aéreo manobrável (AAM) de alto desempenho, que era previsto para os ensaios do programa do míssil MAA-1 Piranha. Em paralelo, o Acauã poderia servir como um primeiro passo para o desenvolvimento de ANT para missões de reconhecimento tático, como o Scout, empregado por Israel no Vale do Beka, no Líbano, em 1982. Os trabalhos foram paralisados em 1991 por falta de recursos financeiros.

Figura 2. CTA – Aeronave Acauã.

6. Projeto Vant do CT-Aero

No final de 2004, o CTA, em parceria com Avibras e instituições de C&T do Exército (CTEx) e Marinha (IPqM), tiveram a aprovação do Projeto Vant pela Finep, com a utilização de recursos do Fundo do Setor Aeronáutico (CT-Aero). O Projeto receberá R$ 9 milhões, sem incluir as bolsas, com duração de três anos.

Na proposta encaminhada à Finep, o objetivo do Projeto Vant é estabelecido como: "Desenvolvimento de veículo aéreo não tripulado (Vant), para emprego em missões tanto militares como civis. Será dada ênfase no sistema de navegação e controle, que possibilite a utilização, com pequenas adequações, em diferentes plataformas de Vant".

O projeto partirá da adequação de plataformas de vôo já existentes (Acauã, Freewing/Scorpion e Harpia). Será desenvolvido um Sistema de Navegação e Controle (SNC) completamente novo, englobando as funções de telecomando, telemetria, estabilização (piloto automático), navegação autônoma (com GPS e com unidade inercial), e retorno a uma área pré-determinada em caso de perda de sinal. Será considerada, principalmente, a utilização de componentes disponíveis comercialmente (*Commercial Off-The-Shelf – COTS*) e de baixo custo.

7. CONCLUSÃO

Conforme detalhado, o potencial de mercado de Vants é promissor, especialmente se considerado o mercado externo. A participação de empresas brasileiras nesse mercado dependerá do domínio de tecnologias que serão desenvolvidas neste projeto e que são normalmente sujeitas a restrições (devido a interesses comerciais e estratégicos). Nesse sentido, um Programa Vant contribuirá significativamente para o aumento da competitividade da indústria nacional.

Um Programa Vant poderá ser considerado como um programa mobilizador, pois significará uma experiência concreta de integração de setores de C&T das Forças Armadas e atenderá, juntamente com a participação da indústria de defesa, a várias das diretrizes recém-estabelecidas pelo Ministério da Defesa conforme Portaria Normativa nº 606/MD (de 11 de junho de 2004, publicada no DOU de 14 de junho de 2004), sendo seu futuro desdobramento totalmente aderente às necessidades, conceitos e requisitos ali apresentados.

Programa mobilizador da nova viatura blindada de transporte pessoal média de rodas (VBTP-MR)

Exército Brasileiro – Departamento de Ciência e Tecnologia

Introdução

O Brasil visando assumir uma cadeira como membro permanente do conselho de segurança da ONU, vem participando ativamente de missões de manutenção de paz. Tais atividades demandam do Ministério da Defesa uma logística que envolve desde o envio de pessoal, até o Material de Emprego Militar (MEM) que será utilizado pelas unidades responsáveis pela manutenção da Paz.

Entre os MEM utilizados em missões de paz, destacam-se as viaturas blindadas de transporte de pessoal que, por imposição da ONU, devem ser do tipo de rodas, o que elimina a possibilidade de envio das viaturas blindadas de largarta – M113-B. Assim sendo, são utilizadas as viaturas blindadas de transporte de pessoal (Urutu), viatura blindada de rodas de concepção e fabricação nacional adotadas pelo Exército Brasileiro e pelo Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil (que também participa ativamente da missões de paz da ONU).

Tais viaturas foram projetadas pela extinta empresa Engesa nas décadas de 70 e 80, auge da indústria bélica brasileira, e hoje se encontram no término de seus ciclos de vida. Assim, já é antieconômico investir em repotencializações/modernizações, algo que o Arsenal de Guerra de São Paulo se dedicou nos últimos anos.

Com a derrocada do regime socialista da antiga União Soviética, o que promoveu uma oferta elevada de material de defesa no mercado internacional, aliada ao cenário de recessão mundial ocorrida no início da década de 90, provocaram falências de inúmeras empresas do ramo de material de defesa.

Tal situação ocasionou a interrupção do desenvolvimento/ atualização de inúmeros materiais de defesa, entre eles os veículos fabricados pela Engesa, mais precisamente as viaturas Urutu e Cascavel.

O controle dos gastos orçamentários, e a ausência de recursos para investimento em material de defesa, provocou uma retração ainda maior da Indústria de Material de Defesa no Brasil.

Diante desse cenário, as Forças Armadas ficaram impossibilitadas de modernizar seus equipamentos. Assim sendo, tanto o Exército como a Marinha possuem em sua constituição viaturas blindadas de rodas com mais de 30 anos de uso, nas quais não foram feitos quaisquer tipos de implementos tecnológicos.

Tal defasagem poderá comprometer num futuro próximo o desempenho das missões de manutenção de paz, pois as viaturas são avaliadas pela ONU antes de seguirem destino. Caso a ONU condene as viaturas blindadas brasileiras, o que nos próximos anos provavelmente ocorrerá diante de um não encaminhamento do tema, o esforço brasileiro de garantir uma cadeira como membro permanente do conselho de segurança das Nações Unidas pode ser comprometido, abrindo espaço para outros países de menor expressão estratégica, no entanto melhor equipados para o cumprimento de missões de manutenção da paz.

Inúmeras hipóteses surgiram para dotar as Forças Armadas de viaturas mais avançadas. A de solução mais rápida é a da aquisição de viaturas no mercado internacional. Essa hipótese além de tornar o Brasil dependente em termos de suprimento para as viaturas, não apresentam perspectivas de ganho tecnológico/científico para o Brasil.

Além disso, o desenvolvimento pela indústria nacional abriria a oportunidade de gerar inúmeros empregos e garantir uma retomada da indústria de defesa nacional, com concretas possibilidades de exportação.

A idéia é partir para o desenvolvimento de uma nova viatura, que tenha como base a concepção adotada na viatura blindada de transporte de pessoal (Urutu), acrescentando os incrementos tecnológicos ocorridos na indústria de defesa internacional nos últimos 30 anos. Tal processo terá como marco a retomada da capacidade intelectual e fabril no campo de material de defesa.

Visando atingir a meta acima descrita, está sendo estruturado um programa de trabalho em forma de rede de pesquisa e desenvolvimento, adotando esse ponto como um item essencial da proposta básica da concepção deste programa. Para tanto, foi definido como necessário, promover a coordenação das ações e projetos de cada instituição, estruturar um plano para recompor e compartilhar a infra-estrutura de P&D já instalada, apropriando-a ao novo conceito de desenvolvimento; fomentar a capacitação de recursos humanos; implementar um sistema de informações e intercâmbio de conhecimentos entre os diversos grupos e especialistas envolvidos; e incentivar a participação de empresas no desenvolvimento desta tecnologia de material de defesa.

Numa primeira abordagem tem-se como desafios para a implementação de uma nova família e blindados de rodas os seguintes itens:

1. necessidade de uma política para a indústria de material de defesa;

2. desenvolvimento e garantia de propriedade de patentes de produto e serviços e de direito de comercialização por parte das Forças Armadas;

3. capacitação de recursos humanos;

4. fomento de um parque industrial de material de defesa.

OBJETIVOS

O principal objetivo do programa mobilizador da nova viatura blindada de transporte de pessoal média de rodas (PMNVBTP-MR) é a obtenção de um produto genuinamente nacional capaz de gerar divisas para o país, por meio da promoção de ações integradas, que viabilizem a produção de veículos blindados de transporte de pessoal de rodas tornando o país um produtor internacionalmente reconhecido nessa área, como o foi no passado.

O desenvolvimento nacional de uma nova viatura blindada de transporte de pessoal média de rodas proposta, visa capacitar as Forças Armadas de um veículo adaptado às condições técnicas, operacionais e econômicas ao ambiente brasileiro e ainda capaz de dar conta das missões de manutenção de paz da ONU.

O citado desenvolvimento possibilitará a capacitação de recursos humanos inerentes à área de veículos, blindagens, comunicações entre outros temas, utilizando para isso os centros de pesquisas e parques industriais instalados no território nacional.

Para assegurar a realização destes objetivos, devem ser definidas diretrizes de proteção da propriedade intelectual associada aos desenvolvimentos a serem realizados no programa, subsidiando inclusive estratégias, licenciamento das tecnologias desenvolvidas, de produção industrial, comercial e de comércio exterior.

Tem-se a intenção de que o setor privado participe com investimentos além dos recursos governamentais. Tal conceito tem por objetivo assegurar o interesse das empresas privadas no projeto, dar maior agilidade e estabilidade ao fluxo de recursos do programa e ampliar o volume de recursos total a ser alocados no mesmo. Os investimentos privados poderão ser articulados com diversos instrumentos de fomento disponíveis no Ministério da Defesa, tais como: incentivos fiscais, offset, subsídios, financiamentos e outros.

Importância

As viaturas blindadas sobre rodas oferecidas no mercado internacional possuem um elevado valor tecnológico agregado. Quando uma nação resolve adquirir tais viaturas, na grande maioria das vezes os fabricantes prometem uma "transferência" de tecnologia no intuito de agradar o comprador. Quando as aquisições são efetivadas surgem os problemas referente à transferência de tecnologia. Na maioria das vezes os principais agregados tecnológicos não são transferidos, sob a alegação de que se trata de tecnologia de difícil absorção e que isso não é um problema do fabricante.

Visando quebrar essa dependência tecnológica, um projeto que integre vários setores industriais, centros de pesquisas, universidades e pesquisadores,

regidos por um programa de mobilização, seria uma solução viável para a obtenção de uma viatura blindada de transporte de pessoal média de rodas que atendesse as necessidades nacionais em termos de defesa territorial e capaz de suprir de forma compatível, as demandas apresentadas durante as missões de manutenção de força de paz.

No tocante às empresas que participarão do programa de mobilização, como dito anteriormente, vislumbra-se a possibilidade de vendas para o mercado externo, principalmente para países com grau de desenvolvimento social e econômico similar ao do Brasil, o que possibilitará receitas no aumento de exportações.

PROPOSIÇÕES

As pesquisas e desenvolvimento no Brasil são baseadas em financiamentos de projetos individuais, ou em centros de pesquisas que estudam um determinado assunto de forma isolada. Embora esse mecanismo tenha gerado importantes resultados científicos, a abordagem de um problema de natureza tecnológica, que envolve alta competitividade internacional e segredos de projeto em se tratando de material de defesa, requer um outro tipo de orientação.

Ao invés de um projeto isolado, a cargo de apenas uma empresa, centro tecnológico ou grupo de pesquisadores, deve-se promover o financiamento de um programa integrado, com metas estabelecidas e compromisso de colaboração a longo prazo entre as entidades governamentais, indústria, universidades e centros de pesquisas envolvidas.

A instituição de um programa mobilizador para a obtenção de uma nova viatura blindada de transporte de pessoal média de rodas é fortemente recomendado face à complexidade do problema e às múltiplas áreas de conhecimento que estão envolvidas no seu equacionamento. Isso requer a criação de um conjunto articulado de projetos de P&D e de engenharia com o objetivo de desenvolver a tecnologia de produtos, processo ou sistemas e estruturas de apoio logístico.

Para o desenvolvimento dos projetos são necessárias a mobilização de recursos humanos e materiais de instituições públicas e privadas, tais como empresas, universidades, institutos de pesquisa tecnológica, empresas de engenharia e outras, por meio de vínculos contratuais.

Objetivando conduzir melhor o programa mobilizador e atingir os objetivos propostos, as entidades participantes deverão atuar na forma de redes cooperativas de pesquisa.

O conceito do programa e sua abrangência confirmam a necessidade de se estabelecer um programa nacional para ser implementado em rede de cooperação. Por um lado, a organização e a gestão das redes devem ser feitas de maneira a propiciar o diálogo e o entendimento, garantindo a participação de todos, por outro lado, as informações precisarão ser organizadas e qualificadas para permitir a avaliação e eventual correção de rumos e estratégias com agilidade.

O programa mobilizador da nova viatura blindada de transporte de pessoal média de rodas prevê a implementação de seis redes de pesquisa e desenvolvimento:

• Rede de blindagem/proteção

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

– pesquisa e desenvolvimento da blindagem;

– desenvolvimento de fornecedor nacional, capaz de produção em escala industrial da blindagem.

• Rede de chassis

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

– pesquisa e desenvolvimento da suspensão;

– desenvolvimento de fornecedores nacionais para os elementos que irão compor o conjunto da suspensão.

• Rede do conjunto de força

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

– pesquisa e desenvolvimento de fornecedores do motor;

– pesquisa e desenvolvimento de fornecedores do conjunto da caixa de transmissão;

– pesquisa e desenvolvimento de fornecedores de pneus.

• Rede do conjunto de comunicações

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

– pesquisa e desenvolvimento de fornecedores de material de comunicações.

• Rede de sistemas de armas e conjunto de optrônicos

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

– pesquisa e desenvolvimento de torres para armamentos de emprego coletivo;

– pesquisa e desenvolvimento de fornecedores de instrumentos óticos de observação;

– pesquisa e desenvolvimento de fornecedores de óculos de visão termal ou noturna;

– pesquisa e desenvolvimento de fornecedores de instrumentos óticos de observação.

• Rede de integração de sistemas

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

– engenharia de sistemas complexos;

– integração de subsistemas e componentes advindos de fornecedores/empresas distintas;

– gestão do projeto ao longo de todo o ciclo de vida, o que inclui as fases de pesquisa, desenvolvimento, avaliação, produção, utilização (fase de apoio logístico) e mesmo a alienação/repotencialização das viaturas.

As redes acima descritas devem ter uma abrangência nacional, contribuindo para a integração de grupos de pesquisa, contemplando também se for o caso empresas que devam ser incubadas. O objetivo final do programa é a obtenção de uma nova viatura blindada de transporte de pessoal média de rodas com tecnologia nacional.

Conclusão/intenção

Trata-se de projeto prioritário para a área de Ciência e Tecnologia do Exército (prioridade 1).

É intenção do Exército Brasileiro ter este tema debatido em fórum nacional adequado.

É um projeto que só se concretizará com o envolvimento do governo, da academia e da base industrial brasileira, característica comum de um grande programa mobilizador.

O Centro Tecnológico do Exército (CTEx) já possui estudos no sentido da concretização da rede de relacionamentos necessária a este programa e está em condições de apresentar, esclarecer dúvidas e debater o mesmo com órgãos de fomento do governo, com as universidade e com os empresários.

Energia da biomassa: álcool, biodiesel e eletricidade

Manoel Regis Lima Verde Leal[*]

A biomassa já é utilizada em larga escala no Brasil, correspondendo a quase 30% da energia primária produzida no país. Este valor é praticamente preenchido pelos produtos da cana-de-açúcar e pela lenha, em partes aproximadamente iguais.

O consumo de lenha energética vai desde aplicações domésticas para cocção até uso industrial na forma de carvão vegetal siderúrgico. Mesmo nestas aplicações mais sofisticadas, as tecnologias de conversão de lenha em forma secundárias de energia ou em carvão vegetal são de baixa eficiência e oferecem amplo espaço para melhorias na eficiência, produtividade e recuperação de subprodutos. A produção de madeira, por outro lado, já alcançou elevados níveis tecnológicos, porém, com o foco direcionado para o uso na produção de papel e celulose.

A cana-de-açúcar é uma cultura secular no Brasil e hoje ocupa um lugar de destaque na produção de alimento e energia na forma de álcool combustível. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e álcool graças ao clima, disponibilidade de terras cultiváveis e sobretudo pelo desenvolvimento tecnológico alcançado na seleção de variedades, técnicas de cultivo, colheita, transporte e processamento para açúcar e álcool. Toda cadeia produtiva é formada de tecnologias que podem ser consideradas maduras, porém, ainda com razoáveis possibilidades de redução de custos na área agrícola, principalmente com a utilização da biotecnologia no desenvolvimento de novas variedades e o uso mais generalizado do conceito

[*] Manoel Regis Lima Verde Leal é doutor e pesquisador do Nipe/Unicamp.

de ambiente de produção, onde o uso das variedades é definido baseado no tipo de solo/clima da área onde serão plantadas.

Na área de processamento da cana-de-açúcar, para produzir açúcar e álcool, reduções de custos ainda são possíveis mas com maiores dificuldades e investimentos, devido ao avançado grau de maturidade da tecnologia em uso.

Todavia, a quebra do grande paradigma de só se focalizar nos açúcares da cana para se produzir o álcool, ficando a fibra com a função de apenas prover a energia necessária ao processo, abre grandes possibilidades de ganhos energéticos, que se traduzirão em ganhos econômicos. A metade das fibras da cana-de-açúcar é totalmente desperdiçada com a queima das folhas na pré-colheita para possibilitar o corte manual ou reduzir os custos da colheita mecanizada da cana; a outra metade, na forma de bagaço, é quase totalmente utilizada como combustível que irá fornecer toda energia (térmica e eletromecânica) necessária ao processamento da cana para açúcar e/ou álcool.

Um parte significativa destas fibras pode ser disponibilizada na usina por meio da otimização energética do processo produtivo (sobra de bagaço) e da colheita de cana sem queimar com recuperação de parte da palha da cana (folhas e ponteiros). Esta biomassa pode ser utilizada para produzir mais álcool, via hidrólise ou rotas de gaseificação, e/ou energia elétrica excedente, para ser injetada na rede; desta forma, o aproveitamento da energia primária da cana (cerca de 7.300MJ por tonelada de cana), que hoje é em torno de 25%, poderia ser aumentado para mais de 50%.

O Brasil se tornou um dos maiores produtores e exportadores de grãos do planeta graças, principalmente, ao desenvolvimento de variedade adaptadas às novas fronteiras agrícolas, notadamente os cerrados centrais. Porém, o uso energético destas culturas é apenas incipiente mas tende a crescer e se tornar importante por meio do biodiesel. Com o sucesso do Proálcool, com o álcool substituindo hoje mais de 30% da gasolina, o perfil de refino da Petrobrás ficou distorcido, obrigando o país a importar volumes significativos de óleo diesel, para complementar a produção das refinarias brasileiras, que pesam na nossa balança de pagamentos. Desta forma, a produção nacional de biodiesel passou a ser uma prioridade do Governo Federal, como uma forma de reduzir os gastos de importação de diesel e de criar mais empregos e mais renda no campo, visando prioritariamente o

pequeno agricultor. Quando comparado ao diesel de petróleo, o biodiesel tem custos de produção muito elevados, basicamente devido aos altos custos, ou valor de mercado, dos óleos vegetais considerados como matéria-prima. A parte industrial, quase que totalmente baseada na rota de transesterificação, já está numa fase adiantada de desenvolvimento tecnológico, com empresas multinacionais, como a Lurgi e Westphalia, e nacionais, como a Dedini, Tecbio e Petrobras, oferecendo instalações em regime de chave na mão. O grande número de plantas de biodiesel em funcionamento no exterior, principalmente na Alemanha, vai acelerar a curva de aprendizado da tecnologia, reduzindo os custos, e servir de referência para o desenvolvimento da tecnologia mais adaptada às condições e matérias-primas brasileiras. A parte agrícola da cadeia produtiva do biodiesel precisa ser desenvolvida com rapidez, apesar de ser um processo inerentemente lento, pela necessidade de estar centrado no desenvolvimento de novas variedades de oleaginosas, mais produtivas e resistentes a doenças e pragas.

Cerca de 50% do petróleo consumido hoje no mundo é usado na produção de combustíveis para o setor de transporte e o crescimento do consumo destes combustíveis entre 2000 e 2030 será de cerca de 90%, em um cenário sem grandes mudanças institucionais e tecnológicas; há uma boa perspectiva de que os combustíveis renováveis como álcool e bioóleo venham ter um papel importante no suprimento desta gigantesca demanda.

A geração de energia elétrica no Brasil, hoje pesadamente centralizada para as hidroelétricas, vai precisar ser diversificada para aumentar a segurança de fornecimento, abrindo espaço para a geração termoelétrica. A biomassa poderá ocupar parte deste espaço para usinas termoelétricas, principalmente na forma de cogeração nas usinas de açúcar/álcool e nas fábricas de celulose.

Pelo exposto acima, recomendamos como áreas prioritárias, para pesquisa e desenvolvimento em energia da biomassa, as seguintes:

1. Álcool

• Desenvolvimento de novas variedades de cana, principalmente com o uso de biologia molecular;

• Desenvolvimento e processamento de novas variedades de cana com maiores teores de fibra, para a produção consorciada de álcool do caldo e por hidrólise das fibras;

• Desenvolvimento dos sistemas de corte, carregamento e transporte de cana crua, inclusive com recuperação de palha;

• Melhoria da produtividade e redução de custos de produção de cana por meio da agricultura de precisão e ambiente de produção;

• Extensão do período de safra;

• Identificação e desenvolvimento de matérias-primas alternativas, como a mandioca e sorgo sacarino;

• Redução do consumo energético na produção de álcool e açúcar;

• Produção de álcool de materiais lignocelulósicos, principalmente dos resíduos da cana.

2. Biodiesel

• Desenvolvimento de novas variedades de oleaginosas, principalmente de mamona e dendê, dirigidas para a produção de óleos vegetais;

• Melhorias das tecnologias de extração do óleo e conversão para biodiesel, utilizando etanol;

• Identificação de matérias-primas alternativas e complementares para maximizar o uso da instalação industrial;

• Otimização energética do processo, inclusive consorciando a produção de biodiesel com a de etanol nas usinas de cana;

• Pirólise de biomassa maximizando a produção de bioóleo.

3. Energia elétrica

• Otimização energética das usinas de açúcar/álcool e das fábricas de celulose visando a maximização da geração de energia elétrica excedente;

• Desenvolvimento e demonstração de tecnologias avançadas de cogeração de energia, tais como a gaseificação da biomassa e uso de ciclos combinados;

• Desenvolvimento de tecnologias para recuperação, processamento e uso de resíduos agroflorestais, principalmente no caso da cana-de-açúcar e da madeira para papel e celulose;

• Estudos de alternativas para culturas energéticas, principalmente florestas e culturas de ciclo curto;

• Estudos de impactos da inserção de geração distribuída e sazonal de energia elétrica na rede nacional.

As três áreas abordadas acima devem ser estudadas sob os aspectos de sustentabilidade, necessidade de insfraestrutura e benefícios ambientais e sociais.

Programa nacional de gás natural

Antônio Luiz Fernandes dos Santos[*]

1. Modelos de centros ou redes de referência

Define-se centro/rede de excelência (1) como a qualificação atribuída a um conjunto de pessoas e de recursos físicos e financeiros, de conhecimentos, de tecnologias e de metodologias, reunido por iniciativa de liderança(s) que almeja(m) alcançar e manter, de forma sustentada, a supremacia em um campo escolhido, a valorização contínua dos elos da rede formada e das pessoas que conduzem os trabalhos, bem como a geração de produtos, processos ou serviços de alta qualidade para uso próprio ou no mercado.

Seguindo normas e padrões, esse conjunto é sempre constituído, progressivamente, pela composição de uma rede de parcerias estratégicas entre instituições dos campos governamental, acadêmico, das pesquisas e da sociedade (empresas, federações, e entidades em geral), tanto pública como privadas, do país e do exterior.

Um Conselho gestor e um comitê executivo, definidos pelo(s) fundador(es) conduzem o centro/rede e escolhem os parceiros, firmam acordos de participação com as entidades que são convidadas para compor a rede. Forma-se um organismo virtual (podendo se transformar em entidade jurídica) por meio de missão, visão e objetivos unificadores, que se materializa e evolui pela aprovação e execução de ações e projetos estruturantes de interesse do conjunto ou de fortalecimento de uma das partes. E que se

[*] Antônio Luiz Fernandes dos Santos é gerente de Tecnologia para o Desenvolvimento de Mercado da Petrobras.

consolida pela oferta de produtos de ponta e resultados relevantes para os fundadores e parceiros.

1) O nomear o empreendimento como centro ou rede decorre de uma decisão de marketing, não da sua forma ou conteúdo. Sempre deve ser considerado que em qualquer hipótese o que se configura é uma rede de parcerias estratégicas, nunca um centro físico isolado. Centro dá vigor à marca, idéia de conjunto forte, resultando em *marketing* de maior interesse no mercado. Rede, dá mais conforto aos parceiros no seu *marketing* individual.

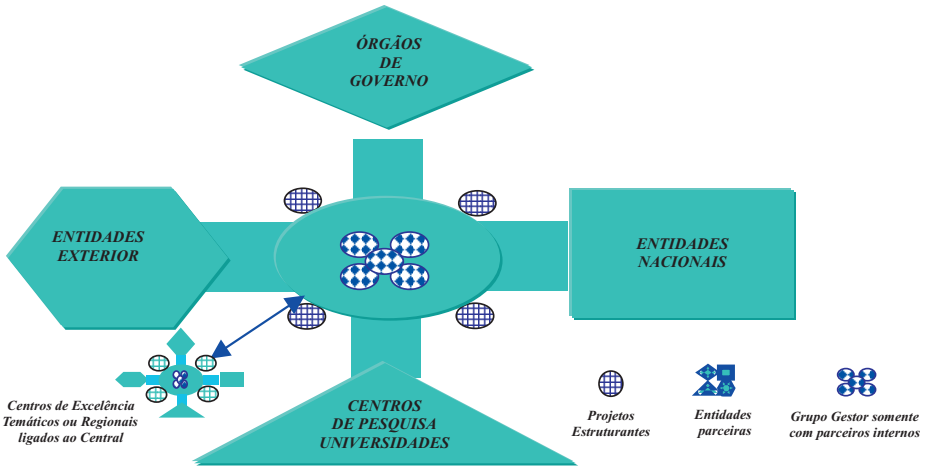


Figura 1. Modelo de Centros ou Redes de Referência

2. Modelos expandidos

O segundo modelo conceitual – o expandido – decorre da evolução natural de um centro/rede que fora instituído de acordo com o modelo conceitual básico antes apresentado. Essa expansão se faz por descentralização quando surgem oportunidades, com instituição de centros/redes de excelência derivados, especializados em temas específicos de interesse do conjunto, ou em aglutinação de recursos regionais com vistas ao atendimento de demandas locais.

Esses núcleos derivados se mantêm ligados ao centro/rede original, o qual passará, com o tempo e a depender da abrangência alcançada, a ser considerado como corporativo (ver quinto modelo conceitual), exercendo

funções que demandem ação centralizada, seja pela sua complexidade, seja pela economia de recursos ou mesmo pela estratégia de coordenação. O conjunto se guia por meio de planos aprovados e dependem de um poder central em termos tecnológicos e mesmo de recursos.

Os líderes fundadores participam dos centros derivados, ou com comando majoritário, ou o que deve ser mais comum, dividindo poder com forças regionais ou, então, que detenham grande capacitação ou possibilidade de aporte de recursos na temática escolhida. Esses centros derivados têm estrutura conceitual baseada na metodologia geral, instituindo todos os mecanismos de poder e ação nela instruídos. Podem, inicialmente, serem apenas núcleos temáticos, porém tendo o objetivo de buscar a sua classificação futura como centro de excelência ligado ao central.

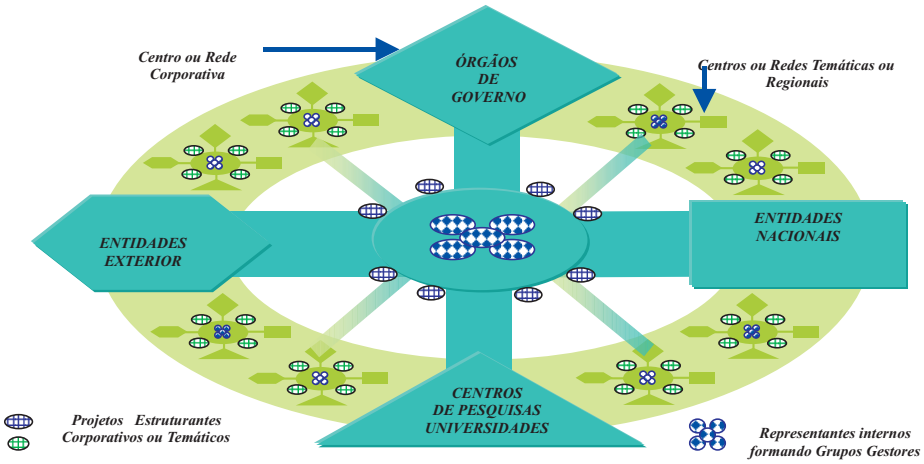


Figura 2. Modelo expandido

3. MODELO COM GESTÃO COMPARTILHADA

O terceiro modelo conceitual de centros/redes de excelência, o de poder compartilhado, resulta da necessidade de se unir fundadores em um sistema de gestão compartilhada que traduza seu poderio individual na temática considerada e os estimule a dividirem inicialmente seus recursos para, posteriormente, vê-los multiplicados no uso conjunto.

Esse modelo nasce quando uma ou mais lideranças percebem que suas demandas tecnológicas ou de conhecimentos em determinada temática

dificilmente seriam atendidas (a custos e prazos adequados) por meio de seus esforços isolados, e que existem outras entidades que detêm recursos e capacitações de vulto, mas que provavelmente não aceitariam um papel de coadjuvantes em uma malha de parceiros, mesmo com todo o conforto que uma parceria estratégica possa oferecer.

Nos dois primeiros modelos de centros/redes, inicialmente apresentados, o conselho gestor geral é composto somente por representantes da empresa líder, dessa forma compartilhando poder exclusivamente no seu meio interno. Neste terceiro modelo conceitual, um líder convida, no instante zero, algumas entidades para desenvolver o centro/rede de excelência, aceitando, então, dividir formalmente o poder, nos termos que acordar com os membros fundadores. Mas, claro, os modelos conceitual básico e o expandido podem, com o crescimento do poder e influência de algum parceiro estratégico, evoluir para uma gestão compartilhada.

