

PUBLICAÇÕES

- » Edições Institucionais
- » Edições Científicas
- » Competitividade da Indústria Brasileira
- » Documentos PADCT
- » Edições do PACTI
- » Nas Unidades de Pesquisa
- » Revista Parcerias Estratégicas
- » Revista Ciência da Informação

Revista Parcerias Estratégicas

Outras edições

Sumário nº 7, outubro de 1999

Os artigos da revista estão disponíveis no formato PDF.

[Clique aqui](#) caso tenha dúvidas sobre o formato

Esta edição da revista Parcerias Estratégicas foi lançada em evento realizado pelo CEE:

Seminário "A Tecnologia Espacial e seus Benefícios à Sociedade Brasileira: uma Visão Prospectiva"

Brasília, 26 de outubro de 1999

[clique para acessar material do seminário](#)



Apresentação

▶ O Brasil e as Atividades Espaciais

R.M. Sardenberg

Panorama e História da Pesquisa Espacial

▶ A Natureza Estratégica das Atividades Espaciais e o Papel da AEB

L. Gylvan Meira Filho / L.T. Guimarães Fortes / E. Dorneles Barcelos

▶ Uma Breve História da Conquista Espacial

A.B. Carleial

Espaço e Desenvolvimento

▶ Tecnologia Espacial e Desenvolvimento

Oziris Silva

▶ Benefícios Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais

E. B. Teracine

▶ Comercialização do Centro de Alcântara

D. H. Silva Filho

▶ Importância da Ciência Espacial para o Brasil

J.H. Andrade Sobral

▶ Tecnologia Espacial: Desafio Estratégico para o

Brasil

L. A. Vieira Dias

▶ **O Programa Nacional de Atividades Espaciais Frente aos Embargos Tecnológicos**

Reginaldo dos Santos

Cooperação Internacional na Área Espacial

▶ **A Cooperação Espacial na Área do Espaço**

M. Nogueira Barbosa

▶ **O Programa Brasileiro para a Estação Espacial Internacional**

P. Noronha de Souza / M. Kataoka Filho

▶ **A Posição do Brasil no Contexto Regional**

T. Maria Sausen

Exploração Espacial e Direito

▶ **Os Países em Desenvolvimento no Direito Espacial**

J. Monserrat Filho

▶ **Codificação do Direito Espacial**

V. Marotta Rangel

Tecnologia e Aplicações

▶ **O Projeto CBERS**

C. Eduardo Santana / J. R. Braga Coelho

▶ **Tecnologia Espacial e Gestão dos Recursos Naturais**

Thelma Krug

▶ **Microssatélites do INPE**

J. A. da Costa Ferreira Neri

▶ **VLS: Cenário Atual e Futuro**

Tiago da Silva Ribeiro

Memória

▶ **O Futuro das Comunicações por Satélites**

Wernher Von Braun



O Brasil e as Atividades Espaciais

Desde o lançamento do primeiro satélite artificial, há mais de quarenta anos, as atividades da humanidade no espaço exterior vêm-se desenvolvendo aceleradamente, mediante a aplicação de tecnologias avançadas e do desenvolvimento de programas de pesquisa científica cada vez mais ambiciosos e transdisciplinares. Mais recentemente, ganhou crescente relevo a colaboração em escala internacional para maximizar o uso de recursos científicos e logísticos e sua integração com as investigações dos fenômenos globais. A pesquisa científica no espaço e o desenvolvimento de tecnologias a ela associadas contribuíram, por seu turno, para a criação de um crescente mercado mundial para bens e serviços de elevado conteúdo tecnológico.

Paralelamente, incrementou-se a conscientização da fragilidade da Terra e da necessidade de um desenvolvimento voltado para a sustentabilidade em todos os campos. A revolução nas aplicações científicas e tecnológicas espaciais contemporâneas, a começar pelas telecomunicações, gerou novo modo de investigação e produção baseado no conhecimento e em informações cada vez mais precisas, mudando o significado político da utilização do espaço. Registraram-se avanços revolucionários entre outras, nas áreas da meteorologia, oceanografia, ciências da Terra, ciência dos materiais, plasmas, combustão e propulsão, bem como de modelos matemáticos e computacionais. Dados gerados por satélites são hoje indispensáveis às comunicações, ao sensoriamento remoto, à vigilância territorial e de fronteiras, ao levantamento e à prospecção dos recursos naturais e ao monitoramento das alterações do meio ambiente e das mudanças do clima.

Atento ao potencial do domínio do conhecimento e da tecnologia de acesso ao espaço para seu desenvolvimento, o Brasil realiza atividades nessa área desde o início dos anos 60. O avanço da ciência e da tecnologia espacial no País tem-se acelerado nos últimos anos e ganha papel cada vez mais importante para a sociedade brasileira. O lançamento dos dois satélites da série SCD, concebidos, projetados e fabricados no Brasil, já permitiu, na presente década, aprimorar a coleta de dados ambientais e hidrológicos em todo o território nacional. Nossa tecnologia de foguetes de sondagem está amplamente consolidada e o País já prepara sua entrada no restrito grupo que domina o ciclo completo de acesso ao espaço exterior por meio do seu primeiro veículo lançador de satélites. O Centro de Lançamentos de Alcântara, por sua localização geográfica

privilegiada, confere ao Brasil nítida vantagem comparativa em nível mundial, em razão do que o Governo federal vem realizando esforços para viabilizar seu uso comercial. Destacam-se, ainda, no panorama das atividades espaciais do País, a construção de satélites de sensoriamento remoto em cooperação com a República Popular da China, a participação brasileira na Estação Espacial Internacional (ISS) e o projeto de desenvolvimento de uma constelação equatorial de satélites de comunicação de órbita baixa.

Como consequência dessas atividades, desenvolvidas sob a égide do Programa Nacional de Atividades Espaciais, a participação e a consolidação da indústria aeroespacial brasileira são uma realidade.

Parcerias Estratégicas apresenta, nesta edição especial, um panorama atualizado da ciência e da tecnologia espacial que se desenvolve no País, com a geração de conhecimento e de benefícios para a sociedade, a partir dos múltiplos azimutes dos colaboradores nesta coletânea, selecionadas entre as principais autoridades nacionais no assunto. *Parcerias Estratégicas* proporciona assim, pela primeira vez, uma visão de conjunto da trajetória do Programa Espacial Brasileiro e da importância que lhe cabe entre as ações-chave que determinarão o papel do Brasil na ordem internacional do Século 21.

RONALDO M. SARDENBERG

Ministro da Ciência e Tecnologia

Considerações sobre a Natureza Estratégica das Atividades Espaciais e o Papel da Agência Espacial Brasileira¹

LUIZ GYLVAN MEIRA FILHO
LAURO TADEU GUIMARÃES FORTES
EDUARDO DORNELES BARCELOS

O CARÁTER ESTRATÉGICO DAS ATIVIDADES ESPACIAIS

O CENÁRIO INTERNACIONAL

Durante o período da Guerra Fria, como se sabe, as atividades espaciais foram movidas por uma forte motivação política: a demonstração de força e prestígio representada pelos gigantescos programas, de natureza simbólica, que concentraram os esforços dos Estados Unidos e da União Soviética e, conseqüentemente, influenciaram também as atividades conduzidas no resto do mundo. A maciça concentração de recursos e os enormes desafios impostos por tais programas foram responsáveis por um processo muito profícuo de geração de alta tecnologia e pela implantação, naquelas superpotências e no resto da Europa, de um formidável complexo industrial. As aplicações espaciais e as aplicações secundárias da tecnologia espacial (os chamados *spin-offs*) surgiram nesse período impulsionadas pela oferta tecnológica abundante.

Com o final da Guerra Fria e em decorrência das mudanças observadas no cenário econômico mundial, os programas espaciais em todo o mundo passaram a viver uma nova realidade, caracterizada por orçamentos governamentais mais escassos, notadamente nos países da antiga União Soviética, e pela necessidade de, cada vez mais, justificarem-se os projetos em bases econômicas. O clima de distensão resultante, por outro lado, passou a facilitar as associações entre países em projetos de cooperação e a possibilitar aos programas civis um maior acesso a tecnologias desenvolvidas para os programas militares (como as imagens de sensoriamento remoto com alta resolução).