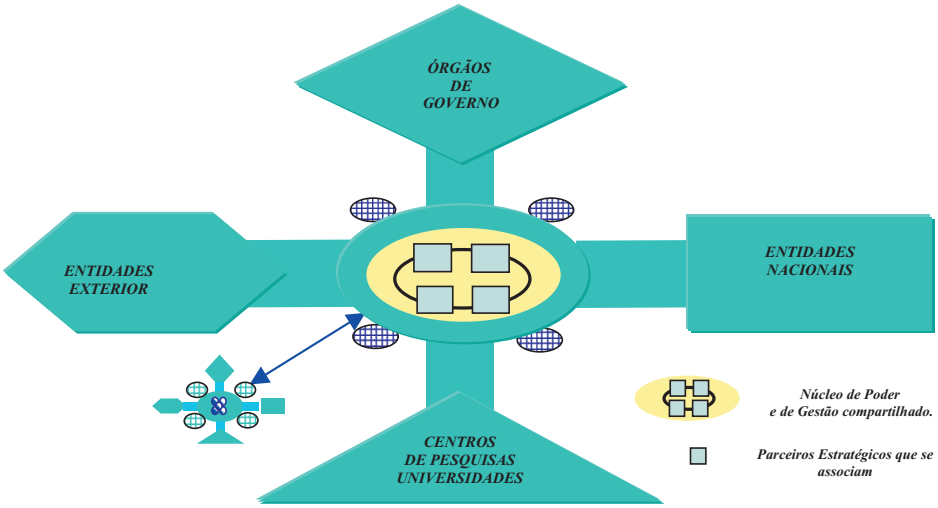


Figura 3. Modelo com gestão compartilhada

4. Modelo de centros de excelência independentes

Outra evolução da metodologia acolhe/estimula a criação de centros/redes de excelência independentes em temáticas suplementares ou complementares, decisão formal inicial ou no decorrer da vida do centro/rede. É o quarto modelo conceitual.

Se for uma decisão inicial, os líderes premeditadamente não incluem alguma importante matéria nos planos de desenvolvimento do centro/rede que se forma, estimulando que outros criem uma estrutura semelhante para seguirem trajetórias consensuais. Podem, de outra forma, surgir da evolução de um núcleo, centro ou rede temática ou regional, que ganhe maior dimensão e que acolha complexa rede de poder.

Esses centros/redes definem uma carteira comum de trabalho, unindo recursos em ações de maior envergadura, desenvolvendo projetos um para o outro e não repetindo tarefas. Como vantagem, pela independência exibem maior agilidade bem como servem perfeitamente para estruturar uma rede com poderes políticos distribuídos, acomodando correntes distintas sem conflitos.

Essa evolução seria uma sinalização de competência e de confiança, com as lideranças optando por bloquear o crescimento infinito do seu empreendimento, abrindo mão de poder inicial por perceberem os riscos que o gigantismo pode trazer e as vantagens que uma malha poderosa de centros/redes de excelência pode oferecer para o crescimento geral, que irá beneficiar a todos indistintamente.

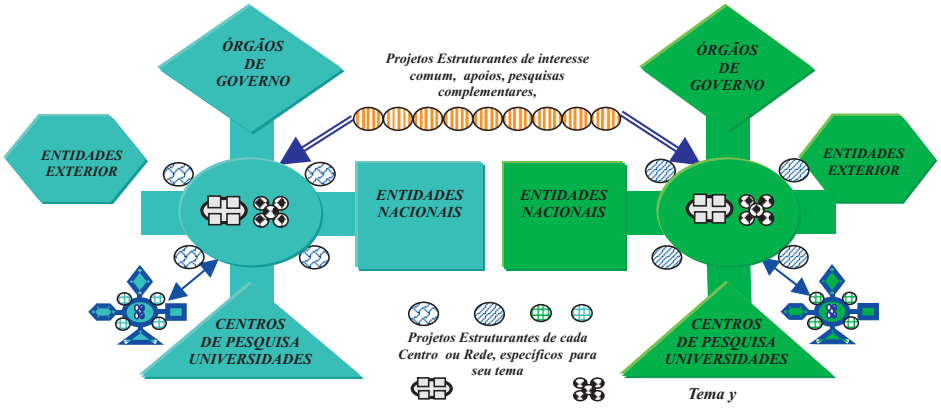


Figura 4. Modelo de centros de excelência independentes

5. MODELO CORPORATIVO

Uma alternativa de gestão para apoiar ou promover um avanço global de uma empresa ou de um seu abrangente programa de ação ou, no caso da

administração pública, garantir a sustentação e consolidação de programas governamentais (que por sua origem sempre são abrangentes em termos tecnológicos e de gestão/operacionalização), seria orientar, de início, a configuração de um centro/rede de excelência corporativo para viabilizar os objetivos idealizados. Esses seriam organismos permanentes na sociedade, garantindo a sustentabilidade do programa, mesmo em condições adversas.

Esse modelo de centro corporativo seria em tudo semelhante ao segundo modelo, contaria com os avanços dos demais modelos, porém com uma diferença básica: seria já estruturado de forma descentralizada, cabendo ao núcleo de poder central somente ações e projetos não permanentes, de interesse (ou dever estratégico) corporativo e aquelas de coordenação, incentivo, busca de recursos globais, avaliação, planejamento global e controle, tudo o mais cabendo aos centros/redes temáticos. Neste caso, algumas ações iniciais cabem ao corporativo, mas paulatinamente procura-se estruturar um centro/rede temático que cuide da matéria.

Com esse modelo, então, seriam criados tantos centros/redes de excelência de temáticas amplas ou específicas, setoriais ou regionais, quantas fossem as demandas de saber, de organização de infra-estruturas, por exemplo em unidades de negócio, e de tecnologias de suporte. Assim, seria evitada a personalização ou politização definitiva do empreendimento, que sempre introduz a semente da vulnerabilidade aos programas governamentais ou empresariais.

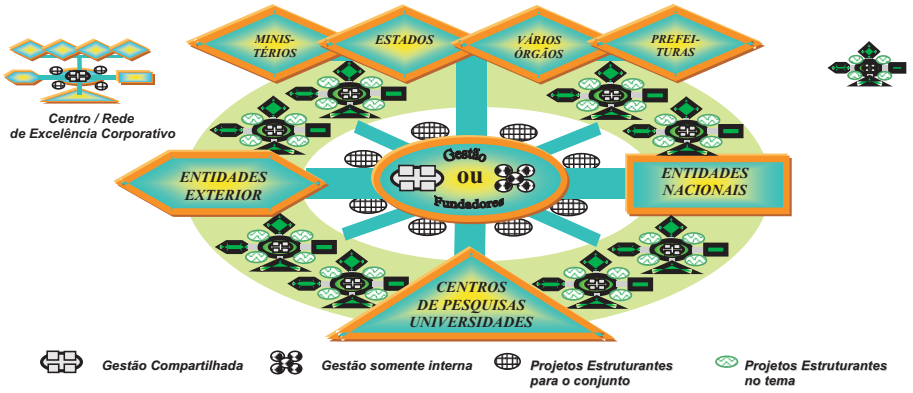


Figura 5. Modelo corporativo

6. MODELO REDE CORPORATIVA

Uma utilização deste modelo em uma organização com várias unidades de negócio, ou um órgão de governo com várias outras instituições a ele ligadas, pode ensejar a instituição de uma rede corporativa de centros de excelência na mesma temática, podendo contar também com centros de excelência temáticos de suporte ao conjunto e, ainda, outros regionais. A diferença entre essa rede e o modelo corporativo antes apresentado é que, neste caso, os centros formados compondo o conjunto, em sua maioria têm a mesma finalidade (exemplo: promover a qualidade de uma atividade), apenas se multiplicam por respeitar certas peculiaridades dos órgãos que lhes dão origem. Também, neste caso, propõe-se e se quer dar mais independência aos centros derivados.

Assim, o modelo corporativo comporta amplas variações obedecendo sempre o critério de: centralizar somente o que deva ser centralizado estrategicamente, descentralizar o que deve ser personalizado e agilizado, dar desenvoltura a ações de unidades de negócio em consonância com a independência que essas organizações desfrutam.

Mas, um ponto deve ser sempre observado na configuração de um centro ou rede corporativa ou rede de centros de excelência – o de nunca tentar uma estrutura tão complexa que jamais sairá do papel. Por exemplo, se uma unidade de negócio idealizar um centro de excelência e imaginar que ele poderia ser de grande interesse para toda a empresa ou governo, poderá se orientar por um dos dois procedimentos: 1) se entender que a ampliação poderá não ser uma rota que vá motivar outras unidades em um primeiro instante, criará um centro de sua responsabilidade mas indicará, no documento que o encaminha à alta direção, que esta poderia considerar a hipótese de estabelecer uma rede de centros de excelência na mesma temática e acolher também outros centros de suporte ao conjunto que será formado; 2) se entender que sua idéia pode ser acolhida de imediato, tentará antes de instituir o seu centro a vender a idéia corporativamente.

7. CARACTERÍSTICAS E DIFERENCIAIS

O trabalho em rede é uma prática já antiga da qual se valem as organizações para alcançarem melhores resultados e maior participação de

quadros internos ou externos. Assim, poder-se-ia pensar que o presente instrumento de gestão seria na prática uma rede convencional.

Mas, na última década, as empresas, organizações e seus departamentos foram levados a promover parcerias internas/externas mais complexas, buscando minimizar custos e alcançar resultados mais complexos. Avançando ainda mais, nos últimos anos acentuou-se a tendência de formação de consórcios entre empresas, ou algumas de suas unidades de negócios. E, no campo governamental, abriu-se a possibilidade de se estruturar parcerias permanentes por meio das Oscips e das parcerias público-privadas. também foi aprovada lei que permitirá às universidades e centros de pesquisas públicos efetivarem parcerias do tipo quase que empresarial com entidades em geral.

Os centros/redes de excelência nasceram antes desses avanços hoje já difundidos, mas imaginando-se essa tendência e essa necessidade, e ainda apresentando diferenciais e características próprias que os distinguem de todas as demais formas de associação e, principalmente, daquelas ocasionais ou orientadas para um objetivo temporal. São suas marcas:

• A busca contínua da vanguarda no tema e não exclusivamente a solução de um problema delimitado no tempo ou espaço;

• A idéia de busca de sustentabilidade, seja por pretender apresentar, continuamente aos parceiros líderes, resultados sempre de vanguarda renovada ou valorização econômica do saber conquistado, contrastando com a idéia de dependência financeira exclusiva de um líder ou de fundos de fomento;

• A idéia de permanência e aumento de abrangência do empreendimento pela sua imprescindibilidade, contrastando com a temporariedade de redes que atendem a um objetivo específico ou de menor alcance em termos de efeitos;

• O esforço contínuo para multiplicar núcleos de vanguarda, embriões de novos centros e redes de excelência, contrastando com a delimitação dos projetos convencionais;

• A orientação para resultados, com visão no estilo empresarial, como forma para se sustentar e não somente para atender uma demanda específica;

• O foco em parcerias estratégicas que participem efetivamente da jornada, com preocupação da valorização dos elos da rede, contrastando com as associações do tipo fornecedor ou cliente;

• A instituição de um modelo de gestão compartilhado (somente interno ou com participação externa), com competências para conduzir o empreendimento com mais desenvoltura, formado pelos líderes que o instituíram;

• A formatação baseado em metodologia definida e não ocasional, sustentada por normas e padrões, com forte ligação com a experiência adquirida e incorporada ao processo, com orientação de experts no assunto.

8. AÇÕES, PRODUTOS, VISÃO E MISSÃO

Na instituição de um centro/rede de excelência é fundamental ousar na visão, missão, objetivos e conseqüentes ações, mirando-se, sem se limitar a isso, no que de melhor existir no mundo. Mas, algumas áreas de ação básicas devem constar de qualquer empreendimento, almejando garantir sua abrangência de conteúdo, a maior conjugação de esforços acadêmicos, empresariais e governamentais e a certeza de uma ação sistêmica e o seu status de projeto vanguardista.

Muito importante deve ser o foco em toda a cadeia produtiva envolvendo o tema considerado, de forma que não se busque soluções unicamente atendendo a uma faceta da questão – científica, ou tecnológica, ou comercial/serviços, ou de infra-estrutura, por exemplo, isoladamente, ou atender um único e fechado objetivo empresarial (ação própria de centros de pesquisas cativos). também, é imprescindível considerar a questão da sustentabilidade do centro/rede com base no interesse empresarial das partes, da atenção ao meio ambiente e às pessoas e ao papel no plano do desenvolvimento nacional/social. Na definição das ações considera-se o conforto de todos; parte-se de uma visão ganha-ganha e de valorização do conjunto e das partes concomitantemente, por meio de um modelo interativo de gestão e administração.

Compondo os termos da visão e missão, palavras-chaves serão o tema específico, a vanguarda, o alcance, ação ou suporte nacional e, em expansão, mundial em termos referenciais, o sentido sistêmico. Esse pensar balizará a determinação de ações e produtos, diferenciando o centro/rede dos empreendimentos segmentados ou limitados no tempo/espaço/área programática.

F

mpondo
, a vang
em terra
nação
limen

da
e

Figura 7. Visão

da em nto deve c

justifi s

mu

3)

4) respeite o meio ambiente e valorize as pessoas envolvidas. Alguns pensam no centro/rede de excelência como um empreendimento para alcançar a máxima motivação dos funcionários, sendo as conquistas relacionadas como conseqüência desse movimento.

Figura 8. Missão

9. O CASO DO GÁS NATURAL: INFORMAÇÕES GERAIS

• Os consumidores demandam (2004) uma média de 37 milhões de m³/dia;

• O Brasil produz 46,7 milhões de m³/dia, importa 20,3 milhões de m³/dia da Bolívia;

• Está em curso o Programa de Massificação do Uso do Gás Natural com meta de 100 milhões de m³/dia em 2010. As reservas atuais de gás natural no Brasil são da ordem de 750 bilhões de m³ suficientes para 55 anos de demanda aos níveis atuais. As reservas do mundo atingem 156 trilhão de m³ suficientes para 61 anos de produção. As reservas da Bolívia e do Peru atingem 688 bilhões de m³ e tem como um de seus destinos prioritários o Brasil;

• É previsto construir 4.124 km de gasodutos até 2015. Atualmente a rede de gasodutos é de 5.058 km;

• Ao final de 2015 os gasodutos nacionais estarão interligados do Rio Grande do Sul até o Maranhão;

• O gás natural pode substituir glp de uso residencial, comercial e industrial, gasolina e diesel (GNV) e óleo combustível, e também coque, carvão, lenha e biomassas. Pode ser matéria-prima para produzir petroquímicos, químicos

e fertilizantes. Pode ser utilizado em turbinas a gás para gerar eletricidade. E pode ser transformado em derivados líquidos de petróleo (GTL);

• Quando substitui óleo combustível desloca do mercado um produto que vale US$ 200/ton e quando substitui diesel, gasolina ou glp desloca produtos que valem US$ 400/ton. Também, quando se usa gás industrialmente em muitos casos ele leva a um diferencial de qualidade que representa ganhos para todos. E além de tudo gera menos poluição e menos gases responsáveis pelo Efeito Estufa. Assim, otimizar o uso de gás é trabalhar para alcançar maior percentual de usos mais nobres;

• A massificação e otimização do uso do gás natural se fundamenta em incentivos, suporte técnico e formação de quadros, investimentos em gasodutos e redes de distribuição e produção e disseminação de tecnologias.

10. Quadro de atores tecnológicos e de P&D no país em gás natural

10.1. Até o ano de 1998

Até 1998, o Brasil não apresentava movimentos ou organizações voltadas para pesquisas na cadeia produtiva do gás natural. A Petrobras não mostrava interesse em pesquisar tecnologias e processos do segmento mercado, usos e transformações. Esse mercado era muito pequeno e restrito a duas empresas distribuidoras, e grande parte era uso em fornos ou cativos da Petrobras. Existia a previsão de entrada do gás no mercado de forma a dobrar a oferta ao consumidor (além do consumo próprio) com a entrada do Brasil Bolívia. Havia riscos de entrada não otimizada e de retardos por falta de tecnologia e assistência técnica.

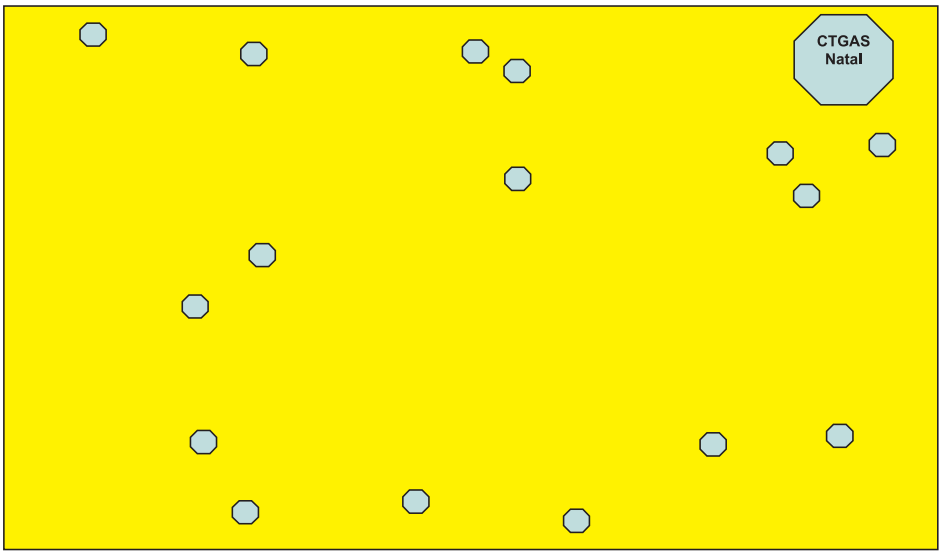
Nos países desenvolvidos a indústria era madura, com uma centena de anos (gás de rua e gás natural) de idade, com existência de centenas de núcleos avançados de pesquisas e milhares de indústrias investigando novos processos, produtos e serviços.

Figura 9. Quadro de atores tecnológicos e de P&D no país em GN até 1998 – Inexistente

Então, Serplan, E&P e Cenpes idealizaram um Centro de Excelência em Tecnologias do Gás (CTGas), em parceria com Senai. Um grupo visitou países adiantados em tecnologias de usos do gás e formatou o CTGAS, com base na metodologia de centros de excelência e dos núcleos tecnológicos do Senai. Assim, o Brasil começou a organizar pesquisas e assistência técnica no segmento do gás.

10.2. ANOS DE 1998/1999

Imaginou-se que o CTGas formaria uma rede nacional e mundial de acordo com a metodologia de centros de excelência, seria de abrangência nacional e teria uma sede em Natal com laboratórios para pesquisas mais sofisticadas. A assistência técnica aos consumidores e algumas pesquisas de interesses regional seriam conduzidas pelos núcleos regionais, hoje em número de 16. Tudo assim funciona nos dias atuais. parceria petrobras – Senai 50-50 na forma de consórcio, com administração própria.



Núcleos Regionais do CTGAS comandados por ele e localizados nos estados.

Figura 10. Quadro de atores tecnológicos e de P&D no país em GN de 1998/1999

Mas, o problema se mostrou ser de maior amplitude do que o imaginado, bem como verificou-se melhor a vocação do CTGAS.

10.3 Anos de 2000/2001

Verificou-se que o problema era maior, que a vocação mais forte do CTGas era a assistência técnica e a formação de quadros. O gás da Bolívia chegara mas não havia compradores em número suficiente, o esquema das distribuidoras era débil e a Petrobras arcaria com grandes dispêndios com o *take or pay* com a Bolívia e com a compra do transporte à TBG (empresa transportadora do gás da Bolívia, uma sociedade Petrobras, BG, Shell e outros).

Nesse quadro, com olhos no mercado e na sustentabilidade da TBG (e lógico nos custos da Petrobras), por iniciativa da Petrobras como sócia majoritária na TBG foi criada a Rede de Excelência em Gás (RedeGas) com a finalidade de promover/acelerar as pesquisas que levassem ao uso maior do gás e de forma otimizada no entorno do gasoduto Brasil-Bolívia (iniciativa decidida empresarialmente pela TBG como uma rede de excelência

independente, sem inicialmente se acertar com o CTGAS, que continuava seu papel comandado pela Petrobras).

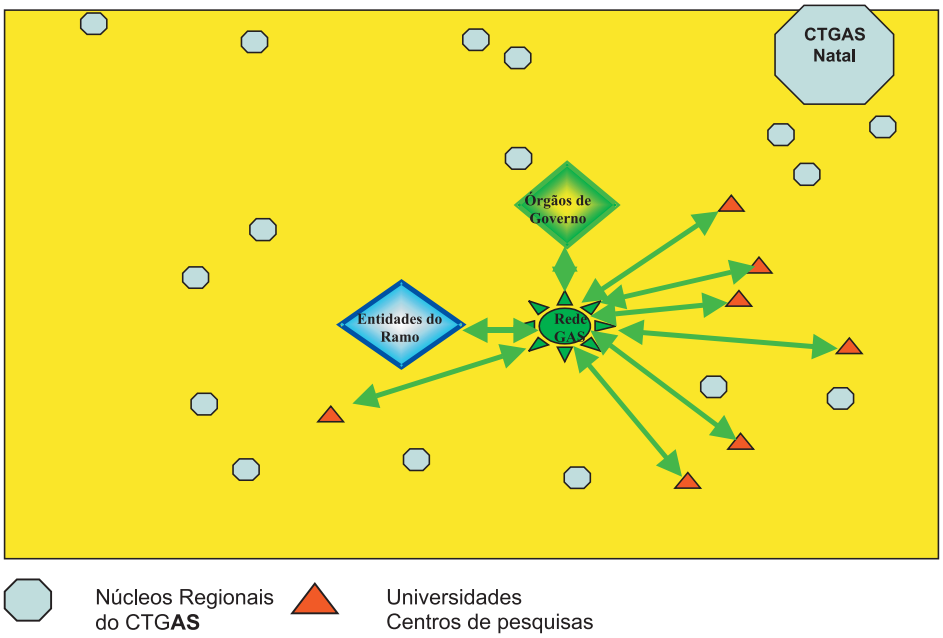


Figura 11. Quadro de atores tecnológicos e de P&D no país em GN de 2000/2001

10.4. Anos de 2001/2003

O sucesso da RedeGas chamou a atenção da sociedade e da Petrobras *holding*/diretoria de Gás/unidade de Gás (diretoria e unidade recém-criadas). Isso porque, em pouco tempo, tornara-se a maior rede de pesquisas distribuídas do país em um mesmo tema, motivando toda a sociedade para buscar novos paradigmas de uso do gás, ordenando pesquisas em todo os quadrantes, colocando as universidades, os centros de pesquisas, os empresários e órgãos de governo em linha como problema. Assim, a Petrobras/diretoria de Gás/unidade de Gás criou a gerência tecnológica do Gás para trazer para a *holding* o movimento iniciado na TBG, o qual se expandiria para todo o Brasil. Foi criada, então, a RedeGasEnergia com o mesma finalidade da RedeGas só que com abrangência para todo o Brasil e sendo o suporte metodológico da nova gerência. Ou seja, pela primeira vez, uniam-se organização, gestão, tecnologia e esforço de *marketing* e pesquisas

na sociedade no mesmo ambiente gestor. Uma providência foi unir CTGas e RedeGasEnergia com propósitos complementares e suplementares, não mais concorrentes e/ou paralelos.

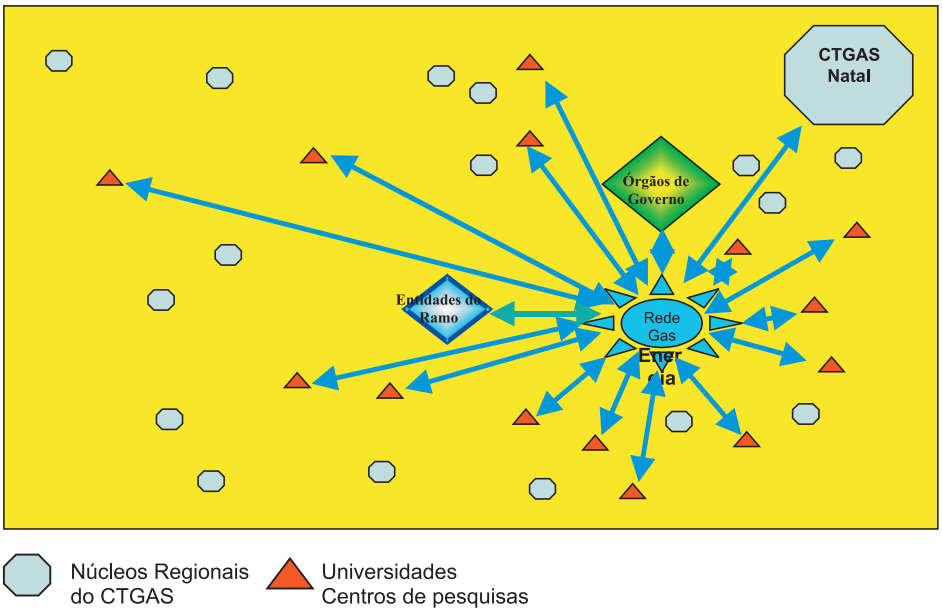


Figura 12. Quadro de atores tecnológicos e de P&D no país em GN de 2001/2003

Mas ainda assim o problema se mostrou de maior amplitude do que o imaginado, pois faltavam meios para organizar núcleos de suporte permanente em temáticas específicas, a partir dos avanços das pesquisas.

11. Quadro de atores tecnológicos e de P&D no país em gás natural desejado em implantação/análise

Então, no ano de 2002 foram aprovadas as primeiras quatro redes cooperativas derivadas da RedeGasEnergia nas áreas de transformações do gás, dos fornecedores, da metrologia e dos núcleos de tecnologia (os já propostos pelo CTGAS).

Mas, 2003 trouxe uma novidade – a descoberta de grandes reservas de gás não associado no país – levando a nova administração da companhia

a lançar o plano de massificação do uso da gás, que buscaria aumentar/acelerar ainda mais a entrada do produto no mercado, continuando com o firme propósito de otimizar essa participação. Também, avolumaram-se os pedidos de patrocínio de pesquisas. Então, foi idealizado não só reforçar as atividades da RedeGasEnergia e do CTGas, inclusive dos seus núcleos tecnológicos que deveriam crescer em número e abrangência de ações, como passar, com mais força, parte do papel até então executado pela Petrobras e pelos organismos antes citados, para as empresas e universidades, criando-se outros centros e núcleos de excelência com comando pelas instituições da sociedade, de forma permanente e sustentada. Assim, a Petrobras continuaria a mobilizar a sociedade, mas contaria com mais atores para fazê-lo de forma direta. Incentivaria, com mais força, que algumas universidades e grupos empresariais passassem a comandar ações de mobilização (antes diretamente da RedeGasEnergia), mas integrando sempre os outros segmentos.

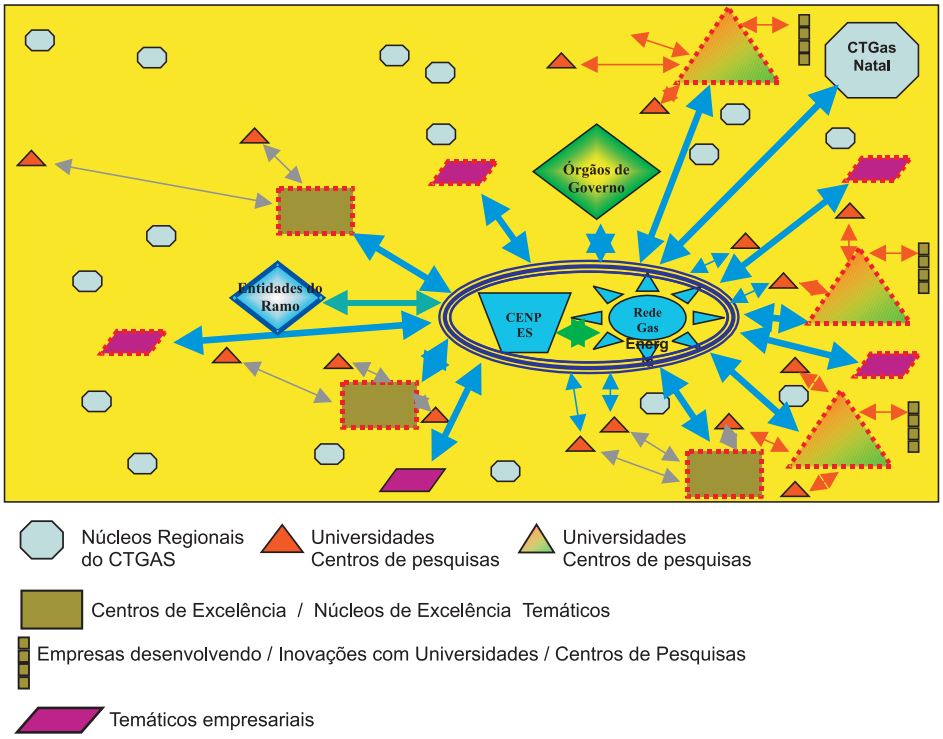


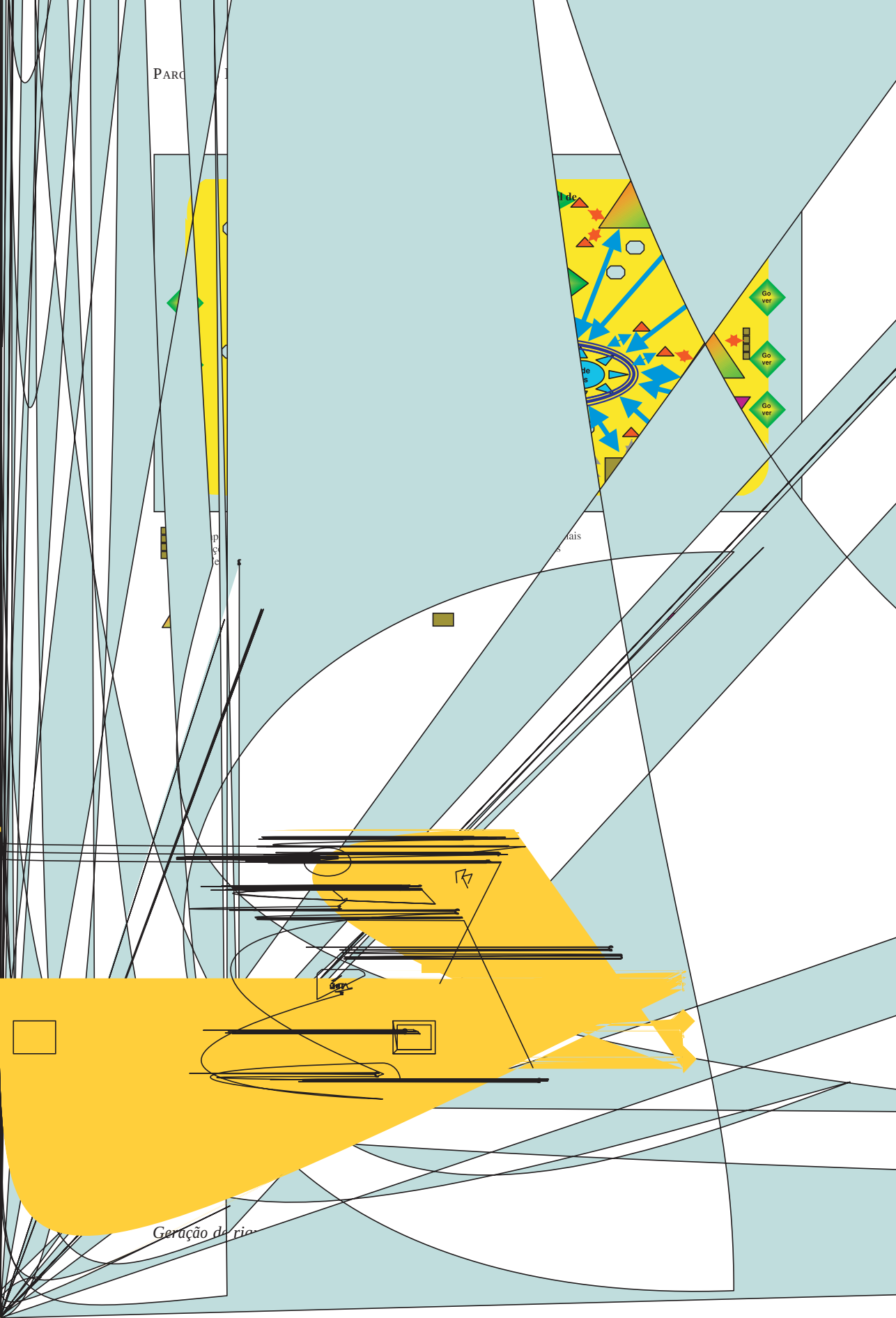
Figura 13. Quadro de atores tecnológicos e de P&D no país em gás natural desejado em implantação/análise

A fase agora seria então, aprovar e implantar centros de excelência/ referência liderados por universidades e, também, por empresas, levando a sociedade a assumir responsabilidades diretas na mobilização dos vários atores. Mas essa é uma iniciativa só da Petrobras. Nesse contexto, seria conveniente transformar esse programa em mobilização nacional.

12. Quadro de atores tecnológicos e de P&D no país em gás natural desejado em implantação/análise se com ação governamental

No momento, três grandes ações precisam ser implementadas. A primeira ação diz respeito à Petrobras, interna e independentemente de maior envolvimento governamental, aprovar o modelo visto no quadro anterior. Segunda, dar andamento às negociações iniciadas com empresários em Caxias do Sul e com a UFRJ, e depois com outros segmentos. Terceira, criar o Laboratório de Certificação de Turbinas e de Motores a Gás, em Aramar, em parceria com a USP e Marinha do Brasil, dentro do acordo de cooperação com a Ucrânia, o qual prevê, também, a formação de recursos humanos. Estes seriam os primeiros passos para vir a fabricar e certificar tais equipamentos no Brasil

Isso sendo feito, próxima ação seria pensar essa evolução já dentro de um programa mobilizador nacional na área do gás. Assim, garantir-se-ia uma maior participação da sociedade e o completo alinhamento com órgãos governamentais, isso repercutindo na formação de parcerias e na busca de recursos, bem como na eficácia do modelo, que ganharia maior visibilidade. O governo federal assumiria um modelo de Rede Nacional de Centros de Excelência, praticamente como fez a Nasa nos EUA, em parte como fez a Embrapa no Brasil, e com isso a evolução antes prevista seria mais rápida. Assim, no campo do gás o país garantiria um modelo otimizador de ações integrando todas as forças nacionais no esforço de inserção otimizada do gás na matriz energética e na criação da riqueza sustentada na sua cadeia produtiva.



Geração de rio

Programa mobilizador em éter dimetílico (DME)

Caetano Moraes[*]

Objetivo

Promover a inserção do DME na matriz energética brasileira.

Motivação

O éter dimetílico (DME) é o mais simples dos éteres. Atualmente, essa substância vem sendo utilizada em *sprays* nas áreas de pintura, cosmética e agricultura substituindo compostos nocivos ao meio ambiente, a base de cloro e fluor.[1]

Recentemente, o DME tem chamado atenção de diversas empresas, centros de pesquisa e universidades dos países centrais devido ao seu potencial emprego como combustível [2-5]. De fato, essa substância pode ser utilizada como combustível em motores do ciclo Diesel, em termoelétricas, células de combustível, bem como substituto do gás liqüefeito do petróleo (GLP). Deve-se destacar também o fato do DME ser obtido a partir do gás natural, o que propicia custos de produção independentes das oscilações do preço do petróleo, bem como grande disponibilidade de matéria-prima, tendo em vista as atuais reservas mundiais desse gás. Todo esse conjunto de qualidades faz com que o DME seja conhecido atualmente como o "Combustível do século XXI".

[*] Caetano Moraes é coordenador de Desenvolvimento Tecnológico do Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

Vale salientar que, quando se considera as especificidades da matriz energética brasileira o emprego do DME como substituto do óleo diesel e do GLP se destacam frente às demais possibilidades elencadas acima.

Figura 1. VeÍculo movido a DME[5]

O DME como substituto do diesel

No ano de 2004, a produção de óleo diesel no Brasil correspondeu a 38 milhões de m^3, correspondendo a 41,7% de todos os derivados petróleo produzidos no país. Soma-se à produção interna, ainda, o óleo diesel importado, o qual nesse mesmo ano, segundo dados da ANP[6], representou um dispêndio de U$827 milhões (FOB). Isto é resultado das características intrínsecas do transporte de cargas e passageiros no Brasil. De fato, os dados apresentados mostram de forma inequívoca a relevância da busca de combustíveis alternativos, que possam contribuir para a diminuição da demanda de óleo diesel no país.

Diversos estudos recentes empreendidos no Japão, EUA, Coréia entre outros países[7-10] mostraram de forma irrefutável a viabilidade técnica do emprego do DME nos motores do ciclo Diesel.

O DME, de fato, apresenta um índice de cetana bastante elevado (60), durante a queima não emite particulados nem óxidos de enxofre, sendo um dos melhores combustíveis com referência a questão do efeito estufa[5]. No entanto, informações recentemente obtidas em testes de longa duração em motores, sinalizam no sentido de que alguns desenvolvimentos devem ainda ser realizados. Nesse contexto, destaca-se a necessidade de desenvolvimento de elastômeros de baixo custo, de aditivos visando alterar as propriedades lubrificantes e a própria viscosidade do DME e de bombas de injeção específicas para o DME[7-10].

O DME COMO SUBSTITUTO DO GÁS LIQÜEFEITO DE PETRÓLEO (GLP)

Figura 2. Chama obtida com o uso do DME em fogão[5].

Cidades médias e pequenas bem como a periferia das grandes cidades brasileiras utilizam de forma bastante intensiva o GLP na cocção de alimentos. A importância desse combustível para a população de baixa renda no país é de tal ordem que, no passado recente, devido às oscilações do preço desse combustível foi necessário criar um subsídio específico apelidado de "vale gás". Deve-se destacar que a atual política governamental voltada para as questões sociais, com foco na alimentação das populações carentes torna a questão da disponibilidade e do preço do GLP de grande relevância.

Vale salientar que o GLP à semelhança do Diesel, impacta a balança de pagamentos do Brasil[6]. De fato, no ano de 2004 foi importado um total de 2 milhões m^3 de GLP que significaram um despendido de US$ 400 milhões.

O DME não tem cor, seu ponto de ebulição se situa em –25,1°C e apresenta propriedades semelhantes as do propano e butano principais constituintes do GLP. Como ele é facilmente liqüefeito, ele pode ser distribuído e estocado empregando-se a mesma tecnologia utilizada para o GLP. Essas propriedades permitem seu uso como substituto do gás liqüefeito do petróleo, apesar de apresentar um poder calorífico (6900kcal/kg) ligeiramente inferior ao citado derivado do petróleo. Trabalho de avaliação técnico econômica recentemente divulgado indica que o DME tem valores competitivos com os do GLP no mercado internacional. Foi mostrado também que as modificações em fogões ou recipientes não são muito relevantes[11].

A OBTENÇÃO DO DME

O DME é obtido por meio da desidratação do metanol, e esse pode ser gerado pelo gás de síntese oriundo do gás natural. Sem dúvida, a transformação do gás natural em DME, no caso do Brasil, é extremamente promissora, pois possibilitaria a valorização do gás que ocorre em região

remotas, como na Amazônia, ou daquele associado ao petróleo gerado na exploração *off-shore*. Deve-se destacar que as características físico-químicas desse éter, citadas acima, possibilitam um baixo custo de transporte das regiões produtoras para as consumidoras.

Na figura 3 é apresentado um esquema relativo à síntese do DME [12-13]. Como pode-se observar esse combustível pode ser obtido por duas rotas distintas, em duas etapas, passando pela produção do metanol e posterior desidratação, ou por meio da conversão direta a partir do gás de síntese.

No primeiro caso, a síntese do metanol, primeira reação, se refere a uma tecnologia bastante amadurecida, assim o desenvolvimento de processo de obtenção do DME se restringe nesse caso a otimização da desidratação do metanol.

Por outro lado, a síntese em uma única etapa trata do desenvolvimento de um catalisador específico bifuncional, bem como de um novo processo químico. Esse fato pode garantir a propriedade da tecnologia de um novo processo químico. Vale destacar, que essas duas possibilidades têm sido consideradas pelas empresas envolvidas nessa área[13].

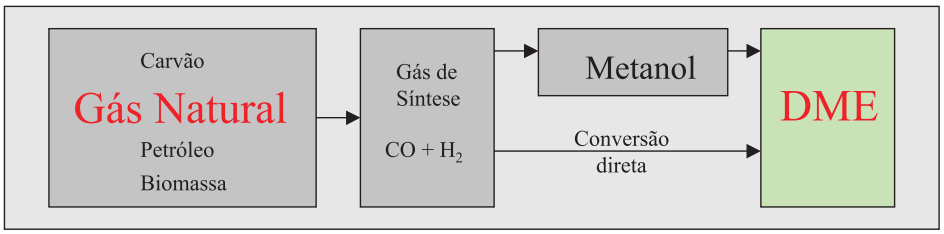


Figura 3. Esquema da síntese do DME [12-13]

O DME no Brasil

Petrobras, por meio do Cenpes e da Rede-Gás, e o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) vêm liderando desde 2002 atividades de pesquisa pioneiras relativas ao desenvolvimento de tecnologia para a obtenção de DME a partir de gás natural. Essas atividades também envolvem a participação de uma rede de instituições composta pelo: Instituto Militar de Engenharia (IME), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e Universidade de Salvador.

As ações relativas ao desenvolvimento do processo de obtenção do DME em uma etapa iniciaram-se no Brasil no âmbito do projeto "Rota não tradicionais de geração de insumos petroquímicos e combustíveis a partir do gás natural"; financiado pelo sistema CTPetro/Petrobras. Durante esse projeto foi possível obter uma série de resultados, onde se destacam uma extensa avaliação de catalisadores comerciais e sintetizados em laboratório na reação de desidratação do metanol, o domínio da tecnologia referente à preparação do catalisador de metanol, determinação do comportamento de diversos catalisadores preparados em laboratório na síntese direta do DME e a determinação da etapa limitante da reação de obtenção de DME em uma etapa entre outros.

Atualmente as atividades de pesquisa prosseguem no âmbito do projeto "Rede Cooperativa para o Desenvolvimento do Processo de Obtenção do DME em uma Etapa" envolvendo o aprimoramento dos catalisadores, avaliação de rota alternativa partindo de derivados clorados e estudo de sistemas reacionais, além de atividades de inteligência competitiva e avaliação econômica. Esse projeto tem os mesmos moldes de financiamento do anterior.

A PROPOSTA

A partir dos estudos desenvolvidos, informações técnicas obtidas e contatos estabelecidos foi possível aos técnicos do Cenpes e do INT vislumbrar que a dimensão dos estudos relativos ao DME transcendiam o projeto em curso e que as características do DME poderiam vir a ser extremamente úteis ao nosso país, conforme se procurou demonstrar no texto acima. Assim, é nesse contexto que se coloca a proposta de um programa mobilizador visando à inserção do DME na matriz energética brasileira. A seguir, é sugerida uma possível formatação desse programa, o qual envolveria basicamente cinco blocos de atividades.

1. ADAPTAÇÃO DE VEÍCULOS DO CICLO DIESEL AO DME

Esse bloco envolve estudos referentes ao desenvolvimento de aditivos para DME, modificações na bomba de injeção, testes de novos elastômeros, teste de emissões, de performance, etc.

Como participante pode-se prever a Petrobras/Cenpes, que detém dois laboratórios nessa área, um de ensaios em motores e outro de ensaios em veículos, extremamente bem equipados para esse tipo de estudo. Pode-se sugerir também a participação de outras instituições tais como o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA).

2. Estudos relativos à substituição do GLP por DME

Nesse bloco seriam testados e quando necessário adaptados ao DME recipientes de armazenamento, fogões e outros equipamentos. O Instituto Nacional de Tecnologia dispõe do Lagas, laboratório especialmente equipado para esse fim, bem como uma área de desenvolvimento de materiais capaz de realizar ações nesse campo com o apoio da Petrobras.

3. Desenvolvimento do processo de obtenção de DME em uma única etapa

Tendo como objetivo a maximização dos rendimentos em DME no processo de uma única etapa, nesse bloco serão desenvolvidas atividades de otimização do catalisador e das condições de processo. Essas atividades estarão baseadas nas informações já obtidas no projeto precursor e no projeto ora vigente "Rede Cooperativa para o Desenvolvimento do Processo de Obtenção do DME em uma Etapa". Serão geradas informações de processo e do preparo do catalisador que possibilitem o *scale-up* de ambos. Os participantes nesse bloco são INT, Cenpes, UFRJ, PUC e o IME.

4. O DME e o setor produtivo

Nesse bloco seriam envolvidas além da Petrobras, empresas ligadas à produção de metanol no Brasil e outras ligadas ao desenvolvimento de processos químicos. As atividades previstas seriam as seguintes: produção de DME para emprego nas atividades dos blocos 1 e 2 e *scale-up* do processo de obtenção de DME (unidade piloto), bem como do processo de obtenção do catalisador proveniente das atividades descritas acima.

5. Avaliação econômica e estratégica

Seriam realizados estudos estratégicos relativos à inserção do DME na matriz energética brasileira e também a avaliação econômica do processo de obtenção de DME em uma e duas etapas. Esse bloco de atividades

contaria também com a participação de pesquisadores do Cenpes e do INT, além de outros grupos a serem identificados..

A coordenação dessa plataforma seria feita por meio da atuação conjunta do Ministério de Ciência e Tecnologia e da Petrobras por intermédio dos seus braços tecnológicos, ou seja, o INT e o Cenpes, respectivamente.

Referências

1. ULLMANN´S, Encyclopedia of Industrial Chemistry. Ed. VCH. [S.l.: s.n., 200-?]. p. 541.

2. LUNSFORD, J. H. Catalytic conversion of methane to more useful chemicals and fuels: a challenge for the 21st century. *Catalysis Today*, v., 63, iss. 2-4, p. 165-174, 2000.

3. ADACHIA, Y. et al. Effective utilization of remote coal through dimethyl ether synthesis. *Fuel,* v. 79, iss. 3-4, p. 229–234, 2000.

4. SORENSON, S. C. Ether in diesel engines: progress and perspectives**.** *J. Eng. for Gas Turbines and Power*, v.123, p. 653, 2001.

5. INTERNATIONAL DME ASSOCIATION. Disponível em: <www.aboutdme.org>.

6. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO – ANP. Disponível em: <www.anp.gov.br>.

7. MCCANDLESS, Jim. Development status of a production DME common rail fuel injection system. In: INTERNATIONAL DME CONFERENCE, 1., Paris, 2004. **Anais…** Paris: [s.n.], 2004.

8. BOEHMAN, André L. Injector wear in DME use. In: INTERNATIONAL DME CONFERENCE, 1., Paris, 2004. **Anais…** Paris: [s.n.], 2004.

9. SATO, Yoshio. Project of heavy duty truck in Japan. In: INTERNATIONAL DME CONFERENCE, 1., Paris, 2004. **Anais…** Paris: [s.n.], 2004.

10. LEE, D. DME injection technology with inline high pressure pump. In: INTERNATIONAL DME CONFERENCE, 1., Paris, 2004. **Anais…** Paris: [s.n.], 2004.

11. MARCHIONNA, Mario et al. DME as LPG substitute: make-up. In: INTERNATIONAL DME CONFERENCE, 1., Paris, 2004. **Anais…** Paris: [s.n.], 2004.

12. EMPRESA NKK. Disponível em: <www.nkk.co.jp>.

13. LEVANTAMENTO de patentes relativo a síntese do DME – Divisão de Catálise e Processos Químicos – INT. [S.l.: s.n., 200-?].

Programa mobilizador de célula a combustível

Caetano Moraes[*]

Introdução

O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) vem estimulando ações visando o desenvolvimento tecnológico de sistemas célula a combustível (CaC). Em 2002, o MCT intensificou seus esforços na identificação de competências científicas e tecnológicas nesta área e realizou um trabalho de prospecção sobre o tema no país, visando a ordenação das ações de P&D dos sistemas CaC. O CGEE coordenou este trabalho de identificação de competências nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná, junto às instituições de pesquisa dedicadas à tecnologia sistemas CaC. Os resultados desta prospecção foram apresentados ao comitê gestor do CT-Energ e serviram de referência para a elaboração deste programa.

Entre as principais conclusões deste trabalho, ressalta-se que não há no país instituição que possa realizar isoladamente o desenvolvimento de um sistema completo de CaC. Por outro lado, identificou-se a complexidade do desenvolvimento da indústria de sistema CaC, que demanda um esforço intenso de P&D, e a oportunidade de ampliar-se a colaboração entre os diferentes grupos de pesquisa.

Concluiu-se, portanto, da necessidade de estruturar o programa de trabalho sob a forma de uma rede de pesquisa e desenvolvimento, adotando este ponto como um item essencial da proposta básica da concepção deste programa. Para tanto, definiu-se como necessário promover a coordenação

[*] Caetano Moraes é coordenador de Desenvolvimento Tecnológico do Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

das ações e projetos de cada instituição, estruturar um plano para recompor e compartilhar a infra-estrutura de P&D já instalada, apropriando-a ao novo conceito de desenvolvimento; fomentar a capacitação de recursos humanos; implementar um sistema de informações e intercâmbio de conhecimentos entre os diversos grupos e especialistas envolvidos; e incentivar a participação de empresas brasileiras no processo de absorção desta tecnologia.

Identificou-se, também, que um dos nichos de mercado mais promissores para aplicações de sistemas de CaC no Brasil é o de geração distribuída de energia elétrica, visando atender a política de universalização de serviços de energia elétrica e de telecomunicações. Os consumidores potenciais são as empresas de energia e de telecomunicações, as cooperativas, os bancos, os centros de pesquisas, os hospitais, os aeroportos, entre outros.

Quanto ao tipo de produto desejado, no caso das aplicações voltadas para a geração distribuída, a tecnologia de sistema célula de eletrólito polimérico e de óxido sólido foram consideradas as opções mais pertinentes. No caso das células de eletrólito polimérico existem oportunidades significativas para aperfeiçoamento da arquitetura interna da célula; do controle dos fluxos de calor, gases e água; da montagem do conjunto de MEA; dos eletrodos e materiais; da produção em série a baixo custo, entre outros. O Brasil dispõe de capacitação técnica decorrente das experiências nacionais na área de energia nuclear, que utilizou materiais semelhantes aos necessários para o desenvolvimento das células de óxido sólido, cujo regime de operação exige alta resistência à corrosão e a altas temperaturas. O desenvolvimento desta tecnologia de células de óxido sólido pode gerar divisas ao país, por meio da exportação de materiais e *know-how*, decorrentes dos ganhos de competitividade e especificidade de materiais.

As tecnologias para reforma de combustíveis fósseis e renováveis também podem levar ao desenvolvimento de novos produtos com tecnologia nacional. Existem registros de casos de sucesso na área de engenharia de sistemas, decorrente da capacitação de recursos humanos gerada com o desenvolvimento dessas tecnologias. Sistemas energéticos de CaC também podem dar maior impulso ao uso de etanol e gás natural. Em particular no caso do etanol, a existência de *knowhow* para a produção em escala comercial a preços competitivos no mercado internacional e de uma rede de distribuição em todo o país, torna este combustível bastante atraente e estratégico para

ser desenvolvido para aplicações automotivas. Adicionalmente, o gás natural também apresenta um grande interesse devido aos investimentos já realizados que estimularam a expansão do consumo e da rede de distribuição e ao programa de massificação do uso do gás natural. No aspecto ambiental, sistemas CaC apresentam vantagens sobre sistemas de geração convencional, pois apresentam baixas taxas de emissão de poluentes e ruído. Destaca-se ainda que para as aplicações tipo cargas essenciais, UTI móvel, preservação de medicamentos, centros cirúrgicos, entre outros, esta tecnologia tem papel fundamental pela qualidade assegurada, do ponto de vista ambiental e/ou eficiência energética.

Os desafios para a instalação de sistemas CaC identificados foram:

1. produção, armazenamento e distribuição do hidrogênio;

2. *células de eletrólito polimérico* – detalhes de engenharia do produto como manejo de calor/água no interior da célula, montagem e custo dos conjuntos membrana-eletrodo (MEA), produção em série; baixa temperatura de operação torna cogeração menos efetiva;

3. *células de óxido sólido* – engenharia de materiais de alta temperatura, selagem dos elementos cerâmicos, dificuldades relacionadas à reforma interna dos combustíveis (hidrocarbonetos);

4. novos materiais para eletrodos, catalisadores e eletrólitos sólidos;

5. capacitação de recursos humanos;

6. desenvolvimento e garantia de propriedade de patentes de produtos e serviços e de direito de comercialização;

7. regulação quanto à segurança e padronização;

8. necessidade de política para a indústria de alta tecnologia.

OBJETIVOS

O principal objetivo do Programa Brasileiro de Célula a Combustível é o de promover ações integradas e cooperadas, que viabilizem o desenvolvimento nacional da tecnologia de sistemas CaC, para habilitar o país a se tornar um produtor internacionalmente competitivo nesta área.

O desenvolvimento nacional de sistemas CaC proposto visa a produção de energia elétrica com tecnologia limpa e eficiente, aplicada também para sistemas auxiliares e de propulsão: aplicações automotivas, embarcações, aeronaves, entre outras. Pretende-se, ainda, apoiar o estabelecimento de indústria nacional para produção e fornecimento de sistemas energéticos célula a combustível que inclua: produção de células, reformadores, integradores de sistema, e fornecedores de serviços. Para assegurar a realização desses objetivos devem ser definidas diretrizes de proteção da propriedade intelectual associada aos desenvolvimentos a serem realizados no programa, subsidiando inclusive estratégias licenciamento das tecnologias desenvolvidas, de produção industrial, comercial e de comércio exterior. Outro ponto que merece especialmente atenção é a repartição do direito de propriedade entre as pequenas e grandes empresas envolvidas.

Projeta-se, também, a participação do setor privado financiando sua contrapartida aos investimentos governamentais. Esta estratégia tem por objetivo assegurar o interesse privado nos projetos, dar maior agilidade e estabilidade ao fluxo de recursos do programa e ampliar o volume de recursos total a ser alocado no mesmo. Os investimentos privados serão contabilizados de forma separada e poderão ser articulados com diversos instrumentos de fomento disponíveis no sistema de C,T&I, tais como: financiamento a taxas reduzidas, subsídios, incentivos fiscais, entre outros.

Importância

A melhoria do padrão de vida da sociedade brasileira requer com prioridade o atendimento das demandas sociais com serviços de qualidade, entre os quais se destaca a disponibilidade de energia elétrica. Neste sentido, um dos maiores desafios futuros é promover o aumento da quantidade e da qualidade do sistema energético brasileiro, mantendo e ampliando sua sustentabilidade ambiental e econômica, enfatizando o uso eficiente dos recursos energéticos renováveis. No mundo, verifica-se, também, a adoção de políticas visando ampliar o aproveitamento de energias renováveis, com a progressiva redução no uso dos combustíveis fósseis. Neste contexto, a produção, distribuição e uso de energia, estão sendo reestruturados, com a incorporação de novos produtos e processos, no qual reserva-se ao hidrogênio importante papel, uma vez que este não se caracteriza pela emissão de gases poluentes.

Cresce no mundo, portanto, um movimento em favor de uma "economia do hidrogênio", expressão que se refere a um sistema de energia baseado no hidrogênio, para armazenamento, distribuição e uso de energia. O próprio governo brasileiro, por meio do Ministério das Minas e Energia vem elaborando o roteiro para a estruturação da economia do hidrogênio no Brasil.

Dentro deste enfoque, é fundamental o desenvolvimento de novas tecnologias para geração de energia, em especial aquelas provenientes de renováveis, visando manter o Brasil na liderança mundial no uso efetivo de fontes alternativas para a geração de energia.

Entre as diferentes rotas tecnológicas para geração de energia elétrica, destaca-se a de sistemas célula a combustível (CaC), também denominada pilha a combustível. Estes sistemas são concebidos para converter com eficiência a energia química de determinados combustíveis em energia elétrica, visando a menor emissão de poluentes possível entre os sistemas energéticos atuais. Entre os combustíveis mais utilizados, o hidrogênio tem sido o preferido, uma vez que pode ser produzido a partir de diversas fontes, tais como: biomassa, eólica, fotovoltáica, hidráulica, geotérmica; além de recursos fósseis, tais como: carvão, petróleo, e gás natural; e, também, alternativas energéticas, tais como: nuclear e a eletrólise da água. As principais aplicações destes sistemas são na geração estacionária de energia elétrica, uso residencial, comercial e industrial, em sistemas de cogeração, com aproveitamento inclusive do calor gerado pelo próprio sistema, na geração de energia para os meios de transporte e sistemas auxiliares, na alimentação de equipamentos eletro-eletrônicos, em particular na substituição de baterias em telefones celulares, computadores, calculadoras, entre outros.

PROPOSIÇÕES

A tradição brasileira de pesquisa e desenvolvimento tem levado ao financiamento de projetos individuais, pontuais, ou de colaborações de grupos com interesses afins, mas em assuntos selecionados pelos pesquisadores a partir de chamadas em amplas áreas do conhecimento. Embora este mecanismo tenha gerado importantes resultados científicos, a abordagem de um problema de natureza tecnológica, que envolve alta competitividade internacional e o desejo de criar indústrias brasileiras de alta tecnologia, requer um outro tipo de orientação. Dessa forma, ao invés de projetos

isolados, deve-se promover o financiamento de um programa integrado, com metas estabelecidas e compromisso de colaboração a longo prazo entre as entidades governamentais, indústria, universidades e centros de pesquisa envolvidas. A instituição de um programa neste caso é fortemente recomendada face à grande complexidade do problema e às múltiplas áreas de conhecimento que estão envolvidas no seu equacionamento. Isso requer a criação de um conjunto articulado de projetos de P&D e de engenharia com o objetivo de desenvolver a tecnologia de produtos, processos ou sistemas. Para o desenvolvimento dos projetos são necessárias a mobilização de recursos humanos e materiais de instituições públicas e privadas, tais como empresas, universidades, institutos de pesquisa tecnológica, empresas de engenharia e outras, por meio de vínculos contratuais.

Para melhor conduzir o programa e atingir os objetivos propostos, as entidades participantes deverão atuar na forma de redes cooperativas de pesquisa. O conceito do programa e sua abrangência confirmam a necessidade de se estabelecer um programa nacional para ser implementado em rede de cooperação. Por um lado, a organização e a gestão das redes devem ser feitas de maneira a propiciar o diálogo e o entendimento, garantindo a participação de todos, por outro lado, as informações precisarão ser organizadas e qualificadas para permitir a avaliação e eventual correção de rumos e estratégias com agilidade.

Este programa contempla a implementação de redes de pesquisa e desenvolvimento. As redes de pesquisa identificadas decorrem de levantamento realizado sobre as instituições e infra-estrutura laboratoriais já existentes no país, nos setores público e privado, atuantes no desenvolvimento de sistemas energéticos célula a combustível e que apresentam potencialidade para contribuir para os objetivos do programa.

O ProCaC prevê a implementação de quatro redes de pesquisa e desenvolvimento:

a) *Rede de Células a Combustível e Eletroquímica*

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

• Sistemas célula a combustível de óxido sólido (com uso de hidrogênio ou etanol direto);

• Sistemas célula a combustível de eletrólito polimérico (com uso de hidrogênio ou etanol direto);

• Eletrodos e membranas;

• Eletroquímica Aplicada – P&D;

• Sistemas de análise numérica do desempenho de sistemas célula a combustível.

b) *Rede de Combustíveis e Hidrogênio*

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

• Reforma de etanol para produção do hidrogênio;

• Reforma de gás natural para produção de hidrogênio;

• Reforma de gás liquefeito de petróleo para produção de hidrogênio;

• Produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis de energia;

• Outros métodos para produção de hidrogênio;

• Engenharia de sistemas de reforma;

• Sistemas termicamente regenerativos.

c) *Rede de Sistemas, integração e uso*

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

• Análise e engenharia de sistemas e automação;

• Sensores e atuadores;

• Integração de componentes nos sistemas energéticos célula a combustível (células, eletrônica de potência e de controle, reformador, etc.) e dos sistemas à rede elétrica e/ou usuário final;

d) *Rede de utilização*

Nesta rede estão previstos investimentos nos seguintes temas:

• Otimização de sistemas e processos e adequação aos fornecimentos nacionais, para conferir critérios de eficiência energética, garantia de qualidade dos produtos, serviços e da energia produzida;

- Produção de hidrogênio (eletrólise) a partir do aproveitamento de recursos energéticos renováveis;
- Armazenamento, transporte e distribuição de hidrogênio;
- Segurança, certificação, códigos e padrões;
- Formação de recursos humanos especializados;
- Inserção social e incentivo ao uso das novas tecnologias;
- Incentivo ao desenvolvimento empresarial relativo às novas tecnologias.

Estas redes do ProCaC devem ter uma abrangência nacional, contribuindo para a integração de grupos de pesquisa de todo o país, contemplando, também, a participação de instituições emergentes. Além disto, como o objetivo final do programa é levar produtos e serviços com tecnologia nacional para o mercado em condições competitivas, é importante que o programa envolva a participação das empresas, dando bastante atenção às questões relativas a propriedade intelectual.