¹ Texto originalmente preparado para palestra proferida no IV Encontro do Núcleo de Estudos Estratégicos da UNICAMP, realizado em Campinas em maio de 1998.

Neste novo cenário, o caráter estratégico da tecnologia espacial evidencia-se particularmente a partir da constatação de sua grande aplicabilidade em novos temas de interesse da opinião pública mundial, representados principalmente pela *sociedade da informação* (o projeto do sistema Teledesic, onde 288 satélites em órbita baixa deverão prover transferências de dados ponto-a-ponto em alta velocidade – possibilitando, por exemplo, uma Internet de alta performance – é um exemplo emblemático), pelas *questões ambientais* (o projeto EOS – onde um complexo de satélites e sistemas terrestres se dedicará ao estudo de fenômenos globais e ao monitoramento atento do meio ambiente – é um importante exemplo) e pela emergência de *conflitos regionais* (como a Guerra do Golfo e o recente conflito dos Balcãs). Em decorrência, têm-se hoje, no âmbito mundial, uma grande ênfase em projetos voltados às aplicações espaciais nas áreas de telecomunicações, meio ambiente e observação da Terra. A componente política continua, entretanto, a pesar fortemente na justificativa de importantes projetos. O caso da Estação Espacial Internacional, um poderoso símbolo da união entre os povos, ilustra bem esta assertiva.

O MERCADO

O caráter estratégico das atividades espaciais acentua-se quando se consideram, ainda que de forma bastante agregada, algumas estimativas disponíveis para o mercado mundial. Ao longo dos próximos 10 anos, estima-se que a indústria espacial *stricto sensu* (satélites e veículos lançadores) deverá realizar vendas no montante de 50 bilhões de dólares. Em contrapartida, no mesmo período as aplicações comerciais, em áreas como telecomunicações, observação da Terra, navegação etc., deverão movimentar 450 bilhões de dólares. Estima-se também que, acumulado nesse mesmo período, o total dos orçamentos dos programas governamentais civis em todo o mundo representará 200 bilhões de dólares.

Saliente-se que o número de agentes atuando no mercado espacial vem crescendo e tende a crescer continuamente, em quantidade e variedade, a medida em que as aplicações espaciais ampliam-se e tornam-se cada vez mais acessíveis. Saliente-se, ainda, o crescente papel da iniciativa privada no suprimento desses bens e serviços, atividade antes inteiramente limitada a instituições governamentais.

OS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

A natureza estratégica das atividades espaciais fica também em evidência quando se consideram os benefícios econômicos delas decorrentes.

Além dos benefícios diretos mensurados pelo mercado, há que se lembrar os benefícios indiretos que se materializam de diferentes formas, como os benefícios comerciais (o selo da qualidade espacial) e tecnológicos (os *spin-offs*, e os *spill-overs*) auferidos pelas empresas participantes dos programas espaciais, ou aqueles decorrentes da utilização indireta da informação espacial, como no caso da utilização, em modelos de previsão numérica do tempo, de parâmetros meteorológicos inferidos a partir de imagens de satélites.

Alguns estudos realizados pela NASA verificaram taxas de retorno associadas aos investimentos nos programas espaciais da ordem de 7 para 1. Similarmente, estudos da agência espacial europeia, a ESA, que avaliaram os retornos sobre os recursos despendidos em contratos industriais, indicaram taxas de 3 para 1. Reportando-nos ao exemplo das previsões do tempo, estimativas sobre o valor potencial da informação meteorológica no setor agrícola brasileiro indicam um impacto da ordem de 2 bilhões de dólares ao ano.

O reflexo dos investimentos em atividades espaciais sobre a mão-de-obra merece também uma breve consideração. Estima-se na Europa que para cada 65 mil dólares anuais despendidos em um contrato industrial gera-se um emprego direto na indústria espacial. Esse efeito multiplica-se ao se considerar os empregos indiretos. Saliente-se a alta qualificação do posto de trabalho aqui considerado, que, além do valor econômico intrínseco, representa um importante estímulo aos jovens em fase de definição profissional.

É interessante também observar alguns dados que evidenciam o alto valor agregado do *produto espacial*. Assim, calculando-se o valor agregado em reais por quilograma do produto final, obtém-se números como 0,30 para o produto agrícola, 10 para automóveis, 100 para eletrônicos, 1000 para aviões e 50.000 para satélites.²

O ACESSO PRIVILEGIADO ÀS INFORMAÇÕES

As situações de conflito militar, ou mais genericamente de excepcionalidade, ilustram claramente mais um importante aspecto estratégico das atividades espaciais. A imprensa mundial comentou largamente, à época, a intensiva utilização das imagens de satélites durante a Guerra do Golfo, a que se atribuiu importante papel na definição rápida do conflito. Um outro episódio, embora mais antigo,

² "Setor Aeroespacial Brasileiro, Oportunidades e Desafios", Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil, São José dos Campos, Janeiro de 1998.

tem especial apelo para nossa comunidade: durante a Guerra das Malvinas, o Brasil perdeu acesso a informações de satélites do sistema meteorológico mundial, sonegadas à América do Sul como forma de privilegiar os ingleses em relação aos argentinos. Um outro exemplo, ainda na esfera das informações meteorológicas mas fora do contexto militar, costuma também ser lembrado com frequência: há alguns anos, em resposta a uma falha de um dos satélites do sistema Meteosat que iria comprometer a cobertura da Europa, muito naturalmente deslocou-se para aquela região o satélite situado sobre o Atlântico Sul, com evidentes prejuízos para o Brasil e seus vizinhos.

Os episódios aqui lembrados falam em favor da disponibilidade pelos países e comunidades de alternativas próprias de acesso a informações, em particular aquelas fornecidas por sistemas espaciais. São considerações dessa natureza que motivam hoje, por exemplo, a comunidade europeia a desenvolver um sistema próprio de localização e apoio à navegação por satélites (sistema ENSS), de âmbito global, como alternativa ao sistema GPS americano que, face ao controle militar, torna disponível para uso civil apenas dados com precisão sensivelmente degradada.

O PAPEL DO ESTADO

Apesar do crescente envolvimento comercial na área espacial, o Estado persiste, em todo o mundo, em seu papel regulador e estimulador. Além do já tradicional suporte a programas de cunho científico, as agências espaciais têm envidado esforços no sentido de viabilizar a participação de seu próprio complexo industrial nos segmentos onde este já apresenta uma qualificação específica para tais atividades. Isto se torna mais indispensável ao observar-se a abertura de novos nichos no mercado espacial, particularmente no segmento de telecomunicações, o que acarreta a necessidade de constante qualificação das empresas envolvidas. Para tanto, o Estado deve exercer seu papel de estimulador do desenvolvimento científico e tecnológico, a par dos investimentos privados. De modo geral, existe uma relação direta entre o orçamento governamental e o nível de produção da indústria espacial de um país.

No caso do Brasil, como veremos a seguir, o Estado assume, ainda, o papel do principal usuário das aplicações espaciais de particular interesse para o País.

PECULIARIDADES DA SITUAÇÃO BRASILEIRA

Conforme ressalta a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) em suas Considerações Gerais: “As

características geo-econômicas do Brasil fazem com que sejam muito expressivas as potencialidades de aplicação da tecnologia espacial no atendimento a um rol numeroso de necessidades nacionais. Essas características incluem a grande extensão territorial; a concentração demográfica ao longo da zona costeira; as vastas regiões de florestas tropicais; as amplas áreas de difícil acesso e baixa ocupação; as extensas fronteiras e costa marítima; e o significativo volume de recursos naturais ainda insatisfatoriamente mapeados.”