Na fase inicial do programa está sendo realizada a implementação das redes cooperativas de pesquisa em temas que se encontram mais estruturados na comunidade científica nacional. As demais redes serão implementadas posteriormente. Neste sentido, estão sendo implementadas as seguintes redes:

1. Rede de sistemas de célula a combustível de óxido sólido;
2. Rede de sistemas de célula a combustível de eletrólito polimérico;
3. Rede de combustíveis e hidrogênio.

Para a implantação destas redes foram realizadas as seguintes atividades: 1) nomeação de um coordenador e um suplemente encarregados da montagem e implementação das respectivas redes. O coordenador nomeou, também, um comitê de coordenação para assessorá-lo na implementação da rede; 2) montagem de projeto de formação das redes para a Finep, contemplando recursos por exemplo, para a realização de seminários específicos em cada rede; 3) montagem de projeto para apoio a infra-estrutura laboratorial. Estas redes irão estabelecer projetos cooperativos dentro das áreas definidas como prioritárias pelo ProCaC.

Programa nacional para conhecimento e uso da biodiversidade amazônica

Bertha K. Becker[*]

Correspondendo a dois terços do território nacional (5.5 milhões de km^2), a Amazônia legal é habitada por menos de 10% da população brasileira (18 milhões de habitantes). Parte de sua área é constituída de cerrados e matas ralas (1.4 milhões de km^2), enquanto em 4.1 milhões de km^2 domina a típica floresta amazônica, a hiléia.

A amazonial florestal é dotada de imensos recursos naturais: um terço das florestas tropicais, cerca de 20% da água doce e a maior concentração territorial de biodiversidade do planeta, além de volumosos recursos minerais. A região possui também uma rica diversidade cultural e um saber local secularmente construído para lidar com o trópico úmido. Atualmente, 32,9% da floresta amazônica brasileira estão sob proteção especial, dos quais 20,8% correspondem a terras indígenas e 12,09% a unidades de conservação federais e estaduais. E, em face das iniciativas de integração da Amazônia com os demais países amazônico, por meio do Tratado de Cooperação Amazônico (OTCA), há que se pensar e agir hoje em termos de Amazônia Sul-Americana, ampliando-se sobremaneira o potencial de recursos naturais nela contidos, com possibilidade de aproveitamento em projetos conjuntos.

No entanto, este vasto potencial permanece até hoje sem ser plenamente conhecido cientificamente e sem tecnologias adequadas à sua utilização. Fato que tem favorecido o avanço de atividades econômicas competitivas sobre a floresta, associado a intensos conflitos sociais.

---

[*] Bertha K. Becker é professora titular emérita do Departamento de Geografia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Hoje, a utilização desse patrimônio torna-se urgente. No contexto da preocupação ambiental que marcou as últimas décadas do século XX, a natureza foi revalorizada como fonte de vida, e também como recurso escasso cuja valorização está condicionada a novas tecnologias. É o caso, sobretudo, da natureza como fonte de informação para a biotecnologia, apoiada na decodificação, leitura e instrumentalização da biodiversidade. Mas é também o caso da possibilidade teórica, ainda não solucionada, da utilização de isótopos de hidrogênio como insumo energético. Em outras palavras, a natureza é valorizada como capital natural e como um dos fundamentos da ciência contemporânea.

Na virada do milênio, um novo viés para a C,T&I se impõe em todas as escalas geográficas. Em nível global, verifica-se um crescente processo de mercantilização da natureza – ar, vida, água –, emblemático no mercado do ar que tenta ser regulado no Protocolo de Quioto. Em nível nacional, os objetivos maiores das macropolíticas estabelecidas no Plano Plurianual (PPA) e nos planos para a região são a retomada do crescimento econômico com inclusão social e conservação ambiental. De igual importância e orientação são as demandas da própria região. A Amazônia hoje não é mero espaço de expansão da sociedade e da economia nacionais e, sim, uma região em si, com estrutura produtiva e dinâmica próprias, e atores decisivos – governos estaduais, sociedade civil, empresários – que clamam por desenvolvimento, revelando a necessidade de substituir a política de ocupação regional por uma política de consolidação do desenvolvimento.

Sob o novo contexto desvelam-se dois importantes fatos: a) o esgotamento do ambientalismo apenas preservacionista, que não é capaz de gerar renda, emprego e/ou trabalho e conter a expansão da fronteira móvel; b) o desafio de conceber e implementar um novo modelo capaz de atender às demandas regionais e nacionais de crescimento econômico e inclusão social, sem destruir o patrimônio natural.

Pela extensão e riqueza de seu patrimônio natural e cultural, a Amazônia não é mais apenas uma questão regional e, sim, uma questão nacional. Acresce sua importância estratégica em fóruns globais referentes ao clima, à diversidade biológica e à água. Tais atributos demandam uma contribuição crucial da C,T&I visando maior conhecimento científico-tecnológico sobre a região e o uso desse conhecimento para o desenvolvimento regional e nacional bem como para subsidiar as negociações internacionais.

Só uma revolução científico-tecnológica para a Amazônia poderá promover a valorização do patrimônio natural e atribuir valor econômico à floresta de modo a que possa competir com as *commodities* e conter o desflorestamento, e assim beneficiar a sociedade regional e nacional. O Brasil já realizou importantes revoluções científico-tecnológicas, como é o caso da exploração do petróleo em águas profundas, da Embraer, da transformação da cana-de-açúcar em combustível, e da própria expansão do agronegócio no cerrado. É hora de realizar uma para os ecossistemas florestais amazônicos, uma decisão que aponta para o futuro, introduzindo um novo modelo de uso do território e do patrimônio natural baseado na C,T&I.

Entre as múltiplas oportunidades que o patrimônio natural oferece, destacam-se o manejo florestal, a biomassa, a água e os minérios; mas é a biodiversidade que se configura como a de maior possibilidade em gerar riqueza e inclusão social sem destruir a natureza e abrangendo toda a escala regional, inclusive as populações que habitam as extensões florestais.

São várias as condições positivas para alcançar essa finalidade:

a) a Universidade Federal do Pará conta com competência em diversas áreas afeitas à biodiversidade;

b) a gestão do conhecimento no Pólo Industrial de Manaus (PIM) – já existente e gerador de riqueza – pode viabilizar o seu potencial como pólo na interface com os procedimentos industriais mais sofisticados e produtivos do planeta, com baixíssimo impacto ambiental e significativo apoio da Suframa e do empresariado;

c) a nanotecnologia, que no momento é ausente, dado o avanço industrial em curso no PIM pode vir a se desenvolver inclusive em sua relação com a biotecnologia, merecendo estímulo;

d) o grande déficit em P&D regional vem sendo preenchido pelo Centro de Biotecnologia Amazônico (CBA), redes de pesquisa, incubadoras universitárias e empresariais e por pequenas e médias empresas localizadas em Manaus e Belém, que se aventuram na bioindústria;

e) a emergência de secretarias estaduais de C&T competentes.

Os desafios a enfrentar não são triviais, tratando-se sobretudo da carência de recursos humanos, de recursos financeiros, e de problemas de ordem institucional, pois que inserção social e conservação da natureza exigem gestão melhor estruturada do conhecimento de modo a contribuir para o ordenamento do território, a integrar na Nação comunidades com diferentes níveis de isolamento e de organização, e a promover sua integração com a biotecnologia e a bioindústria.

Visando agilizar e intensificar a P&D regional e tendo em mira a constituição futura de um programa abrangente com foco na construção de uma rede regional-nacional de bioprospecção baseada prioritariamente nas instituições de pesquisa e empresas regionais, propõe-se a curto e médio prazos "a criação de cadeias tecno-produtivas em biodiversidade" acoplando cadeias de conhecimento à cadeias de produção desde o âmago da floresta aos centros avançados de biotecnologia e à bioindústria.

As cadeias devem ser geridas por arranjos institucionais coletivos, forma de organização moderna que, a exemplo da França, Austrália e EUA, agregam pesquisadores e empresas em torno de um tema. Projetos referentes a cadeias tecno-produtivas devem ser condicionados a ligações para frente – produto final comercializável – e ligações para trás, referentes a ministração de cursos, a exemplo do que vem sendo desenvolvido pelo Cepid, da Fapesp.

Três mercados principais se oferecem para os produtos da biodiversidade: *fármacos*, mercado mais difícil de ser atingido em face da grande indústria farmacêutica internacional e das exigência da Anvisa, mas que tem amplas possibilidades de uso) na farmacopéia regional; *a nutracêntica*, produtos destinados ao bem estar físico, com mercado mundial crescente no mundo; *a dermocosmética*, no momento já em constituição.

Se a competição com a grande indústria é inibidora, não deve excluir a pesquisa nos fármacos, tendo em vista a problemática da saúde pública.

Em síntese, o que se propõe é que governo, iniciativa privada e pesquisadores estruturem um programa de médio e longo prazos para conhecimento e uso da biodiversidade amazônica, cobrindo todas as fases da produção – prospecção, biotecnologia e bioindústria – a ser imediatamente iniciado, e com vistas à construção de uma rede regional-nacional.

Para tanto, investimentos prioritários são:

1. formação de recursos humanos;

2. consolidação imediata do CBA;

3. articulação e gestão dos programas e projetos já existentes;

4. fomento a projetos cooperativos entre laboratórios públicos e empresas;

5. lançamento de um projeto piloto para testar a cadeia tecno-produtiva específica da biodiversidade, seja por edital competitivo associando todos os produtos interessados em uma pesquisa pré-competitiva, seja por encomenda a experimentos promissores já em curso;

6. apoio à implantação de centros regionais promissores, tais como o Iepa no Amapá, e o Instituto de Biodiversidade em formação no Acre.

Finalmente, cumpre lembrar que o esforço pelo desenvolvimento da C,T&I não pode ser visto isoladamente. Ele deve ser analisado no contexto regional e nacional e depende, portanto, de outros fatores, entre os quais destacam-se: a) a questão institucional entendida como regras do jogo claras, essenciais para a gestão do conhecimento articulando projetos e programas e envolvendo, inclusive, articulação interministeriais; b) a questão social, no caso em pauta, referente aos componentes da cadeia tecno-produtiva. A ponta da comunidade, para evitar o risco de ser explorada, demanda mediadores tais como no novo tipo de extensionista educador, além de "mateiros" capazes de colaborar na identificação das espécies; na ponta extrema, da empresa, há que prever mecanismos que impeçam a venda de patentes para grandes empresas, assegurem o pagamento de royalties e a propriedade intelectual, mediadores como o Sebrae, que viabilizem a passagem da incubadora para a empresa, bem como externalidades que assegurem o acondicionamento e o transporte de produtos, sem esquecer da efetiva aplicação da Lei da Inovação.

Baseado em estudo envolvendo proposta de C,T&I para a Amazônia, elaborado para a CGRR-MCT, por Bertha K. Becker.

Fármacos e medicamentos

Marcos Henrique de Castro Oliveira[*]

Fármacos são substâncias químicas, isto é, moléculas puras que apresentam uma atividade biológica útil para fins de manutenção da saúde humana. Embora sejam estas moléculas que contenham a atividade biológica desejável, sua administração aos pacientes nunca é feita diretamente em estado puro, mas sim por meio de uma formulação mais adequada a sua absorção pelo organismo. Estas formulações são os medicamentos.

O fármaco é pois o insumo fundamental nos mecanismos de controle das doenças, mas só alcança o paciente por intermédio do medicamento e, portanto, a análise da importância do fármaco não prescinde da inclusão da análise dos medicamentos.

Os instrumentos clássicos de intervenção na saúde humana dividem-se em preventivos e corretivos. Os preventivos abrangem todos os recursos de higiene – educação sanitária, água potável, tratamento de esgotos, controle de vetores de doenças infecciosas, coleta e tratamento do lixo, as vacinas, etc. – enquanto que os corretivos alcançam os métodos de diagnóstico e os medicamentos. A Organização Mundial de Saúde, ao longo da década de 90, promoveu esforços no sentido de difundir mundialmente os instrumentos preventivos pois os mesmos, demonstrou-se, apresentam o melhor custo benefício social. Entretanto, há limites para sua eficácia e, constatada a doença, há que se recorrer aos medicamentos para a restauração da saúde.

[*] Marcos Henrique de Castro Oliveira é vice-presidente da Associação Brasileira de Química Fina (Abifina).

A indústria dos fármacos e medicamentos apresenta um dinamismo considerável em função do caráter evolutivo dos males que afetam a saúde do ser humano. Em primeiro lugar em função do aparecimento de novas moléstias causadas por agentes vivos – vírus, bactérias, fungos, protozoários, etc. – ou por mutações destes mesmos organismos e, em segundo lugar, por disfunções genéticas do organismo humano, freqüentemente associadas ao processo de envelhecimento.

A recente evolução nos conhecimentos da genética humana abriu um campo vastíssimo de investigação dos mecanismos das doenças degenerativas, por exemplo, com a conseqüente viabilização da descoberta de novos agentes terapêuticos, isto é, novas moléculas capazes de interferir nos processos biológicos das doenças identificadas.

Apesar da enorme importância social dos medicamentos e dos fármacos neles contidos, só perdendo em importância social para a disponibilidade de alimentos e água, a sua distribuição mundial é extremamente desigual: cerca de 80% de todos os medicamentos vendidos no mundo alcançam apenas os mercados da OECD, ou seja, cerca de 20% apenas da população mundial. Pior, a maior parte dos medicamentos disponíveis está orientada para controle de doenças características de sociedades afluentes e as pesquisa de novos medicamentos seguem a mesma orientação. Doenças típicas de países menos desenvolvidos – malária, hanseníase, leishmaniose, leptospirose, tuberculose – não são objeto de interesse dos grandes laboratórios produtores de medicamentos pois a renda das populações dos países mais afetados por aquelas doenças não propiciaria a oportunidade da prática de preços compensadores.

A indústria de medicamentos tem vendas mundiais que ultrapassaram US$ 500 bilhões, em 2004, e está fortemente concentrada em um seleto grupo de empresas multinacionais, todas elas sediadas nos países da OCDE. As dez maiores empresas são responsáveis por 50% das vendas de medicamentos.

No que diz respeito à produção de fármacos, a concentração alcança níveis menores mas mesmo assim significativos, inclusive na nascente área de biofármacos.

Os países menos desenvolvidos que não possuam uma base produtiva e de pesquisa e desenvolvimento em fármacos e medicamentos correm sérios riscos, de duas naturezas. O primeiro, o da não existência de medicamentos voltados para suas doenças características, as doenças negligenciadas, e da não existência de programas de pesquisa para a descoberta de medicamentos a elas destinados nos países do primeiro mundo. A segunda, a da dependência da importação de remédios para as doenças clássicas, usualmente crônico-degenerativas, de preços em geral elevados, fixados o mais das vezes em função de custos e interesses econômicos prevalentes nas nações afluentes. As necessidades de importação quase sempre representam um ônus financeiro insuportável para as nações mais pobres daí que mais da metade da população mundial não tem acesso adequado aos medicamentos já conhecidos, e produzidos industrialmente.

É importante também ressaltar que, em inúmeras oportunidades, a disponibilidade de medicamentos foi usada como arma de pressão política nas relações internacionais, a despeito dos esforços da ONU em reprovar tal tipo de ação. Vale lembrar as dificuldades enfrentadas pela Argentina no episódio das Malvinas quando as exportações de fármacos para aquele país foram suspensas pelas firmas multinacionais, sob pressão dos governos americano e inglês. Iraque, Cuba, Iugoslávia foram outros países que sofreram sanções semelhantes. As dificuldades de abastecimento de fármacos durante a 2ª Guerra Mundial fizeram com que o Japão colocasse a produção doméstica de medicamentos dentro do rol das prioridades de segurança nacional.

A base produtiva nacional brasileira em fármacos e medicamentos se deteriorou ao longo das duas últimas décadas, em função da política de abertura comercial praticada e da ausência de uma política industrial e de desenvolvimento científico e sobretudo tecnológico.

As importações brasileiras de medicamentos acabados e a granel, em 2004, superaram a marca de 1 bilhão de dólares, cerca de 18% do total de medicamentos vendidos nas farmácias do país. Em meados da década de 90, já com o processo de abertura adiantado, importávamos apenas 6% dos fármacos consumidos no país.

Produtos Farmacêuticos (granel e embalados) em US$ bi			
	Faturamento	**Importações**	**%**
1995	6,1	0,389	6,4
1996	7,2	0,604	8,4
1997	7,7	0,768	10
1998	7,6	0,933	12,3
1999	5,6	1,11	19,8
2000	5,6	1,09	18
2001	5,7	1,036	18,2
2002	5,2	1,035	19,9
2003	5,6	1,025	18,3
2004	6,1	1,096	18,0

Em 2004, as importações de produtos químicos orgânicos, onde se concentram os fármacos, atingiram a US$ 2,5 bilhões, ainda sem os números de dezembro.

Vários estudos sugerem que cerca de 50 milhões de brasileiros não têm acesso ao mercado regular de medicamentos. Para seus cuidados de saúde eles dependem exclusivamente dos medicamentos dispensados pelo Sistema Único de Saúde. É possível inferir, ainda, que uma outra fração da população brasileira tenha acesso limitado aos medicamentos vendidos em farmácia, em função do nível baixo da renda.

O governo brasileiro tem uma razoável capacidade de produção de medicamentos e domina boa parte das técnicas de produção. Uma ampliação desta base produtiva poderia melhorar o atendimento às populações de baixa renda e os mecanismos e conhecimentos tecnológicos para este processo de ampliação estão disponíveis. Entretanto, o sistema continuaria com uma fraqueza fundamental, qual seja a da continuada dependência de fontes externas para os fármacos. Ora, a existência de um mercado estatal de porte para os fármacos é uma arma poderosa para viabilizar o crescimento da produção local. O poder de compra do Estado tem sido, historicamente, um forte indutor do desenvolvimento tecnológico e é ainda hoje utilizado em larga escala pelos países tecnologicamente avançados. Veja-se, por exemplo, o significativo esforço que vem sendo desenvolvido pelo governo americano

objetivando a diminuição da dependência de combustíveis fósseis, via financiamento de pesquisa e aquisição de especialidades químicas industriais oriundas de biomassa.

A produção de medicamentos, que já conta com uma boa base industrial no país, não envolve apenas o fármaco. A indústria de medicamentos mobiliza uma ampla gama de fatores, quer de materiais quer de serviços, muitos deles incorporando tecnologias de ponta.

Na formulação de um medicamento juntam-se ao princípio ativo outros ingredientes com importantes funções algumas vezes ligadas à absorção do fármaco pelo organismo, outras relacionadas à segurança da administração ou ainda à conservação do produto ativo. Não raro são usados produtos para alterar as reações organolépticas ao produto tornando sua ingestão mais aceitável, especialmente para crianças. Corantes, emulsificantes, reguladores de pH são freqüentemente empregados.

Os equipamentos que servem a esta indústria apresentam um grau de sofisticação avançado, seja em suas características físicas, em seus materiais construtivos, seja no seu grau de precisão e automação. Um aumento do parque produtivo nacional de fármacos e medicamentos certamente terá reflexos na demanda de equipamentos propiciando uma retomada do crescimento do setor no Brasil.

A indústria de medicamentos é forte demandante de embalagens especiais – vidro, papelão, papel, alumínio – para a confecção de blisters, fracos, caixas, bulas, etc.

A indústria de fármacos é fortemente demandante de capacitação no campo do conhecimento químico, mas não só nele. Mais e mais o conhecimento nas área da biologia torna-se fundamental. Até há algum tempo, a pesquisa por novos fármacos centrava-se na descoberta de estruturas biologicamente ativas, por um processo de tentativa e erro, e a partir daí por um refinamento da aplicação desta estrutura, determinação das características farmacodinâmicas e farmacocinéticas de sua atuação, estudo da melhor forma de absorção pelo organismo, etc. Os recentes e espetaculares avanços no conhecimento da biologia celular propiciaram uma nova forma de abordagem no combate às doenças e na descoberta de novas moléculas biologicamente ativas. Hoje se estudam os mecanismos de atuação em nível das molécula constituintes do organismo, a função das proteínas na regulação dos processos

vitais, o que ocorre nas reações químicas intra-celulares e que caracterizam as anomalias de comportamento – as doenças – e destes estudos derivam novas formas de intervenção no combate as doenças.

A indústria dos medicamentos e dos fármacos está longe de envolver conhecimentos apenas do âmbito da química. Físicos, biólogos, médicos, farmacêuticos, engenheiros de processo, especialistas em materiais, para citar apenas os exemplos mais corriqueiros, são mais e mais necessários para o desenvolvimento do setor.

O setor produtivo privado é composto pelas subsidiárias de empresas multinacionais, que dominam cerca de 80% do mercado de medicamentos, e por um número considerável de empresas nacionais, de porte médio, responsáveis pelo atendimento aos 20% restantes do mercado. Até a segunda metade dos anos 80, havia um movimento crescente de produção de fármacos no país, envolvendo empresas nacionais de médio porte e algumas multinacionais. Com o processo de abertura este movimento cessou e o atendimento nacional das necessidades de fármacos passou a ser feito preferencialmente por importações como já demonstrado acima. A nova situação atende ao desejo das empresas transnacionais de otimizarem seus ganhos por meio da alocação de seus recursos produtivos segundo uma lógica interna da empresa, dissociada dos interesses dos países consumidores e hospedeiros de suas ações de produção.

Entretanto, o país possui uma base empresarial diversificada, atuante e desejosa de prosperar e progredir. São, em sua maioria, empresas de pequeno e médio portes mas que, com políticas de proteção e incentivo adequadas, poderiam facilmente dar conta de prover o país de uma base produtiva em fármacos e medicamentos capaz de lhe assegurar uma independência estratégica. Não se trata, é claro, de aspirar à autarquia. Nenhum país do mundo, nem mesmo a nação líder, é auto-suficiente em um setor dinâmico como este. Trata-se, isto sim, de ter no país uma base industrial de pesquisa e produção capaz de atender as necessidades básicas ditadas pelo quadro epidemiológico nacional e a capacitação tecnológica para acompanhar os progressos científicos gerados ao redor do mundo.

Há uma evidente vontade nos meios empresarial, de ensino e de pesquisa em química fina e medicamentos de fazer parte de um tal processo de desenvolvimento.

Medicina regenerativa: terapias celulares, bioengenharia e biomimética

Radovan Borojevic[*]

Conceitos

O conceito de bioengenharia e biomimética abrange a engenharia de complexos celulares e moleculares que podem substituir as estruturas de tecidos e órgãos, incluindo a engenharia celular e tecidual, visando a substituição terapêutica de estruturas multicelulares, teciduais ou equivalentes a órgãos. Essa parte da medicina pode ser qualificada de "medicina regenerativa", pois visa o reparo de tecidos lesados ou degenerados por substitutos funcionalmente e estruturalmente equivalentes.

A medicina regenerativa procura controlar e ampliar a capacidade natural de regeneração de tecidos. A regeneração mantém a homeostasia tecidual, substituindo continuamente as células gastas. Os tecidos altamente expostos ao estresse externo são permanentemente regenerados, como o epitélio intestinal ou cutâneo, assim como os tecidos caracterizados pela alta taxa de renovação, como as células sangüíneas. Por outro lado, o processo de regeneração pode reparar, quando necessário, os tecidos lesados por trauma, doença ou senectude. A medicina regenerativa busca criar condições operacionais para o reparo e a substituição de tecidos lesados, fornecendo elementos celulares requeridos, os fatores de proliferação e diferenciação celular que podem garantir a geração de quantidade suficiente de células novas, assim como as estruturas supramoleculares que providenciam a organização espacial plenamente funcional de novos tecidos gerados e a sua integração sistêmica. O conjunto dessas ações representa o campo de ação

[*] Radovan Borojevic é professor titular do Instituto de Ciências Biomédicas (UFRJ).

da bioengenharia, compreendendo a engenharia celular e tecidual, e a biomimética.

A importância crescente da medicina regenerativa é devida às modificações demográficas e sociais. O aumento progressivo da idade média das populações humanas, e em particular das populações urbanas, gera a necessidade de garantir cada vez mais a qualidade da vida, compatível com um custo e uma carga social aceitáveis. Estima-se que o número de habitantes de terceira idade (65-85 anos) triplicará nos próximos 50 anos, e o número de habitantes em senectude crescente (>85 anos) será multiplicado por seis. O segundo desses dois grupos consome 20 vezes mais custos da assistência médica e duas vezes mais internação hospitalar do que o primeiro. As doenças degenerativas são a causa essencial e crescente dessa carga social, causando a deterioração da qualidade de vida e aumento dos custos da assistência médica. Por outro lado, as populações jovens, vivendo em aglomerações de alta densidade, estão expostas a lesões traumáticas. Embora numericamente menos significativas, essas lesões têm um altíssimo custo social, gerando pessoas jovens debilitadas ou permanentemente incapacitadas para uma vida normal e produtiva. Em populações urbanas do Brasil, as lesões traumáticas são a primeira causa tanto da internação hospitalar quanto da morte na segunda e terceira décadas da vida dos jovens. Finalmente, o estresse da vida moderna eleva continuamente a incidência das doenças degenerativas entre as populações ainda relativamente jovens. Este é caso das doenças cárdio-vasculares, que representam atualmente a *causa mortis* de aproximadamente 1/3 das populações urbanas.

Ambas as situações exigem terapias que possam preservar, melhorar, e/ou restaurar as funções teciduais. Contrastando com a produção de fármacos, antibióticos ou vacinas, que podem ser usados indistintamente por um grande número de pacientes, a medicina regenerativa é individual, dirigida especificamente a cada um dos casos atendidos, no seu contexto particular. Trata-se, portanto, de uma medicina individualizada, cuja ação pode envolver as seguintes etapas, independentes ou associadas.

– Obtenção e manipulação *ex vivo* de células do próprio paciente, seguidas em muitos casos da sua expansão e diferenciação *in vitro*.

– Reintrodução de células no corpo do paciente, seguida da sua integração em tecidos regenerados e funcionais (terapias celulares).

– Associação de células *in vitro* com estruturas ordenadas, que serão introduzidas nas regiões lesadas, restaurando a sua organização tridimensional e a sua função (bioengenharia ou engenharia tecidual).

– Introdução de biomateriais nas regiões lesadas, propiciando *in vivo* a formação de estruturas semelhantes aos elementos de matriz extracelular e de mediadores intercelulares associados, facilitando a mobilização, expansão e integração de populações de células regenerativas internas, fomentando o reparo de lesões ou de regeneração e renovação de tecidos degenerados (biomimética).

Todos estes processos se beneficiam dos avanços espetaculares da genômica, tendo potencialmente acesso às informações moleculares necessárias para definir o perfil do paciente, as necessidades de células envolvidas nos procedimentos planejados, e controlando a interação entre as células manipuladas, os tecidos internos e os elementos estruturais extracelulares. Os conhecimentos mais amplos da área de pós-genômica são a base conceptual dessa parte de medicina, requerendo uma extensão de conhecimentos genômicos para os das organizações celulares, das interações e de funções celulares, e da função das estruturas supracelulares.

INOVAÇÃO CIENTÍFICA

Novos conceitos justificam atualmente um esforço de renovação das terapias celulares e de bioengenharia.

– Nos últimos anos, o uso potencial de células tronco-progenitoras introduziu novas perspectivas no tratamento celular de patologias teciduais. A possibilidade de cultivo de células progenitoras embrionárias (*embryonic stem cells*) humanas a partir de blastocístos obtidos por fecundação *in vitro* permitiu propor transplantes de células embrionárias totipotentes em tecidos degenerados, conseguindo uma regeneração *in situ* de populações celulares funcionais. Embora promissor em tratamento de doenças genéticas, este modelo de terapias encontra problemas sérios em medicina regenerativa de lesões teciduais degenerativas e traumáticas. Enquanto os implantes nos sítios imunologicamente privilegiados, como o cérebro, potencialmente possam usar as células alogenéicas, o uso geral de células embrionárias enfrenta o problema grave da rejeição imunológica. O transplante do núcleo

de células do receptor para ovócitos ou as células embrionárias subseqüentemente cultivadas, pode gerar clones de células geneticamente autólogas com características de células progenitoras embrionárias totipotentes (clonagem terapêutica). Entretanto, a impossibilidade de verificar a integridade estrutural e funcional do genoma dessas células torna este modelo de difícil aplicação em humanos, e seu uso amplo é pouco provável nos próximos anos.

– Uma via alternativa foi vislumbrada em estudos recentes, mostrando que o organismo adulto possui uma reserva de células tronco-progenitoras pluripotentes, utilizáveis em terapias celulares. A fonte mais ampla dessas células é aparentemente a medula óssea, cujas células-tronco mostram a capacidade de diferenciação praticamente ilimitada, incluindo a capacidade de diferenciação em uma ampla gama de células de origem mesenquimal, endodérmica e ectodérmica. Como as células da medula óssea podem ser facilmente colhidas, e potencialmente cultivadas e expandidas *ex vivo*, esse novo conceito abre amplas possibilidades de seu uso em medicina regenerativa, nos sistemas autólogos e, portanto, isentos do problema da rejeição imunológica. Além das células progenitoras medulares, vários tecidos guardam a reserva interna de células pouco diferenciadas com capacidade de regeneração. As células satélites de fibras musculares esqueléticas são um dos exemplos clássicos, assim como pericitos pericapilares. Estudos recentes mostraram que, embora engajadas em uma via, ou em um número limitado de vias de diferenciação (*committed stem cells*), essas células podem ser induzidas em transdiferenciação. Essas observações abrem uma perspectiva ilimitada para a medicina regenerativa cujos horizontes parecem ser cada dia mais amplos.

– A possibilidade da diferenciação alternativa de células progenitoras, dependente do ambiente tecidual *in situ* ou *ex vivo*, levanta uma outra questão atualmente relevante: quais os mecanismos moleculares que determinam ou induzem a diferenciação de células tronco-prognitoras em um fenótipo particular, desejado em processos de reparo de uma lesão ou de degeneração de um tecido específico. A questão envolve a noção da relação entre dois fenômenos, algo opostos e complementares, de proliferação e diferenciação celular, ambos requeridos para uma terapia regenerativa. Enquanto a proliferação é necessária para gerar a massa celular reparadora, ela deve cessar no limite de normalidade e não gerar tumores benignos ou malignos.

Neste momento a diferenciação celular deve substituí-la, com formação de tecidos funcionais. O conhecimento de fatores de crescimento e de diferenciação celular, secretados para o ambiente intercelular, e de elementos estruturais intercelulares que compõem o "ambiente tecidual", mostra cada vez mais a importância de complexos multimoleculares organizados. Essas estruturas de ordem de organização superior adquirem as propriedades novas que não representam mais o somatório das propriedades de seus elementos isolados. A complexidade dessas estruturas representa o desafio para a biomimética funcional, que deseja criar as condições adequadas para a mobilização de células pluripotentes endógenas, ou introduzidas após a amplificação e manipulação dessas células *ex vivo*.

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

A medicina regenerativa é por excelência uma atividade interdisciplinar, devendo incorporar, mais do que outras áreas, um conjunto articulado de ações abrangendo diversas áreas de conhecimento científico e tecnológico. Algumas das propostas já se encontram na fase de ensaios clínicos, estando prontas para o pleno desenvolvimento de procedimentos e transferência para o setor clínico-hospitalar, outras devem ainda propor soluções conceituais e suas aplicações em medicina regenerativa.

Os "biomateriais" abrangem todos os elementos implantados no organismo humano com fins terapêuticos. Diferenciam-se pela escala e pelos processos de produção. A escala de "nanotecnologia" desenvolve os biomateriais em escala infracelular, com atenção particular para os processos de adesão, migração e inetração celular com as estruturas tridimensionais, em particular com elementos de matriz extracelular e moléculas de adesão intercelular. A escala de "microtecnologia" inclui estudos de conjuntos celulares, determinados pelas interações célula-célula e célula matriz. O objetivo final de ambas é a "bioengenharia" de suportes acelulares ou celularizados a serem implantados no processo de regeneração. Como a organização espacial de tecidos é dinâmica, dependendo das forças mecânicas ou de comunicação intercelular química ou elétrica, estudos de mecanoreceptores celulares e de fluxo de mediadores intercelulares é a base de conhecimentos científicos requeridos. Nesta área, o Brasil possui a capacidade instalada invejável em termos de laboratórios e de recursos humanos, tanto em estudos de biologia celular, biomecânica e propriedades

físicas e químicas de biomateriais. A ciência translacional deverá ser estimulada principalmente pelos organismos públicos, visto que no Brasil a grande maioria dos grupos de excelência nesta área trabalha em universidades públicas, ou em institutos nacionais. A área industrial nesta área é incipiente. Como as grandes indústrias farmacêuticas multinacionais, que dominam a pesquisa farmacêutica no Brasil, não atuam nesta área de medicina dirigida a uma escala individual, o momento e propício para implantar produtores de biomateriais de ponta. Os investidores devem perceber que a produção nesta área não opera em grande escala, porém com um valor agregado considerável, tornando os investimentos atrativos. As relações claras de propriedade intelectual e de reciprocidade entre os grupos produtores de insumos e os usuários finais de processos e produtos, *i.e.* o setor médico, devem ser estabelecidas. O mesmo deve ser aplicado aos biomateriais da escala de "macrotecnologia" (implantes metálicos, mineralizados ou orgânicos). Embora amplamente difundidos, com um elenco de produtores internacionais usando uma política agressiva de importação no mercado brasileiro, existe ainda um amplo campo de aprimoramento dos mesmos. O campo praticamente virgem tratando da celularização seja dos implantes ou das interfaces implante-tecido, que pode garantir a sua biointegração e definir a durabilidade do implante, está aberto para inovação e implantação de novas propostas.

A "manipulação *ex vivo* de células" do paciente, a sua expansão e diferenciação induzidas *in vitro*, e o seu uso em terapias celulares também são campos de pesquisas intensas, nas quais o Brasil se destaca. Por exemplo, na área de terapias celulares em cardiologia, os maiores progressos foram obtidos nos últimos anos na Alemanha e no Brasil. Estas terapias envolvem engenharia de vias de manipulação e introdução de células no corpo humano, e a capacidade de processar individualmente as células de cada um dos pacientes. As estruturas desejadas para esta manipulação estão descritas embaixo. Por outro lado, a metodologia de expansão de células do paciente, ainda incipiente no mundo, depende da engenharia de bioreatores e o conhecimento dos controles de diferenciação celular. De novo, o Brasil possui uma competência instalada nesta área, e a sua oferta para o setor médico pode ser um objetivo realizável a curto ou médio prazos.

Com a velocidade de comunicação atual, os progressos são rápidos, e devemos evitar que as leis da propriedade intelectual protegendo as invenções registradas no estrangeiro venham nos impedir de usar as metodologias

inicialmente desenvolvidas no país. Enquanto a terapia *in corpore humano* não é patentiável no Brasil, os processos de manipulação de células, os equipamentos e compostos necessários para o seu uso em terapias o são. Uma ação vigorosa e ágil neste campo pode gerar a propriedade intelectual de alto interesse social e financeiro. Uma política agressiva de registro nacional de propriedade intelectual será necessária. O benefício indireto de bem estar das populações locais e a diminuição do custo social com a saúde serão um complemento de valor considerável.

AVALIAÇÃO DE QUANTIFICAÇÃO DE BENEFÍCIOS ESPERADOS

Como já salientado, a medicina regenerativa é individual, e freqüentemente de custo relativamente alto. A sua avaliação deve ser realizada para cada terapia, em estudos clínicos. A tradição de pesquisas clínicas não é ampla no Brasil, com algumas exceções. De custo caro, as pesquisas clínicas em farmacologia podem contar com investimentos industriais, geralmente vultosos. Em terapias celulares, elas vão provavelmente depender de investimentos públicos, atendendo à preocupação primordial de bem estar das populações e de custo social da medicina. Em patologias nas quais as opções alternativas de terapia são poucas e a evolução de pacientes homogênea e sombria, a avaliação de benefícios pode ser relativamente curta. Este é o caso *e.g.* de secção total da medula espinhal, ou de cardiopatia crônica grave sem possibilidade de angioplastia. Uma melhora de 50% de moléstia em 50% de pacientes será considerada um sucesso, e, provavelmente, não será necessário um estudo multicêntrico para propor a terapia aos pacientes. Por outro lado, uma terapia para reparo de uma lesão da cartilagem articular, ou de um infarto agudo, resultando na mesma taxa de sucesso será considerada como resultado modesto, e aprimoramentos da terapia e estudos multicêntricos serão necessários para estabelecer o seu benefício potencial. Um programa de pesquisas clínicas adequado deverá portanto ser planejado em paralelo com pesquisas científicas e tecnológicas.

ESTUDOS PRÉ-CLÍNICOS E APLICAÇÕES CLÍNICAS

Em vista de novidade de terapias celulares, bioengenharia e biomimética, da relevância potencial e do caráter individual destas terapias, várias ações integradas devem ser previstas.

Pacientes: os principais interessados nas terapias, os pacientes, devem receber informações e educação realista, esclarecendo os potenciais benefícios, as limitações, e a comparação com as terapias alternativas tradicionais em termos de resultado, custo e tempo necessários para a terapia.

Médicos: como os pacientes, os quadros clínicos devem receber a informação adequada sobre o estado de arte em terapias celulares e as possíveis aplicações em medicina regenerativa. Eles devem ser estimulados a participar intensamente em estudos clínicos e em avaliação de terapias em uso, para estabelecer a segurança e a eficiências das mesmas.

Hospitais: as instituições hospitalares públicas e privadas devem ser estimuladas a preparar as condições necessárias para oferecer as novas terapias que podem beneficiar os pacientes e diminuir o custo social das doenças degenerativas e traumáticas.

Centros de prestação de serviços: a manipulação celular *in vitro* exige uma infra-estrutura e os quadros técnicos altamente especializados. Felizmente, as células e as estruturas biomiméticas celularizadas podem ser geralmente transportadas e manipuladas em instituições extra-hospitalares. A implantação de estruturas terceirizadas que poderão atender vários hospitais em manipulação de células humanas pode ser uma solução econômica e operacional, mais interessante do que a implantação das unidades específicas em numerosos hospitais. Visto que a evolução das metodologias será muito rápida, exigindo uma atualização e inovação tecnológica contínuas, será importante que essas estruturas sejam associadas com universidades, centros de pesquisa ou parques tecnológicos interdisciplinares.

Financiamento: a preocupação com custo-benefício envolve tanto o financiamento da saúde pública quanto às intuições privadas. Uma terapia de alto custo (freqüente no caso de terapias celulares) pode ter a relação favorável com o benefício, na medida em que propõe as soluções terapêuticas definitivas, evitando os custos de terapias futuras, a incapacidade produtiva ou dependência de auxílio na vida quotidiana dos pacientes. O benefício social global e a diminuição do sofrimento do paciente são elementos adicionais para avaliar a relação custo-benefício.

As agências reguladoras: o falta de regulamentação rigorosa, porém eficiente, é um dos problemas principais neste campo novo e dinâmico de

medicina com mudanças e invenções novas freqüentes. Um esforço intenso dos organismos competentes deve estabelecer as regras claras, em temo hábil, sem impedir a inovação e a introdução ampla de novas terapias.

Interação com o setor produtivo: o fluxo seguro e realista das informações deve ser garantido entre as instituições de pesquisa e desenvolvimento e o setor industrial encarregado da produção dos biometriais. A visão clara das situações nas quais as novas terapias poderão ser aplicadas é importante. O produtor deve poder avaliar claramente os custos de desenvolvimento e implantação das terapias, custos operacionais, aceitação do pagamento das mesmas pelos particulares, planos de saúde ou o Sistema Único de Saúde. Para garantir este fluxo de informação, deverá ser estimulada a parceria entre os grupos de pesquisa e desenvolvimento, estudos pré-clínicos e clínicos, e o setor produtivo. Finalmente, este setor deverá ser estimulado a oferecer ensino e formação de médicos e de bio-médicos que serão envolvidos nas terapias a serem implantadas.

Conclusão

O campo de medicina regenerativa representa uma área estratégica, a ser protegida e desenvolvida prioritariamente em função da sua relevância para a saúde pública e o bem-estar, principalmente das populações urbanas. O seu reflexo na diminuição do custo social de saúde será considerável. O caráter individual destas terapias requer a implantação de uma rede de centros de difusão e aplicação de tecnologia biomédica, paralelo ou associado com a rede hospitalar. A criação de uma massa crítica de recursos humanos será necessária. A tecnologia está ao alcance do nível científico e tecnológico no país. Não necessitando de investimentos iniciais vultosos, uma ação articulada poderá gerar empresas, ou redes de empresas, que alcançarão o sucesso empresarial e poderão gerar um patrimônio de propriedade intelectual valorizado.

Biotecnologia do século XXI

Eloi Garcia[*]

Nos últimos anos fatos de enormes proporções refletiram na biotecnologia e vêm transformando nossas vidas de uma maneira nunca imaginada. Estes fatos se relacionam à biologia molecular, genomas, proteomas, manipulação genética e ciência computacional, áreas básicas da biotecnologia moderna.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) reuniu em Genebra, no mês de maio de 2004, em sessão plenária, todos os 192 países associados. Uma das decisões tomada pela assembléia mundial foi de como o setor saúde se beneficiará pela enorme revolução que ocorrida na genômica e proteômica, células-tronco e transplantes. As investigações foram facilitadas com a divulgação da seqüência do genoma humano bem como de muitos agentes patogênicos (incluindo a malária, cólera, doenças diarréicas, tuberculose, aids e hanseníase) e de agentes de doenças (como o mosquito Anofeles, o protozoário *Trypanosoma cruzi* é o verme responsável pela esquistossomose).

O genoma é a seqüência completa do DNA de um organismo. Possuindo um tamanho variável dependendo do organismo considerado, o genoma representa a unidade de hereditariedade. Entre os objetivos do projeto genoma humano (PGH) estava a identificação de aproximadamente 22 mil genes e as seqüências dos pares de base, além de tornar os dados acessíveis gratuitamente para pesquisas. O PGH é uma extraordinária fonte de informação sobre o desenvolvimento científico da bioquímica, fisiologia e evolução das espécies existentes no planeta.

[*] Eloi Garcia é pesquisador titular do Instituto Oswaldo Cruz.

O DNA carrega os códigos para síntese das proteínas. O proteoma representa o conjunto das proteínas que compõe um organismo vivo. Este tema de investigação pretende catalogar e caracterizar as proteínas derivadas do código genético, comparar as variações dos níveis de expressão em diferentes condições, estudar suas interações e identificar suas funções na célula. A natureza e estrutura das proteínas contribuem para a dificuldade da proteômica, fazendo com que ela seja um desafio maior do que da genômica.

Além disto, a estrutura da proteína pode se modificar. Uma simples proteína pode ser expressa e se estruturar de maneira diferente dependendo do local de síntese em um organismo ou de seu estágio de desenvolvimento. Trabalhar com proteínas é muito mais difícil do que com ácidos nucléicos. As proteínas não podem ser amplificadas e são mais raras de serem encontradas. Além disto, as proteínas freqüentemente desnaturam durante os experimentos, o que leva a pequenas ou grandes mudanças estruturais em nível terciário e quaternário.

A genômica e proteômica causaram modificações dramáticas na atividade científica. Por exemplo, a implementação de processos eficientes para culturas de células, regeneração de tecidos e fertilização *in vitro* de animais podem ser realizadas devido à disponibilidade de protocolos estabelecidos para utilização da ferramenta molecular (enzimas de restrição, sistemas vetores de DNA, elementos transposomais, promotores, marcadores genéticos, genes clonados, etc) pela inserção precisa e rápida de genes úteis em plantas, animais e microorganismos.

Calcula-se que o ser humano, entre proteínas funcionais (enzimas, hormônios, etc) e estruturais (componentes de membranas, organelas, etc) possua de quatro a seis vezes mais proteínas do que o número de genes. Assim, as informações contidas nas seqüências de DNA, no entanto, não revelam suas funções celulares. A transformação dessas seqüências em informações úteis é uma tarefa cientifica enorme.

A maioria dos medicamentos desenvolvidos tem como alvo a ação funcional e/ou estrutural das proteínas. Estima-se que qualquer proteína codificada por um único gene possa ter inúmeros tipos de variações, que podem ser produzidas por diferentes maneiras: erros resultantes de mutação genética e modificações pós-transcrição e pós-tradução, por exemplos. As

vias metabólicas nas quais moléculas de RNAs e proteínas agem e interagem, podem elucidar as bases genéticas das doenças humanas e seus tratamentos. As oportunidades e desafios na utilização destas informações fornecem novos conhecimentos que podem ser convertidos em inovações significantes em termos comerciais.

Cada vez mais aparecem evidências de que a compreensão da genômica e proteômica dos microorganismos e seus vetores facilitam a prevenção e o tratamento da doença. Um destes casos foi à divulgação do genoma de três organismos envolvidos em uma enfermidade: o parasita, o mosquito e o ser humano. Este é o caso da malária onde o Plasmódio possui cerca de 5.300 genes distribuídos em 24 milhões de pares de base química do DNA; o mosquito aproximadamente 14.000 genes em 278 milhões de pares de base.

Talvez, a melhor maneira de olhar uma doença é que ela seja causada por fatores ambientais e genéticos. De qualquer maneira, não resta dúvida de que vários aspectos da saúde ou da doença humana são definidos pelo DNA. Conhecendo a seqüência genética do hospedeiro e do microorganismo causador da patologia será possível estudar os vários genes envolvidos na doença, as proteínas codificadas por estes genes e como estas moléculas atuam numa patologia.

Estas informações poderão gerar diagnósticos mais sensíveis e específicos, medicamentos com menores reações colaterais e novas vacinas. Os testes genéticos serão usados para diagnosticar, dar informações do prognóstico, evolução ou estimar o risco de uma doença futura, em indivíduos saudáveis ou em suas proles. Por exemplo, mutações no gene PIK3CA são encontradas em diversos tipos de câncer. Este gene e outros de sua família fornecem as instruções genéticas para a síntese de enzimas chamadas de lipídeo-quinases, que modificam moléculas de gorduras. Os dados abrem oportunidades para desenvolvimento de terapias especificas que podem ser úteis para tratamento de câncer que tenham mutação neste gene.

Um outro exemplo é a esperança de cura para a diabete tipo 1. Normalmente, esta doença é devido a uma combinação entre o ambiente e fatores genéticos. No entanto, pessoas que não possuem o gene Sumo-4, que regula o sistema imunológico, também possuem diabete tipo 1 por destruição das células produtoras de insulina no pâncreas. Foi demonstrado,

por outro lado, que células-tronco humanas ativam certos genes que têm uma função importante no pâncreas. Os genes da insulina e glucagon normalmente ativados nas ilhotas pancreáticas, também foram ativados em células-tronco. O próximo passo será recriar nas células-tronco as condições que produzem insulina e glucagon em resposta ao nível de glicose no sangue.

O conhecimento sobre os genes envolvidos em uma doença e a via metabólica ou o local de ação de um medicamento, leva a descoberta de centenas de novas possibilidades de alvos para uma droga. Utilizando-se desta estratégia, medicamentos também têm sido testados em certos vários tipos de câncer, lupus, hepatite C, deficiência de hormônio do crescimento, úlceras venosas crônicas, imunodeficiências, doenças cardiovasculares e osteoporoses, entre outras.

Pelo uso da genômica e proteômica pode-se produzir insulina humana em animais para tratamento da diabete, ativador de plasminogênio para dissolver coágulos sangüíneos, fator VIII utilizado nos hemofílicos para formação do coágulo, estreptoquinase e uroquinase para dissolver coágulos, fatores de crescimento para epiderme, nervos, células musculares, transplantes de pele, ossos e vasos sangüíneos, entre outras. Estas tecnologias também são utilizadas para controle da poluição ambiental pelo tratamento de lixos, poluidores como o petróleo, DDT, dioxina, PCBs e outros químicos envenenadores da natureza, com microorganismos (bactéria e fungo) engenheirados.

As investigações sistemáticas e compreensivas da genômica e proteômica de diferentes microrganismos, animais e vegetais levarão a novos enfoques entender a biologia nos próximos anos. No Brasil já existe uma massa crítica altamente especializada em ciências biológicas e nas tecnologias da informática aplicada à biologia. É preciso estimular a interação de grupos que trabalham em genômica e proteômica com os que estão criando ferramentas para acelerar o desenvolvimento de novas drogas.

Apesar desta promessa ser amplamente divulgada é ainda precipitado assumir que a genômica médica tornará rapidamente uma realidade. O conhecimento sobre genes e doenças ainda é muito pequeno para predizer o risco de um paciente desenvolver ou não uma doença. Durante algumas décadas, a pesquisa médica identificou 1.500 doenças (chamadas

mendelianas), nas quais uma mutação em um único gene prediz o risco de ma pessoa desenvolver a doença.

No entanto, a maioria das doenças é dependente de mais de um gene, ou seja, é poligênica, e isto complica em muito a utilização da genômica na área médica. É verdade que pessoas portadoras dos genes BRCA1 e BRCA2 têm riscos de desenvolver câncer de mama e aquelas com o gene FAP podem ter câncer colo-retal. Mas estes representam somente a minoria dos casos de cânceres.

Entre as tecnologias atuais para produção de vacinas destacamos a vacina viva viral (e bacteriana) atenuada, que mimetiza a infecção natural e induz repostas humoral e celular, e a vacina de vírus (e bactéria) inativado, que revolucionou o controle de doenças infecciosas no século XX e, certamente, será uma tecnologia importante neste novo século. Vacinas baseadas em proteínas, peptídeos, polissacarídeos e até vacinas de DNA estão sendo desenvolvidas.

As prováveis novas vacinas imunizarão contra citomegavírus, aids, doenças meningocócicas, Alzheimer, abuso de drogas, HPV, peste, certos tipos de câncer, Escherichia coli, doença de lime, hepatites, clamídia, helicobacter, tuberculose, febre amarela, dengue, malária, resfriado comum, influenza, entre outras doenças. Novas formas de aplicação de medicamentos estão sendo testadas.

Numa projeção mais ousada, a terapia do futuro poderá reconstruir lesões, tecidos doentes, deficiências fisiológicas, estimulando o organismo a reconstruir a si próprio. Plantas serão transformadas geneticamente para expressar princípios ativos específicos. Por exemplo, vegetais transgênicos já produzem vacinas contra tétano, difteria, hepatite B e cólera. Ovelhas já produzem leite com anticorpos e proteínas humanas que combatem doenças, principalmente associadas a deficiências na coagulação sangüínea. Insetos transgênicos poderão se tornar vacinadores naturais, verdadeiras seringas voadoras, pois em suas salivas estarão presentes antígenos contra inúmeras doenças.

Um dos próximos passos será o domínio tecnológico que dará um novo enfoque para a área dos imunobiológicos, a vacinologia reversa. Utilizando o conhecimento disponível, estão sendo desvendadas seqüências

de genes de microorganismos patogênicos para desenvolverem moléculas que são candidatas potenciais a novas vacinas. Um belo exemplo da utilização desta tecnologia está no rápido seqüenciamento do genoma do vírus causador da síndrome respiratória aguda (Sars) e na velocidade que esta informação genômica forneceu moléculas para desenvolvimento da vacina contra esta doença.

O desenvolvimento convencional das vacinas leva em conta que os microorganismos são cultivados no laboratório, para obtenção de proteínas ou outras moléculas que estimulem o sistema imunológico a produzir anticorpos. É um trabalho longo e demorado, mesmo sem ainda levar em conta que alguns agentes patogênicos não se desenvolvem em culturas. Para acelerar este processo, os pesquisadores já estão se preparando para o domínio da genômica-reversa. Mas, o que vem a ser esta tecnologia? Sabe-se que as vacinas apresentam, ao sistema imunológico do indivíduo, moléculas que informam que o organismo precisa se defender contra a invasão real de um agente infeccioso.

Recentemente, foram divulgados os estudos de genomas de 150 bactérias e 1.600 vírus que estão sendo seqüenciados e disponibilizados para a comunidade científica. Nos bancos de dados destes genomas podem-se encontrar genes de proteínas interessantes, que são expressas na superfície destes microorganismos. Estes genes podem ser inseridos em bactérias, por exemplo, na Escherichia coli. Estas bactérias transgênicas, além de suas proteínas, produzirão as moléculas baseadas nas instruções genéticas dos genes inseridos. Após serem isoladas, as proteínas escolhidas poderão ser testadas em animais. Esta é a vacinologia-reversa, que pode realizar em poucos meses testes que, pela metodologia convencional, poderiam demorar mais de 30 anos.

Uma das áreas mais importantes para o processo de inovação de fármacos e vacinas é a bioinformática, ou seja, a integração da biologia, ciência da computação e a tecnologia da informação. Os avanços significativos dependem da área de aplicação e integração com bases de dados, simulação, modelagem molecular, desenho de novas drogas, entre outras. A bioinformática é fundamental para o desenvolvimento da indústria de medicamentos e vacinas por diminuir significativamente o custo da inovação de um produto.

Numa visão de futuro, com estes supercomputadores gastaríamos somente algumas poucas horas para resolver problemas genômicos e proteômicos complexos, que necessitariam de anos de estudos em laboratórios caríssimos, planejados para ter uma segurança biológica impecável contra agentes patogênicos e outros micróbios perigosos.

Estudando genomas e proteomas de patogênicos múltiplos, observando as similaridades ou "homologias" entre as proteínas expressas na superfície de várias espécies de microorganismos e o tempo evolucionário, pode-se escolher ou prever com maior segurança quais são os genes e as proteínas candidatas prováveis à vacina. Com este conhecimento será possível desenvolver um vacina totalmente sintética

A rede brasileira de laboratórios vinculados a genômica, proteômica e bioinformática está distribuída por todo o país. O mercado mundial de desenvolvimento de novos medicamentos pelo uso destas tecnologias é de US$ 25 bilhões, crescendo a uma base de 15% ao ano. Em um planeta onde se patenteia tudo, apesar do custo proibitivo da descoberta e desenvolvimento de um novo produto, uma droga nova no mercado rende muito mais. A genômica, proteômica e bioinformática são bases da fundação de uma nova pesquisa biomédica voltada a indústria. O Brasil possui uma comunidade científica competente nesta área e pode fazer a diferença nesta nova era se houver estímulo para a cooperação público/privado eficiente.

Tecnologia audiovisual eletrônica: educação, cultura e entretenimento

Roberto Bartholo[*]

1. Para termos uma aproximação da janela de oportunidade que o Brasil ainda não consegue acessar, basta fazermos referência ao artigo de Rishi Kumar (*Entertainment industry yet to gear up for digital era,* em <http://www.thehindubusinessline.com/2005/01/14>). Ali se analisa a situação atual da indústria indiana do entretenimento, hoje estimada como movendo negócios da ordem de US$ 4 bilhões e apresentando uma taxa de crescimento que permite projetar uma expectativa de dobrar tal cifra nos próximos quatro anos.

2. A indústria do entretenimento é um dos maiores setores da economia norte-americana e cresce rapidamente de modo a se constituir num dos maiores setores da economia global. Em edição revisada de seu livro *Entertainment Industry Economics* (Cambridge, 2001) (Harold L. Vogel) analisa os negócios das maiores empresas mundiais de entretenimento no cinema, televisão, música, rádio, jogos, esportes, editoração, artes, parques temáticos e brinquedos, incluindo um capítulo especificamente dedicado à internet e seu papel como agente de transformações. O trabalho é uma referência básica na compreensão do papel estratégico do setor na chamada "nova economia".

3. Michael J. Wolf é um dos mais renomados estrategistas empresariais norte-americanos. Em seu livro *The Entertainment Economy* (Crown Business; 1999) busca demonstrar como a mídia e o entretenimento se tornaram os vetores do dinamismo da contemporânea economia globalizada. Trabalhando como consultor de empresas como MTV, Paramount, Viacom, Newscorp, Hearst,

[*] Roberto Bartholo é professor do Programa de Engenharia de Produção da Coppe/UFRJ.

NBC, Universal, News Corporation, Bertelsmann e a NBA, Wolf é uma referência em meio aos *insiders* do mundo empresarial. Sua perspectiva pode ser resumida num lema que diferencia o século XXI do século XX: se durante o século XX era válido que "*there is no business like show business*", no século XXI a questão se transforma em "*there is no business without show business*". Para Wolf: "... *we have come to expect that we will be entertained all the time*, (...) *Products and brands that deliver on this expectation are succeeding. Products that do not will disappear.*" E essa tendência é potencializada pela internet, uma vez que dentro desse novo espaço relacional nenhuma empresa está imune do impacto do entretenimento, pois no campo do *e-business* não se trata apenas de disponibilizar suprimentos *on-line,* é imperativo também ofertar "*entertainment content*" para se assegurar o predomínio nos mercados.

4. O pragmatismo empresarial de Wolf encontra interessante contrapartida e convergência nas teses de cunho mais filosófico de Robert Winter sobre a *Imagic Economy*, (em veiculadas em maio de 2002 no *site* da *internet* <http://www.notesinbottle.com/imagic.htm>, que se propõe a disponibilizar aos leitores artigos que não se encontram na *regular business press*. Tais teses podem ser sumariadas na proposição: *"as the power of images grows, the distinction between economics and entertainment blurs"*. Apresentamos, no Anexo 1, um longa mas significativa citação desse texto.

5. Como uma aproximação ao dinamismo da contemporânea indústria do entretenimento, faremos breve referência aos jogos de computador. Ao final dos anos 1980, com um mercado praticamente inundado com *softwares* imitativos de quase todos os tipos, a indústria começa ser estabilizada e racionalizada seguindo linhas análogas da indústria fonográfica e editorial. Foi por volta de 1986 que a empresa de base japonesa Nintendo introduziu um dispositivo mais, sofisticado do ponto de vista tecnológico e ergonômico. Com um mais estreito controle do desenvolvimento do *software* e do *marketing*, a Nintendo pôde capturar uma imensa fatia de mercado (cerca de 80 %), só vindo a fazer face a concorrentes importantes no início da década de 1990. Nesse período, os lucros operacionais da Nintendo montavam a mais de um bilhão de dólares – um valor que superava em 1991 os lucros somados de todos os maiores estúdios de Hollywood. Nos anos 1990 a indústria de jogos de computador rapidamente passou a operar dentro de padrões que utilizam plataformas computacionais mais e mais potentes, possibilitando a introdução massiva de jogos *multi-player*, distribuídos tanto por cabos

eletrônicos ou telefonia, como também sem fio, ou ainda por meio de CD-Roms e DVDs a preço baixo. Os jogos de computador logo incorporam a tecnologia *full-motion* vídeo, transformando-se de fato em filmes interativos.

6. É fato bastante conhecido que os lucros da indústria do entretenimento podem apresentar em casos de sucesso uma extraordinária dinâmica. Assim, para o produtor um *hit game* (tal como um filme ou disco de sucesso) pode gerar lucros notáveis, principalmente na comercialização de versões domésticas, onde o retorno pode ser muito maior que em máquinas operadas por moedas. No final dos anos 1990, jogos da Nintendo como *GoldenEye* ou *Legend of Zelda* geraram receitas brutas domésticas superiores a US$ 200 milhões (para um custo de produção e desenvolvimento não superior a US$ 6 milhões para cada jogo). Um retorno significativamente maior que o observável no caso dos filmes, onde os custos de produção de empreendimentos capazes de gerar receitas brutas análogas, é, nos casos típicos, muito mais elevado.

7. A indústria do entretenimento no mundo contemporâneo traz implicações tão profundas para a organização da cultura que muitos identificam que vivemos uma época de radicais rupturas. A memória, conservação e atualização da história e do meio ambiente são elementos fundamentais da organização da cultura. As instituições que tradicionalmente desempenham tais funções são diretamente afetadas pela moderna indústria do entretenimento. Um aspecto importante nesse contexto é que tendem a ser superada a até aqui prevalecente diferenciação entre dispositivos pedagógicos e dispositivos de entretenimento na organização da cultura. O entretenimento se constitui em fonte essencial de novo saber e formação educacional, o que se expressa no neologismo inglês *edutainment,* fusão de *education* e *entertainment*.

8. O teórico italiano Giuseppe Costa, em artigo disponibilizado na internet em 2004 (*Edutainement*, *il 'gioco dell'apprendimento'. Sarà il business del futuro?,* em <http://www.civita.it/portale/Annuario/2004pag07.asp>) coloca uma questão das mais pertinentes, ao apontar que a importância pedagógica do jogo não deve ser subestimada. Costa destaca que por meio do jogo e do divertimento a criança se exprime, conhece, relaciona, pois "... *il gioco é una forma di esplorazione mentale che sollecita la creatività, la riflessione e il pensiero*".