É interessante detalhar-se um pouco alguns aspectos abrangidos nesta citação. Primeiramente, cumpre ressaltar que oficialmente ainda se conhece muito pouco sobre o território brasileiro, o que faz com que sistemas orbitais de observação da Terra possam ser de grande utilidade no apoio a atividades como mapeamento geológico, cartográfico e florestal, prospecção de recursos minerais, avaliação de uso da terra, além do acompanhamento de desflorestamentos e das alterações da fronteira agrícola. Assim, por exemplo, enquanto a França é toda mapeada geologicamente numa escala de 1:50.000, em 1992 o mapeamento geológico mais completo do Brasil só existia numa escala de 1:1.000.000; apenas 7 % deste território estava mapeado na escala de 1:100.000, e menos de 1% na escala de 1:50.000³.

Outro aspecto interessante diz respeito à localização equatorial do território brasileiro, que permite, por exemplo, que se possa dispor de um centro de lançamento de satélites, como o de Alcântara, capaz de propiciar sensível economia de propelente em relação a lançamentos efetuados da maioria dos demais centros existentes no mundo, ou ainda, que se possa conceber um sistema de comunicações em órbita baixa capaz de cobrir o território nacional com um número bastante reduzido de satélites. A associação deste conceito com a grande carência de comunicações em regiões remotas, como a amazônica, formou a base para a proposta do sistema ECO-8 submetida ao presidente da República em 1994.

A localização peculiar do território brasileiro possibilita, também, vantagens comparativas na condução de pesquisa científica sobre alguns fenômenos ou temas específicos. São exemplos o eletrojato equatorial, a anomalia magnética brasileira, as bolhas de plasma (que interferem nas comunicações), as interações oceano-atmosfera no Atlântico Sul (de grande importância na modelagem do clima), ou os impactos das ações antrópicas na região amazônica sobre os climas regional e global.

³ Dados fornecidos pelo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

A AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA E O PROGRAMA NACIONAL

Considerações de natureza estratégica, como as brevemente tratadas na seção anterior, certamente influenciaram as decisões que deram origem ao programa espacial brasileiro, e estão também no cerne do processo de planejamento do futuro de nossas atividades espaciais. Na seqüência deste trabalho buscar-se-á, de forma bastante resumida, recapitular os principais resultados já alcançados pelo programa espacial e apresentar tanto a estrutura institucional que coordena e executa as atividades espaciais no País, quanto a política e o programa nacionais em vigência para o setor.

PRINCIPAIS RESULTADOS

Os investimentos brasileiros no campo espacial, durante os últimos 30 anos, permitiram ao Brasil formar quadros competentes de especialistas, consolidar instituições nacionais de pesquisa e desenvolvimento, implantar importantes instalações de infra-estrutura e iniciar a formação de uma indústria espacial brasileira. Permitiram, ainda, a disseminação das técnicas de comunicações, navegação, sensoriamento remoto e meteorologia por satélites, que, conforme já enfatizado, são de grande potencialidade no equacionamento de inúmeros problemas nacionais.

A Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), iniciada em 1979, representou o primeiro grande programa nacional no âmbito do espaço e a adoção do modelo, consagrado mundialmente, de desenvolvimento através de compromissos ambiciosos e de longo prazo.

A MECB logrou êxito, merecendo destaque, entre seus resultados, os lançamentos com sucesso dos dois primeiros satélites desenvolvidos no Brasil, o SCD-1 e o SCD-2; a implantação da infra-estrutura básica para as futuras missões espaciais brasileiras, incluindo-se o Laboratório de Integração e Testes (LIT) e o Centro de Rastreo e Controle de Satélites (CRC), ambos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Resultados dignos de igual destaque foram a implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e a consecução das principais etapas de desenvolvimento do primeiro Veículo Lançador de Satélites, o VLS-1, ambos pelo Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento (Deped), do Ministério da Aeronáutica (MAer).

É de conhecimento geral que o primeiro protótipo do VLS-1 teve seu teste inaugural em vôo em novembro de 1997 e, conforme destacou o

Senhor Presidente da República em sua mensagem ao Congresso Nacional referente ao exercício de 1997, "... apesar das dificuldades técnicas, foi um marco que expressa a capacidade da engenharia espacial brasileira." A mensagem presidencial destaca ainda que a campanha de lançamento do primeiro protótipo representou, também, a primeira experiência do Centro de Alcântara em lançamentos orbitais, passo importante para a qualificação daquelas instalações à oferta de serviços de caráter comercial, com vistas ao mercado internacional, extremamente promissor.