9. A esse papel estratégico na formação da cultura se associa um imenso mercado: o mercado do divertimento educativo. Outro teórico italiano, Pietro Valentino, ressalta esse aspecto em artigo disponibilizado na internet em 2004, (*La rilevanza strategica dell'edutainment* em <http://www.civita.it/portale/Annuario/2004pag18.asp>). Nele Valentino destaca que "... *i prodotti dell' edutainment, e di quello culturale in particolare, possono, perciò, essere considerati come un sotto insieme, non marginale, dei prodotti dell' e-learning che è, in genere inteso non solo come un sistema di formazione/istruzione a distanza, ma come un settore che si caratterizza per far ricorso a strumenti didattici/formativi che utilizzano simulazioni, visualizzazioni, reti interattive di docenti/discenti ed altro ancora"*.

10. *O edutainment* é um modo de aprendizagem complementar ao tradicional que abre novas perspectivas para a organização da cultura, tanto científica e tecnológica como artística, propiciando a emergência de novos horizontes profissionais. Muitos identificam-no como um dos elementos mais característicos do setor designado como *e-learning*. Tendo em mente esta estreita relação, Pietro Valentino destaca no artigo anteriormente referido a sua importância econômica, apontando que "... *le stime del fatturato (o del valore aggiunto) di questo settore sono difficili e le previsioni di sviluppo spesso di scarso significato. Ma, sulla base delle stime fornite da differenti società di consulenza, si può valutare che, nel 2002, il fatturato complessivo del settore oscilli tra i 5 ed i 7 miliardi circa di euro. Questo valore comprende quello dei software sia utilizzati nei differenti processi di apprendimento (cultura, medicina, ingegneria, ambiente, ecc.) sia utilizzati dalle imprese che fanno un diffuso ricorso alla tecnologia dell'informazione a sostegno dei loro processi formativi"*.

11. As motivações que embasam as políticas do setor nos países industrializados não são apenas de natureza econômica. O desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias para atividades didáticas e de aprendizagem ganha centralidade também em razão de sua contribuição relevante para melhorar a qualidade de processos de formação e difusão de conhecimento, principalmente dos mais jovens, elemento fundamental para assegurar a competitividade empresarial em nível internacional na economia globalizada contemporânea.

12. Como aponta Pietro Valentino, nos Estados Unidos essa questão estratégica tem alta prioridade. Isso é corroborado pelo relatório da agência federal, *Technology Administration* (ver *Visions 2020, Transforming Education*

and Training Through Advanced Technologies, september 2002, em <www.technology.gov/reports/>). Com o objetivo declarado de maximizar a contribuição da tecnologia ao desenvolvimento econômico dos Estados Unidos, nele é destacada a característica distintiva dos processos e produtos do *edutainment* de disseminar os resultados da pesquisa, fazendo mais estreita a relação entre os setores público e privado nela envolvidos. Pietro Valentino enfatiza que, visando aprimorar a aplicação de novas tecnologias no setor didático/formativo, a *Technology Administration "... organizza frequenti summit con la partecipazione dei centri di ricerca, delle università e delle imprese per: definire le strategie di intervento; individuare priorità condivise per le attività di ricerca e sviluppo; rendere coerenti, con queste priorità, gli investimenti settoriali sia pubblici che privati; identificare potenzialità o vincoli allo sviluppo delle tecnologie; integrare meglio le attività di ricercatori, imprenditori e docenti"*. É assim que a integração da *"... attività di ricerca portate avanti da soggetti differenti e loro disseminazione per realizzare nuovi prodotti sono i capisaldi della strategia di potenziamento del settore dell' edutainment e, più in generale di quello dell' e-learning, portate avanti negli USA"*.

13. Mas essa não é uma tendência que se restrinja ao caso dos EUA. Como é geralmente conhecido, também no Japão o emergente setor do *edutainement* ganha atenção maior, principalmente no âmbito dos *corporate training programs*, desenvolvidos no nível das empresas. Caso menos conhecido é o da Austrália, onde a indústria desempenha papel relevante e crescente no *e-learning* (ver John Eklund, Margaret Kay, Helen M. Lynch, *E-learning: emerging issues and key trends. A discussion paper*, Australian National Training Authority, 2003). E também no caso da União Européia, a reunião dos chefes de estado realizado em Lisboa em março de 2000 colocou objetivos bastante ambiciosos nesse setor, visando se tornar, em apenas uma década, a economia fundada no conhecimento mais competitiva em nível mundial (ver *Commission of The European Communities*, *e-Learning: Designing Tomorrow's Education. A Mid-Term Report, Commission Staff Working Paper*, 2003, e também a decisão nº 2.318/2003/CE do Parlamento Europeu e do Conselho que prevê a aplicação de • 44 milhões no período 2004-2006 em projetos destinados à alfabetização digital ou à criação de redes supranacionais).

14. A realização de objetivo tão ambicioso como o colocado pela União Européia implica priorizar o sistema formativo e educacional com ampla e profunda aplicação das modernas tecnologias da informação. Mas é preciso reconhecer que muitos países da União Européia apresentam atrasos em

suas infra-estruturas e redes, e a maior parte dos recursos ali alocados terminará tendo que ser destinada a investimentos em *hardware*. E Pietro Valentino alerta que isso restringe as possibilidades de investimentos em criação experimentação e difusão de *softwares,* trazendo consigo o risco de que "... *alla fine del decennio, la distanza tra l'Europa e gli altri paesi economicamente sviluppati invece di ridursi, tenda ad aumentare per cui gli ambiziosi obiettivi di "supremazia mondiale" nel settore dell' e-learning siano soltanto una "chimera"*. Por outro lado, os países melhor infra-estruturados da União Européia introduzem significativas estratégias para o desenvolviemnto do setor. Esse é o caso exemplar da Grã-Bretanha que em sua estratégia de desenvolvimento atribui grande peso ao papel das tecnologias da informação e ao *learning power* dos museus (ver DfEE/DCMS, *The Learning Power of Museums: A Vision for Museum Education,* <www.dfes.gov.uk/museum/>).

15. Considerando todo o anteriormente exposto, apresentamos uma proposta de formulação de um programa mobilizador com a meta de que o Brasil realize avanços no campo da tecnologia áudio-visual eletrônica incorporando novos padrões de organização da cultura e realizando novas potencialidades de geração de riqueza econômica. Esse programa mobilizador deve ser implementado ao longo das seguintes linhas de ação:

a. formação de recursos humanos na área estratégica de artes, engenharia e gestão do entretenimento mediado por tecnologia áudio-visual eletrônica;

b. implantação de pólos de produção cultural apoiada em tecnologia audiovisual eletrônica, visando promover o estabelecimento de arranjos produtivos locais de alta densidade tecnológica;

c. internalização do uso de técnicas de aprendizagem a distância mediada por computador (e apoiada em recursos da internet em particular) para todos os níveis da formação educacional.

16. Com respeito à linha de ação mencionada em 12.a. devem ser observadas as seguintes diretrizes :

a. a formação do pessoal qualificado será apoiada por um programa especial integrador de ações desenvolvidas no âmbito do MEC (Capes, Sesu e Sentec), MCT (CNPq e Finep), MinC e do chamado Sistema S (Senai, Senac) mediante a implantação de um grupo executivo, instituído para esse fim;

b. o programa especial contará com recursos do MEC, do MCT, do MinC e do Sistema S, além de contar com um aporte suplementar de recursos oriundos do Fundo Setorial de Telecomunicações;

c. a formação de pessoal qualificado será objeto de editais públicos, que fixarão o perfil (quantitativo e qualitativo) da demanda, com base em estudos prospectivos realizados pelo grupo executivo mencionado em 13.a.;

d. as instituições vencedoras da concorrência pública comprometem-se a formar os recursos humanos especificados (em quantidade e qualidade) no prazo determinado em edital. O processo de formação desse pessoal tanto em nível técnico-profissionalizante como acadêmico será sujeito a avaliação pelo MEC (com consulta a representantes do MCT e do Sistema S). A formação nos níveis diferenciados se dará segundo o caso em questão nos Cefets, em cursos profissionalizantes do Sistema S ou nas universidades (incluindo-se aqui a oferta de mestrados profissionalizantes com conteúdo formativo especificado). Os editais estimularão a formação de consórcios, de modo que as atividades de formação de pessoal posam integrar uma rede de instituições. O injustificado não cumprimento de quesitos fixados no edital implica suspensão do fomento de recursos e sanções fixadas em contrato, inclusive o descredenciamento dos cursos em questão.

17. Com respeito à linha de ação mencionada em 12.b. devem ser observadas as seguintes diretrizes:

a. a implantação dos pólos de produção cultural será apoiada por um programa especial integrador de ações desenvolvidas no âmbito dos ministérios do Planejamento, Desenvolvimento Indústria e Comércio, Cultura e Ciência e Tecnologia, bem como de governos estaduais e prefeituras;

b. em sua fase inicial o programa priorizará a implantação de um pólo nacional (que propomos seja localizado na cidade do Rio de Janeiro). Na segunda fase serão implantados três pólos regionalizados (que propomos sejam localizados nas cidades de Belém, Recife e Porto Alegre).

c. os pólos serão apoiados com recursos financeiros do BNDES e da Finep, contando os empreendimentos constitutivos de seus arranjos produtivos locais com possibilidades de investimento associadas à formação de parcerias público-privadas e o apoio da ABDI, recém-criada pela Lei de Inovação.

18. Com respeito à linha de ação mencionada em 12.c. devem ser observadas as seguintes diretrizes:

a. a questão decisiva nesse contexto é o marco regulatório do credenciamento (e avaliação) de cursos reconhecidos pelo MEC. Será necessário superar a atual dicotomia entre cursos ditos presenciais e cursos ditos a distância. E também rever os preconceitos e desqualificações que identificam o chamado ensino a distância como uma formação de segunda classe. O instrumento pedagógico sobre o qual um curso se apóie não pode bastar de por si para qualificar (ou desqualificar) o curso em questão. Mas certamente um bom curso que se apóie sobre os recursos da tecnologia áudio-visual eletrônica pode ter efeito e abrangência muito significativos num país de dimensões continentais e grandes desigualdades como o Brasil. Apenas como exemplo: a sala de aula virtual não apenas pode integrar consórcios de aprendizagem diminuindo assimetrias de desenvolvimento, ela pode redesenhar o escopo das atividades ditas de extensão universitária, integrando pesquisa acadêmica e intervenção produtiva em nível de chão de fábrica.

b. a internalização em todos os níveis da formação educacional brasileira do uso de técnicas de aprendizagem a distância mediada por computador (e apoiada em recursos da internet em particular) é uma tarefa que tem (pelas razões expostas em 15.a.) no MEC um protagonista fundamental. Mas a questão não se restringe a uma adequação do marco regulador. Ela tem importante dimensão material, uma vez que demanda investimentos significativos. No âmbito do ensino fundamental o MEC deverá encaminhar parcerias com governos estaduais e municipais com esse fim. No âmbito dos ensinos médio, técnico e superior, as parcerias público-privadas (e particularmente ações integradas em parceria com o Sistema S) devem ser priorizadas.

ANEXO 1

TRECHO DE TEXTO DE ROBERT WINTER SOBRE A *IMAGIC ECONOMY*

"... about 10 years ago, when I worked in the South Bay area of Los Angeles, I was struck by an odd juxtaposition in the businesses I drove past on my way to work. The overwhelming majority of the companies were aerospace and defense, but in the middle of everything was Mattel Toys. "What an economy," I thought. "Death and diversion." Then I realized that when all the movie studios and other entertainment companies in Southern California were factored in, this was an apt description for the metropolitan area at large.

In the intervening years, a lot of the "death industry" has been removed from our mix, with sustained and often wrenching contractions in the area's defense industries. A number of other industries have also faded away, such as financial services, leaving the nation's most populous state without a single major bank of its own.

Entertainment, though, is going stronger than ever. Burbank may have lost Lockheed, but it has gained a number of new entertainment-industry campuses and expansions. The net result is that these days, if you want to work in a large and secure industry with an expanding job base, you can't do much better than a movie studio or other entertainment corporation.

Our drift toward an imagic economy here in Southern California is thus hard not to notice.

(...)

Take a look at what America exports to the rest of the world. In no area is our global stature more unchallenged than in entertainment and pop culture. We dominate the world with images of one kind or another: Lion Kings and Terminators and R2D2s, Britneys and Garths and Eminems, not to mention their associated baggy pants and turned-around baseball caps and so forth.

The imagic economy also has a substantial grip on more traditional businesses. To give just one small example, the licensing and merchandising of characters from animated movies has made major inroads into the marketing of children's pajamas and lunch boxes and a host of other youth-oriented products.

(...)

Nike shoes are also representative of another widespread trend, in which purportedly American products are actually made somewhere else in the world, and all that's really handled in this country is the marketing and branding – i.e., the imagic components.

In fact, the most prestigious knowledge leaders in business are all quick to point out that in today's environment, the most important asset any business can have is a brand. This speaks volumes about the nature of the contemporary economic milieu. What counts most is no longer anything tangible, like an oil well or a mine or a bulldozer or even an entire state-of-the-art automotive assembly plant. The most significant form of economic value today is an imagic item.

(...)

For an American, what's especially disturbing is the difficulty of finding an area in which we lead the world these days that is not ultimately imagic in nature.

(...)

America has become so caught up in the imagic economy that it can be disturbing to contemplate what might happen if economics were to return to a more substantive basis".

Conhecimento da base física brasileira

Celso José Monteiro Filho
Luiz Carlos Torres
Paulo Márcio Leal de Meneses
Moema J.C. Augusto
César Cajueiro Pimenta
Paulo César Trino
Sidney Gonzáles
Cleverson Guizan Silva
Sérgio Luiz Fontes

Propõe-se a implantação de um grande programa mobilizador para aumentar o conhecimento da base física brasileira. Definimos como base física a cartografia, o conhecimento geológico, geomorfológico e geofísico e o conhecimento do solo. Trata-se de um programa essencial, imperioso, que ao gerar bases cartográficas precisas e ampliar o conhecimento de vários temas dessa base física, tem importância fundamental no desenvolvimento econômico, na ocupação do território, na preservação ambiental, na soberania do país. O programa mobilizador para o conhecimento da base física brasileira é constituído de três subprogramas: Subprograma Nacional de Cartografia, Subprograma Nacional de Geologia e Geofísica e Subprograma Nacional de Estudos de Solos. São descritos a seguir a situação atual e vários aspectos a serem considerados nesses Subprogramas.

Celso José Monteiro Filho é do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
Luiz Carlos Torres é do CHM.
Paulo Márcio Leal de Meneses é da Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC).
Moema J. C. Augusto é do IBGE.
César Cajueiro Pimenta é do CHM.
Paulo César Trino é da SBC.
Sidney Gonzáles é do IBGE.
Cleverson Guizan Silva é da Universidade Federal Fluminense (UFF).
Sérgio Luiz Fontes é do Observatório Nacional (ON).

Subprograma Nacional de Cartografia

A implementação e a manutenção de uma política cartográfica objetiva dotar o país do conhecimento físico e geométrico de todo o território nacional fornecido pelo mapeamento de referência – terrestre, náutico e aeronáutico – e pela adoção de um referencial geodésico único, articulando-se os diversos agentes de produção de forma a orientar os trabalhos, os recursos e a disseminação de informações, com metodologias tecnicamente corretas.

Para atendimento a esta proposta é necessário o estabelecimento de um programa voltado para o desenvolvimento tecnológico e científico atrelado ao Sistema Cartográfico Nacional (SCN) e articulando as instituições do país (IBGE, DSG, DHN, universidades e institutos de pesquisas).

Os mapas e as cartas, em conjunto com as informações sociais, econômicas e de recursos naturais, pela possibilidade de referência espacial desses eventos e da delimitação de suas áreas de ocorrência, permitem estabelecer e delimitar pólos de desenvolvimento e de ocupação racional, sem agressão ao meio ambiente, fornecendo uma boa avaliação de prazos e custos envolvidos nas diversas ações.

O mapeamento sistemático nacional contempla a elaboração de mapas e cartas, em escalas geográfica e topográfica, as quais representam os elementos naturais, artificiais e especiais (rede hidrográfica, curvas de nível, sistema de transporte, localidades, limites, edificações, curvas batimétricas, rotas do sistema aeroviário, dentre outras) existentes no território nacional.

O país precisa dispor de informações cartográficas precisas e atualizadas que lhes permitam ser utilizadas e otimizadas junto às novas tecnologias, tais como os sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto e banco de dados geográficos, ferramentas essenciais nos processos de planejamento, gestão de informações espaciais e de tomada de decisão, por meio de técnicas de análise espacial.

Diversas áreas do conhecimento vêm reivindicando cada vez mais as ferramentas que a cartografia pode oferecer para apoiar decisões de forma técnica e sem desperdícios de recursos, podendo ser destacado algumas dessas áreas:

Agropecuária – na identificação de culturas, bacias hidrográficas, zoneamento rural e florestal, cadastro técnico rural, barreiras sanitárias para possibilitar o desenvolvimento rural.

Petróleo – no controle de exploração de bacias petrolíferas, oleodutos, e análise de projetos.

Energia elétrica – na identificação de pontos estratégicos para geração de energia elétrica, controle das linhas de transmissão e das redes de distribuição. Controle, fiscalização e projetos de subestação e linhas de transmissão.

Mineração – no estudo, controle, fiscalização, licenciamento de áreas de exploração minerais.

Transporte – no planejamento, fiscalização, manutenção e projetos de rodovias, ferrovias e hidrovias.

No caso brasileiro, a utilização dos mapas como instrumento de exercício político pode ser visualizada, com os investimentos realizados pelo governo nas décadas de 70 e início de 80, dentro do Programa de Dinamização da Cartografia, quando foram, de forma contínua e com recursos suficientes, mapeadas extensas áreas do território brasileiro, além de atualizadas, cartograficamente, outras tantas áreas necessárias para os processos de gestão do território ocorridos naqueles momentos. A partir de 1985, de forma cada vez menor, cessando completamente em 1990, o mapeamento sistemático do território brasileiro tornou-se secundário entre os planos de governo, embora existam planos e programas governamentais que utilizam diretamente o território para a sua realização (Figs. 1a-b)

O IBGE e a DSG elaboram cartas topográficas, sendo que o IBGE ainda produz mapas delas derivados – Brasil, regionais, estaduais e municipais –, que constituem as bases sobre as quais se operacionalizam esses levantamentos e são representados seus resultados, em uma abordagem homogênea e articulada do território nacional. Para tanto, vem produzindo o mapeamento topográfico do país de forma sistemática, em escalas padronizadas, de acordo com o grau de desenvolvimento instalado ou projetado no território.

A situação do mapeamento topográfico não é satisfatória, frente à demanda de dados cartográficos para planejamento, desenvolvimento social e econômico, e para ações que visam a preservação ambiental.

Supondo que todo o território nacional devesse ser mapeado nas escalas 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000, 1/250.000 e 1/1.000.000, e considerando a produção de folhas nestas escalas elaboradas por instituições integrantes do Sistema Cartográfico Nacional, verifica-se terem sido alcançados os seguintes índices:

Situação do mapeamento topográfico do território brasileiro		
Escalas	**Total de Folhas**	**% Mapeamento de todo o território**
1:25 000	492	1,01
1:50 000	1 647	13,90
1:100 000	2 289	75,39
1:250 000	444	80,72
1:500 000	68	36,90
1:1 000 000	46	100,00

Além desta situação, apresenta-se extensas áreas do território nacional sem mapeamento em escala maior que 1:1.000.000 – pequena região no Nordeste e em maior dimensão no Norte do país (Figura 1c).

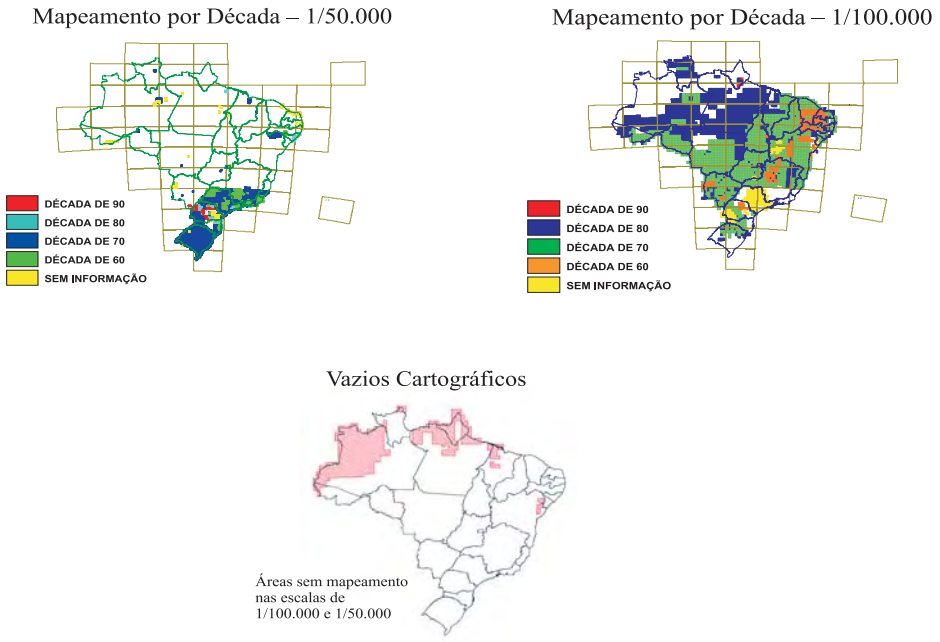


Figura 1. Situação do mapeamento cartográfico brasileiro: (a) mapeamento por década na escala 1:50.000; (b) mapeamento por década na escala 1:100.000; (c) vazios cartográficos

É importante salientar que a cartografia deve extrapolar os limites do continente brasileiro. Efetivamente, a cartografia náutica deve ser incluída no programa cartográfico brasileiro, não apenas em proveito de interesses econômicos do país, mas também em razão de ser signatário da Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (Solas) pela qual tem a obrigação de gerar documentos cartográficos dos acessos aos seus portos, e de toda vasta área marítima contígua ao seu litoral.

No momento, está em execução o II Plano Cartográfico Náutico Brasileiro, visando modernizar e racionalizar o bem-sucedido I Plano Cartográfico, concluído em 1975 após 40 anos de trabalhos ininterruptos. Embora todo o litoral e as principais hidrovias estejam adequadamente cartografados, a cartografia náutica de distingue por seu caráter incessante, em função, principalmente, de:

• mudanças constantes do leito marinho/fluvial em determinadas áreas, seja por aporte natural de sedimentos ou por serviços de dragagem;

• aumento do tráfego em determinados portos, bem como o aumento do calado dos navios que a eles se dirigem; e

• surgimento de novas técnicas e equipamentos de sondagem e de navegação, bem como de novas recomendações e especificações para levantamentos hidrográficos.

Também é importante mencionar a revolução da cartografia náutica desencadeada pelo advento das cartas eletrônicas. Hoje, já está previsto na Solas que as cartas eletrônicas podem substituir as cartas em papel, desde que fornecidas e mantidas adequadamente atualizadas pelo serviço hidrográfico nacional.

Cartas náuticas adequadas e atualizadas não são apenas a garantia de acesso seguro e eficaz aos portos nacionais, pelos quais fluem mais de 90% de nosso comércio exterior. São também um poderoso instrumento para as políticas públicas de proteção ambiental, pois, ao demarcar com clareza a natureza do fundo e os perigos à navegação, contribui decisivamente para a redução de acidentes.

Com a submissão brasileira à Comissão de Limites da Plataforma Continental da ONU, fruto da conclusão dos trabalhos do Programa de Levantamento da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (Leplac), o Brasil deve desenvolver ações para ampliar o conhecimento do território submerso em toda extensão da Plataforma Continental Jurídica Brasileira, além de implementar o Programa de Levantamento dos Recursos Minerais da Plataforma Continental (Remplac). Digno de destaque ainda é o fato de que, com essa nova delimitação da plataforma marítima, as áreas de exploração de petróleo que hoje estão limitadas a Zona Econômica Exclusiva (ZEE), poderão ir até o novo limite e é fundamental que o país "ocupe" essa nova região de plataforma continental, pois caso contrário poderemos ter questionada a nossa soberania, como ocorre por exemplo na Amazônia.

Ações importantes do Subprograma devem contemplar:

• a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), que fornece por meio do rastreamento de satélites posicionamento de precisão em tempo real, deve ser mantida e densificada pelo IBGE, em constante atualização tecnológica.

• O Projeto Mudança do Referencial Geodésico (PMRG), que objetiva promover a adoção no país de um novo sistema geodésico de referência, unificado, moderno e de concepção geocêntrica, de modo a compatibilizá-lo às mais modernas tecnologias de posicionamento. O IBGE, juntamente com a comunidade cartográfica, desenvolve o programa de implantação do novo referencial geodésico. Há necessidade de incentivo às ações voltadas a esse projeto de modo a minimizar os impactos advindos da mudança do referencial.

• Reestruturação da Rede Geodésica Fundamental. A rede geodésica fundamental, implantada no Brasil, composta de mais de 5.000 pontos, ligados por processos clássicos geodésicos, está em estado lastimável, com a grande maioria das suas materializações destruídas e com precisão inferior aos processos modernos de determinação de coordenadas.

• Gravimetria/maregrafia. Em relação a origem vertical brasileira, a situação também não é a ideal. O *datum* vertical atual no Brasil está definido em Imbituba em Santa Catarina, sendo que todas as altitudes determinadas no

país estão relacionadas à este marco. Necessita-se de integrar a rede maregráfica brasileira, hoje já possível de ser efetuada, para a determinação de um novo *datum* altimétrico, compatível com todo o território nacional. Por outro lado, deve-se também trabalhar no conhecimento do geóide, integrando a rede maregráfica com a rede gravimétrica, mantida pelo Observatório Nacional.

SUBPROGRAMA NACIONAL DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA

O conhecimento geológico de um país é um grande propulsor de desenvolvimento econômico. Exemplos claros são os recursos minerais, que contribuem atualmente com 6% do PIB brasileiro, a partir de reservas geradas ainda na década de 70. Similarmente, a produção de petróleo brasileira, atualmente de quase 2 milhões de barris diários, só foi possível graças ao aumento do conhecimento geológico das bacias sedimentares *off shore* brasileiras. Como ganhos adicionais aos investimentos para ampliação do conhecimento geológico, pode-se citar uma correlação direta com os investimentos em exploração mineral, que implica na geração de emprego, renda e receita em regiões remotas, na geração de emprego para mão-de-obra não qualificada, na geração de insumos-base para suporte ao crescimento industrial, etc. A ampliação do conhecimento geológico implica na melhoria da qualidade de vida, pois o maior conhecimento do meio físico permite a preservação, conservação e recuperação ambiental, além de contribuir no gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Um programa de ampliação do conhecimento geológico virá contribuir na retomada do ciclo de jazidas minerais, no aumento das reservas de petróleo, com implicações diretas na geração de oportunidades de emprego, receita e renda, no fortalecimento dos sistemas estaduais de geologia e recursos minerais, na indução do setor de pesquisas e serviços em geologia, geofísica, geoprocessamento, na capacitação de recursos humanos, facilitando o acesso da sociedade aos bens minerais. O conhecimento geomorfológico teria benefícios diretos com esse programa. A cobertura geológica do país para todas as escalas, realizada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), é mostrada na Figura 2.

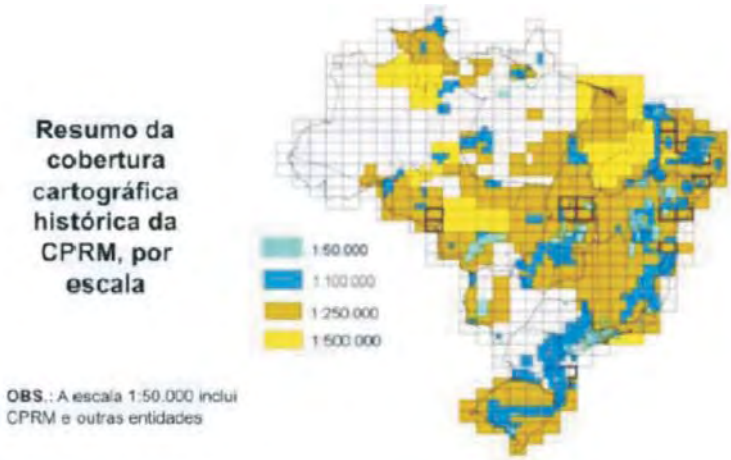


Figura 2. Cobertura geológica brasileira, realizada pela CPRM, nas diversas escalas de mapeamento

A Figura 2 evidencia grandes lacunas no conhecimento geológico do território brasileiro, isto sem levar em conta a questão da qualidade dos mapas geológicos existentes, bastante variável e que deveriam ser objeto por si só de uma avaliação criteriosa. Mapeamentos geológicos anteriores a 1985 realizados na Amazônia, são em geral de qualidade inferior em função do baixo número de amostragens e da distribuição irregular, inexistência de estudos analíticos e geocronológicos. Na escala 1:100.000, apenas cerca de 14% do território brasileiro encontra-se mapeado.

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) tem uma proposta de programa de levantamentos geológicos básicos, a ser implementado nos próximos anos, que dependerá de recursos expressivos. Vale ressaltar que o mapeamento geológico deve se estender à Plataforma Continental Jurídica Brasileira (PCJB), no âmbito do Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (Remplac), sob os auspícios do MME, CPRM e Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Secirm) e com a participação de diversas universidades brasileiras. Nessa fase do Remplac estão sendo propostos dois projetos maiores: 1) levantamento geológico-geofísico básico sistemático da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (PCJB), na escala 1:1.000.000 e 2) projetos temáticos – levantamentos geológicos-geofísicos de sítios de interesse geo-econômico-ambiental identificados na PCJB, com pesquisa de detalhe

(1:100.000) e semi-detalhe (1:300.000) de recursos minerais específicos em diferentes áreas prioritárias, abrangendo: siliciclásticos (areias e cascalhos), bioclásticos carbonáticos (algas calcárias e conchas), placeres de minerais pesados, fosforitas e crosta metalíferas e sulfetos metálicos.

Cabia no passado à Petrobras e após sua criação, tornou-se atribuição legal da Agência Nacional do Petróleo (ANP), a promoção de estudos geológicos e geofísicos de bacias sedimentares brasileiras com vistas a fomentar os investimentos privados na pesquisa de petróleo no país. Infelizmente têm sido modestos os investimentos da ANP nesse sentido, em virtude do contingenciamento de recursos oriundos dos *royalties*.