Com relação ao SCD-1, nunca é demais lembrar que, lançado em fevereiro de 1993, permanece operacional há mais de seis anos, a despeito de projetado para uma vida útil de um ano. Este, sem dúvida, é também um feito que não deve ser ignorado, permitindo que hoje se disponha em operação simultânea de dois satélites de coleta de dados ambientais⁴.

Por meio do incentivo às indústrias brasileiras, com a participação em contratos relativos aos projetos dos satélites e veículos lançadores, o programa espacial vem lançando, gradativamente, suas raízes em nosso parque industrial. A viabilização de um pólo tecnológico em São José dos Campos é um marco neste processo de envolvimento do setor empresarial. Os efeitos multiplicadores da capacitação tecnológica estão sendo continuamente ampliados, difundindo-se em diversas áreas do setor produtivo nacional. São também inúmeros os exemplos de aplicação secundária de tecnologias desenvolvidas para o programa espacial brasileiro (os *spin-offs*) e a própria imprensa já tem feito alguma divulgação desses resultados⁵. Apenas para mencionar uns poucos exemplos, cumpre lembrar a implantação de uma instalação industrial, pela Petroflex, para produção do PBLH (polibutadieno líquido com terminação hidróxila), com aplicação na indústria de tintas e solventes, entre outros; ou a produção e comercialização, pela Andrade Gutierrez Química, do perclorato de amônio e ácido perclórico; ou, ainda, a produção do aço de ultra-alta resistência 300M, em parceria do IAE/CTA com a Eletrometal, a Usiminas e a Acesita. Vale lembrar, também, a crescente utilização pela indústria das facilidades do Laboratório de Integração e Testes de Satélites (LIT), em particular para o teste da eletrônica embarcada de veículos automotivos, bem como a utilização de soluções desenvolvidas para atividades de rastreamento e controle de sistemas espaciais tanto na modernização de pedágios em nossas auto-estradas, quanto na fabricação de equipamentos médicos de monitorização, ou, ainda, o

⁴ O SCD-2 foi lançado com sucesso em 22 de outubro de 1998.

⁵ Recomenda-se a leitura da reportagem "Brasil lucra com a corrida espacial", da jornalista Luciana Nunes Leal, publicado no jornal do Brasil de 15/2/1998.

amplo emprego em outros setores industriais dos materiais compostos desenvolvidos para o programa de lançadores.

Neste breve retrospecto faz-se mister ressaltar, também, o papel cumprido pelas atividades espaciais brasileiras no estreitamento de relações internacionais, o que é claramente demonstrado pelos acordos firmados com os EUA, Rússia, Argentina, China e França, bem como pela participação brasileira nos principais foros mundiais da área espacial. Neste contexto o programa com a China para o desenvolvimento conjunto de satélites de observação da Terra (projeto CBERS) é emblemático. Iniciado em 1988, representou um elemento fundamental no processo político de estreitamento de relações diplomáticas com aquele país, de inegável importância no cenário político e econômico mundial.

A AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA E O SISTEMA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES ESPACIAIS

A criação da Agência Espacial Brasileira (AEB) representou uma clara sinalização do reconhecimento pelo governo da importância das atividades espaciais, decorrente não apenas do amplo rol de realizações concretas mas, também, do potencial dessas atividades nas esferas científica, tecnológica, econômica e política.

A AEB foi criada em 10 de fevereiro de 1994, através da Lei nº 8.854, na forma de uma autarquia federal de natureza civil, vinculada à Presidência da República, com a finalidade de promover o desenvolvimento das atividades espaciais de interesse nacional.

Substituindo a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (Cobae), comissão interministerial presidida pelo ministro chefe do Estado-Maior das Forças Armadas (EMFA) na coordenação do programa espacial brasileiro, a Agência veio dotar essas atividades de uma infra-estrutura própria mais condizente com as demandas do setor, e reafirmar para a comunidade internacional o caráter essencialmente pacífico das atividades espaciais brasileiras. O fortalecimento dessas posições mostrava-se essencial, principalmente ao se considerar as mudanças já descritas do cenário internacional, que apontavam para uma crescente integração entre os programas espaciais dos diferentes países, e ao se recordar as dificuldades enfrentadas pelo programa nacional face a restrições impostas pelo G-7 à exportação de tecnologias classificadas como sensíveis.

Conforme estabelecido por sua lei de criação, a AEB, hoje vinculada ao Gabinete do Ministro Extraordinário de Projetos Espaciais, tem uma

ampla gama de competências, incluindo: atualizar e executar a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais; elaborar o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) e respectivas propostas orçamentárias; promover o relacionamento com instituições congêneres, no País e no exterior; estimular a participação crescente tanto da iniciativa privada quanto de universidades e outras instituições nacionais de ensino, pesquisa e desenvolvimento nas atividades de interesse da área espacial; e estabelecer normas e expedir licenças e autorizações relativas às atividades espaciais.

Cabe à AEB coordenar as atividades brasileiras que são executadas de forma descentralizada por outras instituições, constituindo o denominado Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (Sindae). O INPE é responsável por projetos de desenvolvimento de satélites e tecnologias associadas, bem como por pesquisa e desenvolvimento no campo das aplicações espaciais, com ênfase nas áreas de observação da Terra e de ciências espaciais e atmosféricas. O Deped, através do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), incumbe-se do desenvolvimento de lançadores de satélites e de foguetes de sondagem. O Ministério da Aeronáutica é também responsável pela construção e operação do CLA e pela operação do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno. As universidades brasileiras têm sido chamadas a participar do programa espacial tanto como proponentes de projetos de P&D quanto como consultores técnicos e científicos. O setor privado, como anteriormente ressaltado, tem sido contratado para desenvolver e fornecer sistemas, equipamentos e serviços.

OS INSTRUMENTOS REGULADORES

Além dos instrumentos reguladores nacionais específicos da atividade espacial, deve-se ressaltar a adesão do Brasil como signatário de importantes tratados, convenções e acordos do Direito Espacial Internacional. Ramo mais recente do direito internacional, o direito espacial surgiu da necessidade do estabelecimento de um regime jurídico para o espaço exterior, tendo em vista o ritmo crescente das atividades astronáuticas. O Brasil, como ator destacado neste novo palco de atividade humana, tornou-se signatário de documentos como:

- Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes (1967).
- Acordo sobre o Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico (1968).

- Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais (1972).

A adesão ao MTCR, em fevereiro de 1994, sinalizou inequivocamente a disposição do governo brasileiro em participar de forma ativa no esforço internacional de controle de tecnologias de uso duplo, como exemplificado pela modernização de nossa legislação. Em dezembro do mesmo ano, a Exposição de Motivos nº 35, da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), encaminhava ao presidente da República as “Diretrizes-Gerais para Exportação de Bens Relacionados a Mísseis e Serviços Diretamente Vinculados”, as “Instruções para a Realização das Operações de Exportação de Bens Relacionados a Mísseis e Serviços Diretamente Vinculados” e a “Lista de Bens Relacionados a Mísseis e Serviços Diretamente Vinculados”. Neste contexto, cabe à AEB, sob a supervisão do ministro de Estado Extraordinário de Projetos Especiais e em coordenação com os demais órgãos a ele subordinados, a execução das Diretrizes-Gerais, em conjunto com os Ministérios da Marinha; Exército; Aeronáutica; Relações Exteriores; Desenvolvimento, Indústria e Comércio; Ciência e Tecnologia; e Estado-Maior das Forças Armadas. Por meio do Decreto 9.112, de 10/10/1995, que “Dispõe sobre a Exportação de Bens Sensíveis e Serviços Diretamente Vinculados”, o Brasil disciplinou a exportação de bens de uso duplo, de aplicação bélica e aqueles em uso nas áreas nuclear, química e biológica.