Os dados geofísicos constituem informação essencial para o conhecimento da base física brasileira. Um bom mapeamento geológico não pode prescindir da informação geofísica, representada por dados magnetométricos, gamaespectrométricos, gravimétricos, medidas eletromagnéticas, etc., formando um conjunto de parâmetros físicos observados na superfície terrestre e cujas variações representam uma radiografia dos recursos naturais disponíveis no subsolo. O estágio atual do conhecimento obtido por meio de levantamentos aerogeofísicos (predominantemente magnéticos e gamaespectrométricos) é sumarizado na figura 3. Levantamentos aerogeofísicos considerados relevantes para o conhecimento geofísico são aqueles cujo espaçamento entre as linhas de vôo são menores ou no máximo iguais a 1.000 m, o que significa que uma grande parcela do país encontra-se ainda desconhecida. A cobertura de levantamentos aerogeofísicos recentes de alta resolução é bastante insipiente e praticamente concentrada nas bacias sedimentares *off shore* (Figura 4), tendo como objetivo contribuir na avaliação do potencial petrolífero. Considerando-se ainda que houve um grande avanço tecnológico nos sensores geofísicos na última década, seria fundamental que um novo grande programa de levantamentos aerogeofísicos possa ser estabelecido, com ganhos análogos ao descrito para o mapeamento geológico. Efetivamente, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a Petrobras e a ANP têm papel preponderante na realização desses programas, com o apoio da comunidade acadêmica.

Os parâmetros físicos terrestres apresentam variação no tempo, em especial o campo magnético terrestre e a atividade sísmica. O Observatório Nacional e o Inpe monitoram continuamente o campo magnético terrestre.

A UnB, o IAG/USP, a UFPa e o ON possuem estações de monitoramento da atividade sísmica. Um forma moderna de acompanhar essas variações seria por meio da instalação de magnetômetros e sismógrafos em plataformas de coleta de dados distribuídas no país e com transmissão de dados via satélite.

Subprograma nacional de estudos de solos

O solo constitui o recurso natural mais intensamente utilizado para atender às necessidades de produção contínua de alimentos nas quantidades e variedades exigidas pela humanidade. Ao longo da história, o solo tem sido um elemento bastante familiar ao homem, que dele sempre dependeu para satisfazer as suas necessidades básicas de locomoção, abrigo e alimentação.

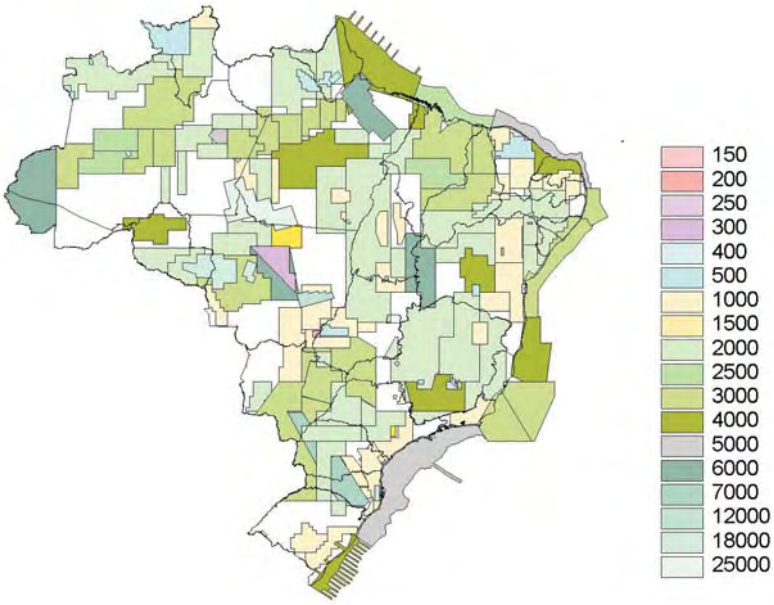


Figura 3. Cobertura aerogeofísica no território brasileiro.
As cores estão associadas com o espaçamento entre as linhas de vôo, em metros.

Figura 4. Levantamentos aerogeofísicos de alta resolução não exclusivos realizados pela Fugro, desde 1999.

A *Pedologia* – ciência que estuda os solos – compreende estudos e pesquisas referentes a: gênese, morfologia e classificação do solo; física do solo; química e mineralogia do solo; biologia do solo; fertilidade do solo; e manejo e conservação do solo.

A interpretação de levantamento de solos é fundamental para a utilização racional desse recurso natural, tanto na agricultura quanto em outros setores que utilizam o solo como elemento integrante de suas atividades.

Do ponto de vista agrícola, os levantamentos de solos constituem informações fundamentais, pois os dados neles contidos permitem, por exemplo, a avaliação da aptidão agrícola e a classificação das terras para irrigação. A avaliação da aptidão agrícola das terras, realizada por meio da interpretação de levantamentos de solos e de dados climáticos, fornece importantes subsídios para zoneamentos agroecológicos, que constituem instrumentos essenciais ao planejamento agrícola.

Além das finalidades agrícolas, inúmeras interpretações para usos não-agrícolas podem ser feitas a partir dos levantamentos de solos, destacando-se: para estradas; para localização de cidades; e para auxiliar trabalhos de geologia. O conhecimento sobre solos é, portanto, imprescindível na promoção do (re)ordenamento territorial, por meio dos estudos de diagnósticos ambientais e zoneamentos ecológico-econômicos, com vistas a um desenvolvimento social, ecológica e economicamente sustentável.

No Brasil, os estudos de solos tiveram grande ênfase com a criação, em 1947, da Comissão de Solos do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, do Ministério da Agricultura. Atualmente, as principais instituições envolvidas com a pedologia são:

• Centro Nacional de Pesquisa de Solos – Embrapa Solos – órgão normativo de estudos e pesquisas sobre solos: realiza levantamentos de solos nos diferentes níveis (escalas); pesquisas sobre manejo e conservação; análises laboratoriais etc.

• IBGE, Diretoria de Geociências – realiza levantamentos de solos nos diferentes níveis (escalas); avaliações interpretativas (aptidão agrícola das terras, classificação das terras para irrigação etc).

• Instituto Agronômico de Campinas: realiza levantamentos de solos nos diferentes níveis (escalas); pesquisas sobre manejo e conservação do solo.

• Universidades: responsáveis pelo ensino e por pesquisas nas diferentes áreas da Pedologia.

Entre os anos de 1970 e 1986 o projeto Radambrasil realizou levantamentos exploratórios de solos em todo o país na escala 1:1 000 000, bem como avaliação da aptidão agrícola das terras da região Norte, nesta mesma escala. Nesta situação, tem-se informações de natureza qualitativa do recurso solo, que possibilitam identificar áreas de maior ou menor potencial agrícola, prioritárias para o desenvolvimento em caráter regional, consubstanciadas em 38 volumes da "Série Levantamento de Recursos Naturais"

A Embrapa Solos realizou, até o momento, em grande parte do território nacional – sobretudo nos estados das regiões Nordeste, Sudeste e Sul – levantamentos dos solos em nível de reconhecimento.

Neste nível de abordagem (reconhecimento), têm-se avaliações qualitativas e semi-quantitativas dos solos, que propiciam estimativa do potencial de uso agrícola e não-agrícola.

O lançamento do "Mapa de Solos do Brasil" (escala 1:5.000.000) pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da Embrapa, em 1981, representou um marco significativo para o conhecimento dos nossos solos.

Em 1999, a Embrapa Solos lançou o "Sistema Brasileiro de Classificação de Solos" (SiBCS). O SiBCS, elaborado pela Embrapa Solos com a participação de instituições de pesquisa e ensino afins ao tema Solos, constitui documento-referência fundamental para os estudos de solos no país.

O IBGE, em parceria com a Embrapa Solos, lançou em 2003 o *Mapa de Solos do Brasil* (escala 1:5.000.000). Este mapa constitui uma atualização do mapa lançado em 1981, além de apresentar os solos classificados de acordo com as normas estabelecidas pelo SiBCS.

O Brasil é um dos países com grande disponibilidade de solos apropriados para a agricultura. Entretanto, a maior parte dos solos mais produtivos não se encontra bem explorada. Muitas vezes, solos mais apropriados para cultivos intensivos estão sendo usados para pastagens extensivas de baixa produtividade e vice-versa.

Face à importância do recurso natural solo para as diversas atividades dele dependentes, torna-se cada vez mais premente o desenvolvimento de estudos e pesquisas para melhor conhecê-lo.

Estudos sobre solos – avaliação da fertilidade natural, processos erosivos, drenabilidade, etc – junto às pesquisas sobre novas variedades de plantas e condições climáticas, entre outras, contribuem, efetivamente, para a utilização racional das terras, proporcionando favorabilidade para produções e produtividades crescentes e sustentáveis.

Propostas comuns aos subprogramas:

Um programa mobilizador de C,T&I para ampliação do conhecimento da base física deve contemplar:

• desenvolvimento de ampla parceria entre os diversos atores envolvidos no conhecimento da base física: CPRM, Concar, IBGE, DSG, DHN, Embrapa, Petrobras, ANP, universidades e institutos de pesquisa;

• incentivo ao intercâmbio entre os diferentes órgãos produtores de informações, de modo a evitar duplicidade de esforços e gastos desnecessários, sobretudo nas instituições oficiais;

• apoio para a atualização freqüente de bancos de dados georreferenciados sobre recursos naturais e meio ambiente;

• Incentivar o intercâmbio entre as diversas instituições que necessitam do conhecimento da base física na elaboração de um banco de metadados padronizado e disponibilizado via Internet;

• formação de recursos humanos em nível de pós-graduação *strictu* e *latu sensu* no país e no exterior;

• pesquisas de novos sensores para a cartografia e geofísica e novas ferramentas de SIG;

• modernização dos equipamentos de ensino e pesquisa dos cursos universitários;

• patrocínio de intercâmbio científico e tecnológico com os centros mais avançados do exterior;

• ações para padronização na elaboração de mapeamentos carotgráficos, geológicos, geofísicos e geomorfológicos.

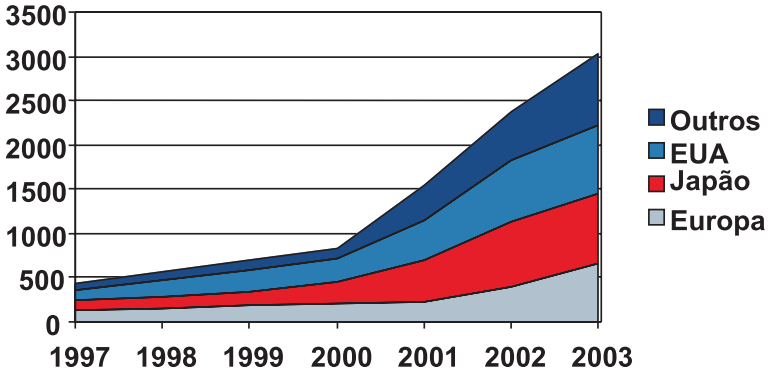
Programa nacional de micro e nanotecnologia

Cylon Gonçalves da Silva[*]

A nanotecnologia ganhou impulso e visibilidade, para não dizer, notoriedade pública, em 2000, quando o presidente Clinton lançou a Iniciativa Nacional de Nanotecnologia (NNI-USA), com um orçamento de US$ 270 milhões para apoiar o fomento à pesquisa pelas várias agências do governo federal norte-americano. As estimativas da *National Science Foundation* são de que, entre 1997 e 2003, os investimentos públicos mundiais em nanotecnologia cresceram de um fator de sete, atingindo, em 2003, mais de US$ 3 bilhões por ano. Isto mostra que a iniciativa nacional norte-americana não foi fruto de uma "geração espontânea", mas veio para articular esforços públicos e privados que, naquele momento, já haviam adquirido uma dimensão respeitável, tanto em termos técnico-científicos quanto em termos de investimentos. A partir deste evento, a nanotecnologia começou a receber investimentos públicos e privados cada vez mais importantes, com uma espécie de "corrida ao nano" visível na competição cada vez mais acirrada entre países desenvolvidos, em especial a "tríade" – EUA, Japão e União Européia – para incrementar os níveis de seus investimentos no campo. Entre 2000 e 2004, por exemplo, a NNI-USA quase quadruplicou seu orçamento, atingindo a marca dos US$ 850 milhões para o ano fiscal 2004. Os países menores que, tradicionalmente, mais investem em P&D, como Coréia do Sul, Taiwan, Austrália, Israel, Canadá, etc, também incrementaram substancialmente seus investimentos em nanotecnologia. Praticamente todos eles ostentam hoje alguma espécie de programa nacional e as feiras e congressos de nanotecnologia, voltados para o setor privado, se repetem com freqüência nesses países.

[*] Cylon Gonçalves da Silva é secretário da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento, do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

A National Science Foundation (NSF) estima, para dentro de 10 a 15 anos, um mercado de cerca de US$ 1 trilhão para produtos e processos baseados na nanotecnologia. Segundo a mesma organização, em 2002 este mercado já teria atingido a marca de US$ 200 bilhões. São estas estimativas que têm impulsionado o desenvolvimento da nanotecnologia.



Investimentos públicos em pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia no período 1997-2003. Valores globais (em milhões de dólares): 423 (1997), 559 (1998), 687 (1999), 825 (2000), 1535 (2001), 2367 (2002), 3024 (2003). Outros países: Austrália, Canadá, China, Coréia do Sul, Europa do Leste, Israel, Rússia, Singapura, Taiwan. (Fonte: NSF). Observe-se a inflexão que se segue ao anúncio da política norte-americana em 2000.

O Brasil possui hoje uma base de recursos humanos e uma infra-estrutura para pesquisa em nanotecnologia e nanobiotecnologia que o coloca em uma posição de destaque entre os países em desenvolvimento. O grande desafio é a transição do laboratório para o mercado dos materiais, processos e dispositivos pesquisados. É importante salientar que aumenta constantemente o número de empresas nascentes que visam explorar comercialmente resultados nanotecnológicos e nanobiotecnológicos. Também, um número crescente de médias e grandes empresas está atento às ameaças e oportunidades que a nanotecnologia representa para seus segmentos de mercado. Os investimentos que vêm sendo feitos pelo setor público, no financiamento à pesquisa e à implantação de empresas nascentes, indicam uma tendência para um crescente aproveitamente comercial dos produtos e processos baseados em nanotecnologia no Brasil nos próximos anos. Isto assinala, inclusive, o surgimento de interessantes oportunidades para investidores estrangeiros, conhecedores da situação local, que poderão

se beneficiar da infra-estrutura existente, dos recursos humanos qualificados disponíveis em número crescente, e das oportunidades características de um mercado de poder aquisitivo médio. As oportunidades oferecidas pelo agronegócio brasileiro, desde novos métodos de fertilização do solo e aplicação de defensivos agrícolas, passando pelo sensoriamento e controle de pragas, pelo monitoramento e controle do nível de poluentes, até a entrega do produto ao consumidor final são significativas.

As oportunidades que se apresentam para o Brasil são muito interessantes. Uma trajetória bastante simplificada para o crescimento da indústria nanotecnológica no Brasil seria a seguinte:

a) Em um horizonte temporal de cinco anos se pode pensar em iniciativas de baixo risco tecnológico e comercial, com investimentos modestos, tais como processamento de materiais naturais para aplicações em processos industriais, revestimentos, tintas, cosméticos, entre outras. Por razões bem conhecidas da cultura empresarial e das condições macroeconômicas brasileiras, o foco inicial do programa teria de ser no curto prazo, com o fito de criar efeitos de demonstração importantes. O processamento de materiais naturais oferece ainda a possibilidade de geração de empregos e do estabelecimento de algumas plataformas regionais de desenvolvimento que partam de indústrias de nível tecnológico menor, ainda que bastante intensivas em conhecimento, para a construção de indústrias progressivamente mais sofisticadas do ponto de vista tecnológico.

b) No horizonte temporal de até dez anos, a intensidade da pesquisa requerida é maior. Portanto, investimentos e riscos são, igualmente, maiores. Obviamente, o interesse do setor privado neste período vai depender crucialmente do nível de investimentos públicos. Neste horizonte temporal, despontam imediatamente algumas possibilidades interessantes: 1) indústria química (em especial, catalisadores), um setor industrial mais acostumado a investimentos de prazos de maturação maiores e de maior intensidade de pesquisa; 2) sensores, tanto para aplicações eletrônicas como biológicas e em medicina; 3) entrega controlada de princípios ativos (drogas, fertilizantes, defensivos agrícolas). Os prazos de maturação e de entrada no mercado de produtos e processos desta fase são muito variados. Temos no Brasil, hoje, empresas nascentes com idéias e protótipos em desenvolvimento cujo maior desafio é o de chegar ao mercado. Como exemplos, pode-se citar a "língua

eletrônica" da Embrapa, um medidor de sulfitos em tempo real para a indústria vinícola desenvolvido no Instituto de Química da USP e catalisadores para a indústria química. Portanto, em princípio, não será preciso esperar dez anos para obter os primeiros resultados.

c) Finalmente, em um horizonte temporal para além de dez anos, desenha-se a possibilidade de construção de novas trajetórias tecnológicas para o país, sobretudo na área de aplicações médicas (inclusive medicina preventiva de massa e saneamento básico), eletrônica, energia, defesa nacional, telecomunicações, aeroespacial, e outras, que merecem uma atenção especial. Naturalmente, nesse horizonte, investimentos e riscos são grandes e, portanto, a presença do Estado será essencial.

É importante registrar que, na nanobiotecnologia, setor de fronteira entre a nano e a biotecnologia, o Brasil está muito bem posicionado para dar respostas no curto e médio prazos aos desafios de aplicações inovadoras, seja em termos de recursos humanos e infra-estrutura de P&D, seja em termos de oportunidades no agronegócio e na saúde humana e animal. Assim, uma atenção especial deve ser dada a essas aplicações.

Considera-se relevante destacar nesta análise o papel do complexo eletrônico e da microeletrônica, na medida que o processo de transição da microtecnologia para a nanotecnologia encontra-se plenamente integrado à evolução dos componentes eletrônicos em geral e dos semicondutores em particular, que se constituíram, nos últimos 25 anos, em fonte permanente de inovação de processos e produtos em todo o sistema produtivo, especialmente na indústria. Assim, reconhece-se a importância estratégica e econômica da microeletrônica, bem como as prementes necessidades nacionais do setor. Documentos elaborados pelo subgrupo de microeletrônica da política industrial e por outras instâncias (MCT, MDIC/BNDES), incluindo a proposta para um Programa Nacional de Microeletrônica, elaborada no final de 2002, fixaram marcos para o desenvolvimento de ações neste campo, entre as quais a presente proposta de se construir e desenvolver um laboratório e uma Rede Nacional de Micro e Nanotecnologia.

É sabido que a implementação prática de muitos conceitos da nanotecnologia para novos dispositivos passa, forçosamente, pelo projeto e construção de arquiteturas dependentes da microeletrônica, especialmente da tecnologia predominante nesta indústria, o processo CMOS, que viabilizou

os Circuitos Integrados (CIs). Portanto, dado o estágio de desenvolvimento da microeletrônica no Brasil, não seria conveniente criar uma clivagem entre microtecnologia e nanotecnologia, mas vê-las como um contínuo integrado, com distintas, porém complementares, demandas de engenharia, que precisam ser desenvolvidas de forma muito pragmática para atender às necessidades concretas que forem surgindo.

No domínio da microeletrônica, recomenda-se a atuação do Estado junto a grandes grupos nacionais para possibilitar, no médio prazo, a implantação de uma indústria microeletrônica de capital brasileiro, competitiva globalmente. Sem uma forte base industrial brasileira no setor não haverá a demanda por produtos e processos inovadores capaz de garantir o retorno à sociedade dos investimentos feitos em pesquisa e desenvolvimento.

A concretização do Ceitec como um centro de prototipagem rápida de circuitos integrados, no Rio Grande do Sul, cumprirá um importante papel de desenvolvimento e transferência de tecnologia para o setor privado. Todos os países que desenvolveram a indústria microeletrônica possuem, sob diferentes formas, instituições desta natureza, bancadas inicialmente com recursos públicos, mas que evoluem, ao longo dos anos, em período não inferior a dez anos, para orçamentos auto-sustentáveis. Subsidiariamente ao desenvolvimento de tecnologia, tais institutos ocupam um papel indispensável na formação e qualificação de mão-de-obra especializada, moldada para processos industriais. Ao mesmo tempo, a partir de um determinado estágio de conhecimento, elas se tornam também importantes repositórios de propriedade intelectual.

Tais centros só podem ser concebidos como parte de um esforço comum dos setores público (governamental e acadêmico) e privado no sentido de estruturar as bases competitivas deste ramo de atividade do complexo eletrônico (os circuitos integrados), visando produzir grandes empresas que tenham capacidade de competir internacionalmente. A existência deste segmento organizado também produz uma gama diferenciada de empresas inovadoras e prestadoras de serviço, das áreas de projeto a suprimento de bens intermediários e de equipamentos, as quais complementam a cadeia de serviços que se formam à volta das grandes companhias.

A estruturação de um ecossistema de microeletrônica é uma das tarefas mais complexas de política industrial, que envolve, necessariamente, atuação

comum tanto do capital público quanto do capital privado. Sem interagir com um ambiente industrial capaz de desenvolver competitividade internacional, um instituto como o Ceitec tende a definhar e tornar-se uma instituição de pesquisa convencional. Sem o apoio de uma instituição desta natureza, a indústria eventualmente existente tente a ser um mero clone de empresas internacionais, nas fases de menor valor agregado da produção de CIs (em geral o chamado *back-end*), ou um ente desprovido de competitividade internacional, dada a baixa concentração de propriedade intelectual.

O reposicionamento estratégico do Brasil em microeletrônica deve partir de uma análise específica e realista do mercado internacional. No atual mercado de circuitos integrados, existem evidências de que haverá, nos próximos 10 a 15 anos, uma brecha de oportunidades no segmento conhecido como cartões inteligentes *(smart cards*) e dispositivos de identificação operando em rádio-freqüência (RFID). A competição em processadores e memórias está definida. Há uma liderança muito bem definida de empresas americanas no primeiro caso, e de coreanas e japonesas no segundo caso. As barreiras de entrada nesses segmentos são muito grandes e inviáveis para iniciantes. Entretanto, há uma disputa inicial, basicamente, entre duas empresas européias (Infineon e STM), para estabelecer uma liderança no mercado emergente de cartões inteligentes e RFIDs. Assim, por não haver um mercado consolidado neste segmento, existem oportunidades para que investidores brasileiros concentrem esforços de médio e longo prazos no sentido de desenvolver soluções originais aplicáveis localmente e comercializáveis internacionalmente e, sobretudo, construir um patrimônio de propriedade intelectual,.

A família de componentes de RFID's destina-se à identificação de objetos. O interesse por esse produto tem crescido especialmente no comércio porque, além de serem considerados o grande substituto dos códigos de barra, os RFID's trazem enorme valor agregado, pois amplia o grau de controle sobre os objetos identificados. Outros campos de aplicação em que tendem a se desenvolver, especialmente propícios no Brasil, estão na pecuária e na agricultura.

De forma geral, os três grandes campos aplicação dos RFID's são:

– logística e automação comercial e industrial;

– identificação animal e rastreabilidade de alimentos;

– documentos de identificação.

Em síntese, o que se propõe é que governo, investidores privados, com o suporte da academia, estruturem um programa de médio e longo prazos no terreno dos RFID's, visando cobrir todas as fases de produção dos *chips* – projeto, difusão, encapsulamento e teste. Esta é uma oportunidade de mercado que ainda se pode explorar, tanto no sentido de estabelecer competência quanto, até mesmo, de buscar liderança no mercado mundial por meio de propriedade intelectual expressa em produtos inovadores

Finalmente, consideram-se prioritários investimentos em micro e nanotecnologias voltados para:

1) educação e difusão da micro e nanotecnologias;

2) projetos cooperativos entre os laboratórios públicos e empresas para a inovação;

3) fomento a redes de pesquisa e inovação e laboratórios estratégicos;

4) apoio a implantação de centros regionais, com prioridade para o Ceitec no Rio Grande do Sul; e

5) a implantação de um Laboratório Nacional de Micro e Nanotecnologias. Recomenda-se que, com a maior brevidade, o governo dê início ao processo de implantação deste novo Laboratório Nacional.

Neste contexto, os investimentos públicos aqui propostos têm três macroobjetivos:

1) estimular a formação de recursos humanos para as novas demandas colocadas pela nanotecnologia e pelas perspectivas de seus usos práticos;

2) fomentar a produção de novos conhecimentos e a sua transferência para a sociedade, seja sob a forma de políticas públicas e tecnologias de uso social, seja para o mercado; e

3) acelerar o desenvolvimento industrial brasileiro, em bases competitivas internacionalmente, mediante a redução dos riscos financeiros inerentes aos investimentos privados nessas novas tecnologias, por meio de subsídios focados e compatíveis com as regras da Organização Mundial do Comércio.

Igualmente, devem ser estimuladas as aplicações sociais inovadoras da nanotecnologia de apoio à formulação e implementação de políticas públicas do governo, sem negligenciar o estudo de seus limites éticos e dos potenciais impactos ambientais.

No domínio da microeletrônica, recomenda-se a atuação do Estado junto a grandes grupos nacionais para possibilitar, no médio prazo, a implantação de uma indústria microeletrônica de capital brasileiro, competitiva globalmente. Sem uma forte base industrial brasileira no setor não haverá a demanda por produtos e processos inovadores capaz de garantir o retorno à sociedade dos investimentos feitos em pesquisa e desenvolvimento.

Sugere-se, ainda, que mecanismos não fiscais e de subvenções sejam adotados para o financiamento de pesquisas pré-competitivas, que são instrumentos mais efetivos do que a simples isenção fiscal, na medida em que diminui o risco tecnológico das empresas existentes e nascentes. Uma especial atenção deve ser dada também à formação de um ambiente propício à propagação do capital de risco, indispensável para o financiamento, sobretudo na forma de capital semente, de pesquisas inovadoras, que tenham melhores condições de chegar ao mercado com novos produtos e processos

Nota

Este documento foi produzido inteiramente a partir do relatório final do grupo de trabalho Laboratório Nacional de Micro e Nanotecnologia, criado pela Portaria nº 346/04, do Ministério da Ciência e Tecnologia, composto pelos seguintes membros:

Cylon Gonçalves da Silva, Ministério da Ciência e Tecnologia, presidente

Antônio Sérgio Mello, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Edmundo Machado de Oliveira, Ministério da Fazenda

Eugênio Staub, Gradiente

Gabriel Marão, Itautec

Júlio Arelaro, Corning do Brasil

Celso Pinto de Melo, Universidade Federal de Pernambuco

Henrique Toma, Universidade de São Paulo

Waldimir Pirró e Longo, Consultor.

Programa mobilizador em metrologia

Humberto Siqueira Brandi[*]

A importância da metrologia

A metrologia, definida como a "ciência da medição", tem como foco principal prover confiabilidade, credibilidade, universalidade e qualidade às medidas. Como as medições estão presentes, direta ou indiretamente, em praticamente todos os processos de tomada de decisão, a abrangência da metrologia é imensa, envolvendo a indústria, o comércio, a saúde e o meio ambiente, para citar apenas algumas áreas. Estima-se que cerca de 4 a 6% do PIB nacional dos países industrializados sejam dedicados aos processos de medição.

Nos últimos anos, a importância da metrologia no Brasil e no mundo cresceu significativamente devido, principalmente, a cinco fatores:

a) a elevada complexidade e sofisticação dos modernos processos industriais, intensivos em tecnologia e comprometidos com a qualidade e a competitividade, requerendo medidas de alto refinamento e confiabilidade para um grande número de grandezas;

b) a busca constante por inovação, como exigência permanente e crescente para competitividade, propiciando o desenvolvimento de novos e melhores processos e produtos; melhores medidas podem levar a melhorias incrementais da qualidade, bem como a novas tecnologias, ambos importantes fatores de inovação;

c) a crescente consciência da cidadania e o reconhecimento dos direitos do consumidor e do cidadão, amparados por leis, regulamentos e usos e

[*] Humberto Siqueira Brandi é diretor de Metrologia Científica e Industrial do Inmetro.

costumes consagrados – que abrem e garantem o acesso a informações mais detalhadas e transparentes – bem como a grande preocupação com saúde e meio ambiente, tornando imprescindíveis medidas confiáveis em novas e complexas áreas, especialmente a química. É importante destacar a crescente relevância da metrologia nas áreas de análises clínicas e de equipamentos médicos;

d) a recente aceleração da globalização, potencializando a demanda por metrologia, em virtude da grande necessidade de harmonização nas relações de troca, atualmente muito mais intensas, complexas, e envolvendo um grande número de grandezas a serem medidas com exatidão e credibilidade;

e) no Brasil, especificamente, a entrada em operação das agências reguladoras intensificou sobremaneira a demanda por metrologia em áreas que antes não necessitavam de um grande rigor, exatidão e imparcialidade nas medições, como alta tensão, grandes vazões e grandes volumes de fluidos.

Adicionalmente, e como reflexo e conseqüência dos fatores mencionados, outros desafios se colocam à metrologia. Nesse quadro, chama especialmente a atenção, como decorrência da globalização, a substituição das tradicionais barreiras tarifárias ao comércio entre nações pelas denominadas barreiras técnicas, muitas vezes envolvendo sutilezas na especificação de grandezas e processos de medição, o que vem ressaltar ainda mais o papel fundamental da metrologia nesse novo cenário.

Essa crescente importância da metrologia gerou necessidades novas, que passaram a requerer desenvolvimento substancial de novas áreas, como a metrologia química, a metrologia de materiais, a metrologia de vazão, ametrologia em telecomunicações, a metrologia na saúde, a implantação de melhorias técnicas em áreas tradicionais, como a introdução de padrões quânticos (efeito Josephson e Hall quântico), e modificações estruturais profundas, tanto no nível nacional, como no nível internacional.

Estrutura básica para a organização da metrologia

O contínuo desenvolvimento científico e tecnológico da metrologia e sua crescente inserção na economia e no cotidiano da população têm levado a uma permanente evolução no escopo e na organização da atividade metrológica.

Uma visão global da metrologia nas grandes economias do mundo permite identificar uma estrutura básica com três principais componentes:

• sistema de controle metrológico de caráter compulsório, em áreas sujeitas à regulamentação do Estado – a metrologia legal;

• redes de laboratórios de calibração e de ensaios, compostas por entidades privadas e públicas, de elevada capilaridade, organizadas em função das necessidades do mercado, no que se refira aos serviços demandados pelos diversos setores da economia, e das demandas sociais, no que se refira aos setores sob a responsabilidade do Estado. Em qualquer dos casos, esses serviços devem operar dentro de regras que assegurem sua credibilidade, sua qualidade e garantam as condições de concorrência e os direitos do cliente final. Aqui, a existência de um sólido sistema de credenciamento é fundamental;

• instituto metrológico nacional de direito público (em alguns poucos países é uma instituição privada mas com controle e subvenção do Estado), que se responsabiliza pelos padrões nacionais e pela gestão e operação das funções estratégicas inerentes ao início da cadeia de rastreabilidade no país.

A realização dessas tarefas, por sua vez, requer elevado conhecimento científico e tecnológico o que implica permanente e vigorosa atividade de pesquisa científica e tecnológica, na fronteira do conhecimento.

Um grande esforço está sendo realizado na expansão do pessoal qualificado, para dinamizar a atividade de pesquisa científica e tecnológica, tendo em vista sua importância para a garantia da qualidade dos serviços prestados pelo instituto, como referência metrológica nacional, alavancador da competitividade da empresa brasileira e como fator fundamental para a credibilidade internacional do Brasil na área de metrologia.

O Brasil possui hoje uma base de recursos humanos e uma infra-estrutura para ações na área da metrologia que o coloca em uma posição de destaque entre os países em desenvolvimento e permite envidar uma série de programas mobilizadores na área:

a) *Programa de metrologia dos materiais*

A pesquisa, dos materiais considerados estratégicos e de insumos básicos dos mais diversos setores são, hoje considerados, requisitos

fundamentais para o desenvolvimento industrial de um país. Neste momento em que o Brasil procura alavancar a indústria nacional por meio da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior o avanço nesta área de pesquisa torna-se especialmente importante.

Seguindo a tendência dos países desenvolvidos é fundamental dotar o país de laboratórios na área de metrologia de materiais, incorporando pessoal altamente qualificado e dotando-os dos mais modernos equipamentos. Dessa maneira, estará capacitado para em temas como: 1) caracterização das propriedades físicas de materiais nas escalas macro, micro e nano, de importância essencial, na pesquisa de ponta de materiais; 2) propriedades mecânicas tais como a dureza, limites de escoamento e de resistência à tração, resistências ao atrito e ao desgaste; 3) desenvolvimento e modelagem de novos materiais por meio de procedimentos de análise nano e micro estruturais.

Dentro desta ótica o Inmetro pode desempenhar um papel fundamental no aumento da eficiência da atividade produtiva, da inovação tecnológica e da competitividade industrial, por meio da garantia da confiabilidade de produtos e serviços além do apoio a caracterização e desenvolvimento de materiais para diversas aplicações, nos setores de semicondutores, fármacos e medicamentos, bens de capital, ensaios de materiais, automotivo, metal-mecânico, siderúrgico, naval, aeronáutico, ferroviário, embalagens, indústria petroquímica, indústria química, nanotecnologia.

b) *Programa de metrologia em química*

Nos países industrializados, se observa um alto grau de centralização da metrologia primária, com forte competência técnico-científica em áreas estratégicas. Esse desenho tem se revelado decisivo como ferramenta para competitividade do setor produtivo. Seguindo esta tendência, é fundamental que o país possua forte competência área metrologia em química, investindo em pessoal com forte qualificação, novas instalações físicas e novos equipamentos. Essa infra-estrutura altamente capacitada do ponto de vista de recursos humanos e de laboratórios, apoiará ações de, inovação, competitividade e modernização, no setor produtivo. Dessa forma, se integrarão pesquisa básica, pesquisa aplicada e inovação para a indústria, ampliando a atual interface existente entre o Inmetro e o setor produtivo nacional. Tais iniciativas capacitarão o país a responder agilmente às necessidades do setor exportador nacional, no que diz respeito às barreiras

técnicas eventualmente impostas aos nossos produtos e, principalmente, a servir de instrumento de apoio à Inovação tecnológica e competividade.

Para que essa empreitada tenha sucesso, é fundamental a aquisição de equipamentos, a construção de prédios para laboratórios e expansão seletiva do quadro de pessoal dos laboratórios de metrologia em química, atraindo recursos humanos com grande qualificação científica e/ou tecnológica.

A metrologia em química é uma nova área do conhecimento metrológico, com enorme crescimento na última década, de fundamental importância no processo de controle da qualidade-inovação nos processos industriais, nas áreas de saúde, meio-ambiente e, em especial, nas de fármacos e de semicondutores. A metrologia química provê, também, a devida confiabilidade por meio de materiais de referência certificados, procedimentos operacionais, bem como conhecimento detalhado do processo de medição.

c) *Programa de metrologia em vazão*

Seguindo a tendência dos países industrializados, onde se observa um alto grau de centralização da metrologia primária em uma ou poucas instituições, com forte competência técnico-científica em áreas estratégicas, o país necessita reforçar suas áreas de metrologia de vazão, investindo em pessoal com forte qualificação, novas instalações físicas e novos equipamentos. Essa infra-estrutura altamente capacitada do ponto de vista de recursos humanos e de laboratórios apoiará ações de inovação, competitividade e modernização, no setor produtivo. Dessa forma, se integrarão pesquisa básica, pesquisa aplicada e inovação para a indústria, ampliando a atual interface existente entre o a academia e o setor produtivo nacional.

Para que essa empreitada tenha sucesso, é fundamental: a) a aquisição de equipamentos e construção de prédios para laboratórios; b) se organizar um programa para expandir seletivamente o quadro de pessoal dos laboratórios do Inmetro, atraindo recursos humanos com grande qualificação científica e/ou tecnológica, que atualmente se encontram disponíveis no mercado de trabalho, para a metrologia, e que estará plenamente capacitado a atuar como instrumento de apoio às políticas governamentais para a indústria, comércio exterior, ciência e tecnologia, comprometido com o desenvolvimento e a competitividade da empresa nacional.

O impacto econômico dessas ações pode ser aferido pelo exemplo do gasoduto Brasil-Bolívia que tem capacidade de transportar 30 milhões de metros cúbicos de gás natural por dia. Desse modo, uma incerteza de 1% na medição significa, em termos financeiros, custos equivalentes a US$ 62.500 por dia ou US$ 22.812.500 por ano. (Palhares, J.C.M. Metrologia 2000 International Conference on Advanced Metrology). Os números são muito mais expressivos se forem consideradas as incertezas envolvidas nas medições de petróleo cru, produtos refinados, álcool, água tratada, etc.

Atualmente falta rastreabilidade na medição de vazão nas companhias de água no Brasil. Muitas dessas companhias percebem um déficit de 40% a 50% no volume de água medido na estação de tratamento e volume cobrado dos consumidores, revelando uma grande perda e desperdício.

Na medição de vazão e volume de água, além do aspecto comercial há impacto na gestão dos recursos hídricos, na medição da quantidade e qualidade da água extraída do recursos naturais e a quantidade e qualidade de efluentes lançados no meio ambiente. Isto em vários tipos de usos de água, tais como: abastecimento doméstico, industrial, irrigação para agricultura, etc.

A medição de vazão afeta também as taxas cobradas pelo poder público. São cobrados *royalties* sobre o volume de petróleo extraído e sobre petróleo, seus derivados e gás natural transportados. A Receita Federal elaborou uma regulamentação que determina que a indústria de bebidas deve instalar o Sistema de Medição de Vazão na linha de engarrafamento de bebidas, com objetivo de haver controle confiável na cobrança de taxas.

d) *Programa de metrologia em telecomunicações*

O setor de telecomunicações, abrangendo as indústrias de dispositivos, componentes e equipamentos, e as empresas prestadoras de serviço, dada a necessidade, intrínseca ao setor, de interligação e compartilhamento de serviços em âmbito nacional e internacional, é extremamente dependente de sistemas rígidos de normalização e metrologia.

Além disso, as telecomunicações, ao lado dos setores de energia, logística e saneamento, são os pilares para o desenvolvimento e o crescimento sustentável do país. É o setor que também propicia a infra-estrutura para

expansão, divulgação e capilaridade da disseminação do conhecimento que dá capacidade de inovação das empresas brasileiras. Essa capacitação para inovação é a base do desenvolvimento de vantagens competitivas que propiciarão a inserção do setor no comércio internacional.

Este programa objetiva realizar pesquisa científica e tecnológica e inovação, com o conseqüente fortalecimento das empresas nacionais, por meio da implantação e implementação de mecanismos destinados à melhoria da qualidade dos produtos e serviços, como estratégia para inserção competitiva do país no cenário internacional, conforme previsto na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (2004/2007).

A área de telecomunicações abrange um amplo espectro de tecnologias, tanto para o desenvolvimento de dispositivos ou equipamentos de geração e medição de sinais, quanto na especificações de padrões de transmissão de informação. Esta transmissão de informação se dá tanto pelos canais denominados com fio (*wired*), como pares trançados, cabos coaxiais e fibras ópticas, como por canais sem fio (*wireless*), que vem experimentando acelerada utilização nos último 10 anos. Assim, este projeto procura abranger, de forma ampla, diversas áreas das telecomunicações tendo sido segmentado nos seguintes subprojetos:

- padronização primária em radiofreqüência e microondas (RF)
- padronização primária para campos eletromagnéticos (CEM)
- capacitação Tecnológica e Inovação para o Setor de Telecomunicações (NT)
- metrologia da radiação não ionizante (RNI)
- metrologia de sistemas de comunicação sem fio (CEL)
- metrologia aplicada em tecnologia optoeletrônica (OEL)

e) *Programa em metrologia legal*

A metrologia legal, na sua essência, é uma função exclusiva do Estado. Consiste em um conjunto de procedimentos técnicos, jurídicos e administrativos, estabelecidos por meio de dispositivos legais, pelas autoridades públicas, visando garantir a qualidade das medições realizadas nas operações comerciais e nos controles públicos relativos à saúde, meio ambiente, segurança, proteção ao consumidor, entre outros.

Nesse sentido, por meio da metrologia legal, o Estado intervém sobre certas categorias de instrumentos de medição utilizados nos relacionamentos econômicos e oficiais e sobre determinadas operações de medição (saúde pública, meio ambiente, etc.).

Portanto, a metrologia legal foca sua atenção em quatro direções básicas:

a) a qualidade dos instrumentos de medição utilizados nas transações comerciais, visando assegurar a confiabilidade das medidas e evitar a fraude;

b) as atividades essenciais do Estado, oferecendo os meios de medição e controle que garantam segurança, eqüidade e eficácia à ação do Estado;

c) as atividades produtivas, tendo em vista disponibilizar às empresas instrumentos de medição mais adequados e compatíveis com suas necessidades;

d) a indústria nacional de aparelhos de medição e de produtos pré-medidos, visando à melhoria da qualidade de seus produtos e ao aumento de sua competitividade.

A velocidade e a intensidade do desenvolvimento tecnológico têm aberto novas perspectivas e desafios para a metrologia legal, introduzindo novas e vastas áreas de atuação e/ou aprofundando segmentos já atendidos, como destacam alguns exemplos a seguir:

• na área de saúde, o desenvolvimento tecnológico dos instrumentos de medição para fins de diagnósticos e terapia foi bastante intenso nas últimas décadas, devendo acentuar-se ainda mais no século XXI;

• na área de segurança, que constitui uma preocupação cada vez maior para a metrologia legal, há uma crescente demanda por medições exatas e monitoramento metrológico sistemático (radar e etilômetro no trânsito, metrologia química para alimentos e substâncias tóxicas, e muito mais);

• no campo da proteção ambiental os resultados das medições têm conseqüências sociais e econômicas cada vez mais impactantes. Programas de reforma, acordos bilaterais e multilaterais, referentes ao meio ambiente, são formulados e decididos com base em medições legais. Neste domínio, a importância de um programa de monitoramento das medições legais aumentará acentuadamente, exigindo uma crescente atenção política, econômica e legal;

• os recursos naturais tornam-se escassos e cruciais para o desenvolvimento tecnológico e sócio-econômico dos países e para a sobrevivência das populações, demandando fortes controles e monitoramentos, baseados em medições legais e exatas. Esta área tende a ser uma das mais importantes para a metrologia legal no século XXI, no mesmo nível da comercial e ambiental. Uma cooperação cada vez mais firme deverá ocorrer entre a metrologia legal e as autoridades governamentais responsáveis pelos recursos naturais;

• no domínio do litígio e das relações contratuais, o papel da metrologia tende a crescer substancialmente, principalmente nas áreas de saúde e segurança, onde a medição constitui requisito legal decisivo.

f) *Programa de capacitação em metrologia*

A Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) aponta e exige avanços tecnológicos, sedimentados em conhecimentos destas áreas, para o cumprimento de suas diretrizes estratégicas – inovação e desenvolvimento tecnológico, inserção externa, modernização industrial e ampliação de capacidade produtiva, incentivo aos setores de medicamentos, *software*, bens de capital e semicondutores. Um de seus projetos prevê o aperfeiçoamento de sistemas de metrologia legal da América do Sul e deverá operar como facilitador do comércio bilateral, para o qual o uso da estrutura de telesalas e da ferramenta de comunicação aqui proposta será indispensável, devido a dispersão do conhecimento em diferentes e distantes pólos de conhecimento específico no país.

Em um país com dimensões continentais como o Brasil, entretanto, os custos de treinamento no modelo presencial, constante e intensivo, atingiriam cifras operacionais elevadas e, dificilmente, responderia com a velocidade necessária para o atendimento de uma sociedade em permanente e rápida evolução.

Por isso, torna-se necessário criar modelos de treinamento alternativos, que garantam um processo de capacitação qualificado e permitam a construção coletiva de conhecimento, por meio da participação interativa.

O presente projeto trata da implantação do Centro Internacional de Capacitação em Metrologia e Avaliação da Conformidade (Cicmac) que

constitui-se de três fases que deverão ocorrer paralelamente no decorrer dos exercícios 2005 e 2006:

• Fase A: Desenvolvimento e implantação do sistema de comunicação do Cicmac e criação de uma rede de tele-salas no país (2005);

• Fase B: Produção e distribuição de conteúdo interativo pela rede (2005 e 2006);

• Fase C: Ampliação da rede de tele-salas no país e construção de um centro de treinamento (2005 e 2006).

Os principais resultados esperados deste programa são:

• A promoção de condições propícias para o bom desempenho da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), no que tange suas diretrizes estratégicas – inovação e desenvolvimento tecnológico – proporcionando ao setor produtivo adequadas soluções e a superação de barreiras comerciais e técnicas;

• A qualificação dos recursos humanos do Inmetro, da RBMLQ, da indústria, das instituições de ensino públicas e privadas, de laboratórios, além de outros segmentos da sociedade que necessitem da metrologia e da avaliação da conformidade para qualificar seus produtos e serviços;

• A facilitação de maior grau de inovação na indústria, por meio da troca de informações interinstitucionais;

• A contribuição para o aprimoramento contínuo da qualidade dos produtos e sua competitividade no mercado globalizado;

• A redução do intervalo de tempo gasto entre a aquisição de conhecimentos técnicos científicos, gerados pelas pesquisas desenvolvidas em universidades e centros de pesquisa do país, e a sua transformação em inovações tecnológicas.

Quanto ao impacto esperado dessas ações, é importante lembrar que a diminuição de custos e a criação de processos mais eficientes e eficazes, que possam gerar valor para sociedade, continuam sendo objetivos primordiais a serem alcançados. No entanto, o foco maior deve ser a criação de um ambiente que incentive a inovação e promova o desenvolvimento de novos produtos e serviços.

"Promove" – um programa para a mobilização das engenharias[1]

José Alberto dos Reis Parise[*]

O Programa de Modernização e Valorização das Engenharias, Promove, representa um instrumento de modernização do ensino de engenharia, visando dotar o Brasil, as entidades de ensino e pesquisa e as empresas com recursos humanos competentes na área de inovação tecnológica, capazes de contribuir decisivamente para aumentar a competitividade dos produtos e serviços, reduzir o "custo Brasil", promover a geração de empregos qualificados, frente ao cenário de globalização que caracteriza o mundo atual.

A capacidade de inovação tecnológica das empresas é fator primordial para a sua sobrevivência e inserção no mercado globalizado. Este mercado se caracteriza por elevada competitividade, alta qualidade e forte concorrência de produtos e serviços.

A rapidez do avanço tecnológico e as perspectivas concretas de inovação fazem com que o ciclo de vida dos produtos seja cada vez mais curto e, de forma continuada, novos produtos e serviços surgem a cada dia, com maior qualidade e a preços mais competitivos.

Diversas iniciativas vêm sendo adotadas para apoiar a inovação tecnológica e a competitividade das empresas. Vários programas, no nível federal, têm sido promovidos para incrementar o avanço da inovação

[1] O presente texto baseia-se nos Termos de Referência do programa Promove, elaborado em 2004.

[*] José Alberto dos Reis Parise é decano do Centro Técnico-Científico (PUC/RJ).

tecnológica nas empresas, alguns com visível sucesso: apoio à formação de recursos humanos, com treinamentos no país e no exterior; apoio ao desenvolvimento das pequena e média empresas; estímulo à interação universidade-empresa; capacitação de laboratórios de pesquisa; incentivos fiscais, etc. Tais instrumentos estão disponíveis à comunidade científica e empresarial para a promoção da inovação tecnológica, reforçados, inclusive, por iniciativas semelhantes em alguns estados.

A existência desses instrumentos vem possibilitando um efetivo processo de formação de doutores. Todavia, o setor industrial carece de maior presença de engenheiros empreendedores e pesquisadores com atuação nas empresas. No que se refere às engenharias constata-se, no Brasil, enorme deficiência de tais profissionais, especialmente daqueles com formação apropriada para atuar em processos de inovação nos setores produtivos.

Neste contexto, o Promove tem delineado os seus objetivos principais e secundários na intenção de aproveitar novas oportunidades de mercado e de renda, pela criação de competência nacional em uma engenharia empreendedora para a inovação tecnológica e geração de riqueza pela ampliação da competitividade de produtos e serviços e a redução do "custo Brasil".

O Programa Promove, elaborado pela Abenge, em colaboração com o MCT e o MEC, está estruturado na forma dos nove subprogramas descritos a seguir.

Subprograma I – Apoio ao desenvolvimento de projetos político-pedagógicos

As diretrizes curriculares para os cursos de graduação em engenharia propõem profundas mudanças no processo de ensino-aprendizado, a partir do estabelecimento de um projeto político-pedagógico centrado no aluno, que desenvolva a sua capacidade de construir, estruturar, ordenar e buscar novas interpretações, estimulando-o à inovação tecnológica.

Nos projetos político-pedagógicos deverão constar as atividades curriculares que possibilitarão, ao longo do curso, o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para garantir o perfil profissional delineado para o engenheiro.

Para tanto, faz-se necessária uma mudança na atual postura dos corpos docente, discente e administrativo das Instituições de Ensino Superior (IES) que possibilitem as reformas curriculares sob esta nova perspectiva.

Além disto, em sendo a engenharia uma profissão com alto conteúdo social, pois dela dependem a segurança, a saúde e o conforto do ser humano, devem ser buscadas ações que permitam a inserção de componentes humanísticas e sociais nos currículos, não necessariamente na forma de disciplinas.

A adequação dos cursos de engenharia às diretrizes curriculares exigirá uma série de estudos prévios para fundamentar a escolha do perfil profissional que se deseja formar, considerando as atuais demandas sociais e do mercado bem como as suas tendências, para um levantamento dos conhecimentos exigidos atualmente e no futuro para o exercício profissional.

Nesse contexto, deve ser considerada a inserção social da instituição e as suas pretensões de atuação em níveis local, regional, e nacional.

Ações propostas: Reformas curriculares capazes de adequar os atuais currículos às Diretrizes Curriculares, buscando desenvolver ações que permitam: 1) elencar de forma participativa, as demandas locais regionais e nacionais de formação de engenheiros; 2) a prospecção das demandas tecnológicas e tendências científicas conduzidas de forma integrada com o setor industrial e de serviços nas áreas de interesse; 3) a definição do nível e da extensão da formação científica, tecnológica, gerencial e cultural do engenheiro empreendedor; 4) ao corpo docente e técnico-administrativo preparar os novos projetos curriculares; 5) introduzir atividades complementares extra-sala de aula, no processo de ensino-aprendizagem, que proporcionem a síntese e a integração de conhecimentos; 6) implantar laboratórios de ensino, para os núcleos básico, profissional e profissional específico em atendimento às demandas diretrizes curriculares para um ensino de qualidade.

Subprograma II – Apoio ao desenvolvimento de projetos de ensino

Diante dos desafios para a formação do novo perfil profissional estabelecido nas diretrizes curriculares, faz-se necessário introduzir na educação em engenharia métodos pedagógicos modernos, fundamentados

na aprendizagem, que permitam o aprender a aprender e a empreender. E assim, capacitar o futuro profissional para um mercado de trabalho bastante competitivo e internacionalizado, com mais facilidade para lidar com ambigüidades e aproveitar as inúmeras oportunidades de geração do seu próprio emprego.

Para tanto, importa despertar o espírito de investigação no estudante, dotando-o de ferramentas que permitam o desenvolvimento da pesquisa sistemática e permanente do saber. Além disso, despertar o espírito empreendedor no estudante fomentando o exercício da prática de definir problemas, projetar soluções e tomar decisões.

As questões acima levantadas implicam abordagens pedagógicas não mais centradas na transmissão do conhecimento, e sim na sua produção, onde o aluno deve ser elemento ativo no processo de ensino-aprendizado. Portanto, os desafios postos são mais de ordem metodológica do que de conteúdo.

Assim, devem ser buscadas novas metodologias de ensino que permitam a implementação da abordagem pedagógica considerada por meio de atividades curriculares que desenvolvam no aluno a criatividade, o senso crítico e uma atitude pró-ativa nas atividades curriculares, frente às inúmeras situações que configurarão a sua vida profissional.

Ações propostas: 1) desenvolvimento e implementação de novas metodologias de ensino que explorem o aprender fazendo e despertem o senso crítico e a criatividade do aluno; 2) produção de materiais didáticos que possibilitem a compreensão e aplicação de conceitos fundamentais; 3) concepção de atividades curriculares que demonstrem a utilização da teoria em favor da solução de problemas reais, desenvolvendo uma cultura investigativa permanente no aluno; 4) concepção de atividades curriculares que explorem abordagens multidisciplinares e sistêmicas de problemas da engenharia.

Subprograma III – Apoio a estágio docente e discente

No contexto de um mundo em permanente processo de mudança, o acesso à informação de ponta, a inserção em um mundo internacionalizado, a vivência diversificada de culturas e *modus operandi* do mundo do trabalho,

passam a ser pré-requisitos indispensáveis para a formação do profissional da engenharia. Neste sentido, deverá fazer parte da contínua capacitação do professor e da formação do engenheiro a interação com empresas e instituições, nacionais e internacionais, que possam contribuir para a sua visão técnico-cultural holística.

Igualmente, os estágios docente e discente em outras instituições de P&D, e em empresas, terão a função de potencializar parcerias para a apropriação do conhecimento científico em inovação tecnológica. Por outro lado, o estágio em comunidades carentes representa uma forma eficaz de inserção da componente social nos currículos de engenharia, contribuindo para o desenvolvimento de uma atitude de maior responsabilidade social do engenheiro.

Ações propostas: 1) estágios e visitas técnicas para treinamento de docentes em institutos ou centros de P&D e universidades no país e no exterior; 2) estágios e visitas técnicas e treinamento de docentes e discentes em empresas dos setores industrial e de serviços no país e no exterior; 3) missões de trabalho em comunidades carentes, como forma de despertar no profissional uma maior responsabilidade social; 4) graduação sanduíche: intercâmbio de estudantes com instituições do Brasil e do exterior.

Subprograma IV – Apoio a projetos de desenvolvimento e inovação tecnológica

A questão do desenvolvimento tecnológico no Brasil pode ser analisada sob duas diferentes óticas. Uma delas refere-se à pequena participação do país na geração de novas tecnologias e a outra à baixa inserção de tecnologia nas pequenas e médias empresas. Em ambos os casos, as universidades e, em especial, as instituições de ensino de engenharia, podem contribuir para mudar o desfavorável quadro brasileiro.

O Brasil conquistou, nos últimos anos, uma posição de destaque internacional enquanto produtor de ciência, o mesmo não acontecendo em relação à sua produção de tecnologia. Se esta posição puder ser mensurada em termos de patentes requeridas, o Brasil ocupa um lugar, no contexto mundial, extremamente modesto, e as universidades têm contribuído muito pouco para mudar esta situação: menos de 1% das patentes requeridas no país nos últimos cinco anos tiveram origem em universidades. Este quadro

aponta na direção de que as universidades e, principalmente, as escolas de engenharia têm formado poucos profissionais com perfil para a inovação. Não existe uma preocupação generalizada com a instituição de programas acadêmicos que visem despertar no estudante o interesse pelo desenvolvimento tecnológico e o empreendedorismo como forma de promover o aproveitamento do saber acadêmico para a geração de empreendimentos de base tecnológica.

Ações propostas: 1) projetos "hands-on", envolvendo alunos de graduação, como forma de incentivar a aplicação de conhecimentos teóricos à prática, promovendo a inovação tecnológica; 2) projetos de inovação tecnológica que envolvam estudantes de graduação e de pós-graduação atuando em rede de cooperação com a iniciativa privada e demais entidades de ensino e pesquisa; 3) projetos de extensão aplicados a demandas tecnológicas de pequenas e médias empresas; 4) projetos de desenvolvimento de tecnologias apropriadas às realidades regionais vocacionados para o desenvolvimento econômico e social; 5) formação e apoio ao funcionamento de empresas juniores para o desenvolvimento de ações empreendedoras de base tecnológica; 6) projetos de implantação de incubadoras de base tecnológica ou de parcerias com incubadoras existentes; 7) implantação de programas de pré-incubação de idéias objetivando induzir a geração de empreendimentos de base tecnológica; 8) cooperação e parceria internacional em tecnologias limpas e avançadas.

Subprograma V – Apoio à educação continuada

No contexto atual da dinâmica do conhecimento científico e tecnológico, não há mais o conceito de formação profissional terminal, nem de currículo estático. A universidade, no papel de geradora e difusora do conhecimento, tem a responsabilidade de oferecer, aos seus egressos e pessoal docente e discente, a oportunidade de educação continuada para a atualização e aperfeiçoamento profissional, por meio de metodologias de ensino presencial e a distância.

Ações propostas: 1) cursos de treinamento e aperfeiçoamento para docentes e discentes; 2) cursos de atualização tecnológica de profissionais dos setores industrial e de serviços; 3) utilização de novas metodologias de ensino a distância, possibilitando a atualização profissional no próprio local de trabalho.

Subprograma VI – Apoio à integração universidade-empresa e à formação de redes associadas

O Brasil vem apresentando, nos últimos anos, um preocupante déficit em sua balança de pagamentos, em parte gerado pelo setor industrial, em alguns de seus segmentos, que vêm encontrando dificuldades crescentes não só para expandir suas vendas no mercado externo, mas, também, para acompanhar o crescimento da demanda interna. Ao longo da última década, foram desenvolvidas várias ações voltadas para a melhoria da formação de engenheiros, a atualização da engenharia e a sua integração nas atividades produtivas e de interesse social.

Entretanto, embora contando com uma infra-estrutura de pesquisa bastante diversificada, o Brasil não promove suficientemente bem a cooperação entre as instituições de ensino e as empresas. A solução é dar continuidade a este processo de aproximação, argumentação que apóia esta proposta de trabalho, fundamentada no contato direto entre o pesquisador e a indústria, sobretudo, por meio do levantamento de questões referentes à capacitação e ao domínio da tecnologia aplicada pela empresa em seus produtos.

Ações propostas: 1) projetos cooperativos de P,D&I entre as instituições de ensino superior e empresas dos setores industrial e de serviço; 2) apoio à mobilidade de professores, pesquisadores, alunos e engenheiros de empresas para participação em atividades conjuntas voltadas à inovação tecnológica; 3) formação de rede cooperativa entre empresas, universidades, instituições nacionais e internacionais voltadas para ações de P,D&I; 4) missões de trabalho de docentes em instituições nacionais e internacionais e organismos de desenvolvimento de política de P,D&I; 5) ação continuada em estudos estratégicos e de prospecção tecnológica; 6) apoio à capacitação, cursos, oficinas e à realização de eventos; 7) implementação de sistema de informações do Paepe e de Rede de Profissionais de Engenharia.

Subprograma VII – Apoio à integração com o ensino médio

No Brasil, o ensino de segundo grau tem apresentado deficiências que repercutem de forma decisiva na opção dos alunos pelos cursos de engenharia. Em grande parte, muitas destas dificuldades estão relacionadas com as abordagens didático-pedagógicas usadas no ensino de disciplinas básicas essenciais para a formação do engenheiro, tais como a física, a matemática, a química e a informática.

Assim, devem ser buscadas novas metodologias que permitam motivar os professores e despertar o interesse dos alunos por essas matérias, capacitando-os adequadamente a uma opção pela engenharia quando da escolha de uma profissão.

Ações propostas: 1) estabelecer parcerias entre as universidades, municípios e estados para a capacitação de professores nas áreas de matemática, física, química e informática; 2) desenvolver ações conjuntas entre as universidades e escolas do ensino médio buscando despertar no aluno o interesse pelas ciências exatas e a tecnologia; 3) desenvolver inovações metodológicas que possibilitem um melhor aprendizado das ciências básicas e informática, buscando a utilização da teoria na solução de problemas reais; 4) apoiar feiras de ciências nas escolas e atividades científicas e culturais; 5) despertar o interesse pela engenharia, por meio da divulgação das suas áreas de atuação e sua importância para o desenvolvimento socioeconômico do país.

Subprograma VIII – Rede de profissionais seniores em engenharia

A implementação de Rede de Profissionais Seniores em Engenharia tem por objetivo primordial o estabelecimento de rede de especialistas nas diferentes áreas de engenharia, habilitados e com reconhecida experiência para proporcionar assistência técnica e cooperação com as empresas privadas, a partir das universidades e centros de pesquisa, onde é gerado o maior número de empregos no país, e para os programas de responsabilidade social da iniciativa privada em geral. A iniciativa, proposta em desenvolvimento junto ao Ministério do Trabalho e Emprego, visa contribuir para a sustentabilidade dos negócios das pequenas e médias empresas.

Subprograma IX – Apoio aos planos estratégicos de desenvolvimento tecnológico e inovaçâo das instituições de pesquisa

Apoiar, por meio da concessão de bolsas de desenvolvimento tecnológico (em estudo), a implementação de ações prioritárias dos planos estratégicos de desenvolvimento tecnológico e inovação das instituições de pesquisa, visando agregar valor e competitividade aos produtos e serviços da economia nacional.

editoraçãocgee