Com tais dispositivos legais, o governo brasileiro passa a contribuir efetivamente para a limitação dos riscos de proliferação de armas de destruição em massa, sem prejuízo para o seu próprio programa espacial.

A POLÍTICA NACIONAL

A presente atualização da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais, elaborada pela Agência Espacial Brasileira e aprovada por decreto do Presidente da República em dezembro de 1994, estabelece conceitos, princípios, objetivos e diretrizes que deverão nortear as ações do Governo brasileiro voltadas à promoção do desenvolvimento das atividades espaciais de interesse nacional.

O objetivo principal identificado pela PNDAE consiste em *promover a capacidade do País para, segundo conveniência e critérios próprios, utilizar os recursos e técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira.*

Para alcançar suas metas, a PNDAE estabelece objetivos específicos que podem ser sintetizados como:

- Estabelecer competência técnico-científica na área espacial, que possibilite ao País atuar com real autonomia em situações bem definidas, como na seleção de alternativas tecnológicas para a solução de problemas brasileiros, bem como nas negociações de acordos e tratados internacionais envolvendo matérias pertinentes às atividades espaciais.

- Promover o desenvolvimento de sistemas espaciais, bem como de meios, técnicas e infra-estrutura de solo correspondentes, que venham propiciar ao Brasil a disponibilidade de serviços e informações de sua necessidade ou interesse.

- Adequar o setor produtivo brasileiro para participar e adquirir competitividade em mercados de bens e serviços espaciais.

Algumas das principais diretrizes fixadas pela PNDAE são resumidos a seguir:

- Devem receber prioridade os projetos capazes de mobilizar esforços e recursos na direção de objetivos desafiadores, significativos e meritórios, bem como aqueles que busquem soluções, propiciadas pelos conhecimentos e meios espaciais, para problemas de âmbito nacional ou de interesse para o País.

- Projetos em cooperação internacional devem ser estimulados, desde que sejam claramente benéficos para todos os participantes e que contribuam para a consecução dos objetivos desta política.

- A indústria nacional deve ser estimulada a participar ativamente dos projetos espaciais, os quais deverão oferecer oportunidades de qualificação de empresas brasileiras como fornecedores de sistemas, produtos e serviços espaciais.

- As ações concebidas para buscar os objetivos desta política devem abranger todas as atividades e meios necessários para garantir que os resultados obtidos serão traduzidos em benefícios reais para a sociedade brasileira.

- A decisão sobre novos projetos deverá requerer a consideração formal de custos e benefícios, devendo enfatizar a utilização eficiente de recursos e dar preferência a iniciativas que possam antecipar a obtenção de resultados.

- As atividades espaciais brasileiras devem ser organizadas em um Programa Nacional, composto por programas específicos cobrindo

todas as diferentes áreas de atuação, os quais deverão guardar entre si relações de coerência de curto e longo prazos.

O PROGRAMA NACIONAL

O Programa Nacional de Atividades Espaciais foi inicialmente aprovado em agosto de 1996. Concebido para cobrir um período de 10 anos e ser revisado regularmente, organiza as atividades espaciais brasileiras em grandes programas dirigidos à consecução dos objetivos da Pndae. Ao fazê-lo, leva em consideração a história e as conquistas das atividades espaciais brasileiras desenvolvidas desde os anos 60, as capacitações disponíveis no país e as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional. A versão vigente foi revista e atualizada para o período 1998-2007 e deve constituir a referência básica para os processos de planejamento e de tomada de decisões dos órgãos integrantes do Sindae.

Atualmente, o PNAE abrange sete grandes programas: Aplicações Espaciais, Satélites e Cargas Úteis, Veículos Lançadores, Infra-Estrutura Espacial, Pesquisa e Desenvolvimento, Formação e Aperfeiçoamento de Recursos Humanos e Capacitação do Setor Produtivo Nacional.

Considerando-se que a MECB realizou suas metas centrais com o evento do lançamento do primeiro protótipo do VLS-1, fica clara a necessidade do estabelecimento de novos objetivos e projetos. Por este motivo, desde a criação da AEB uma das preocupações maiores tem sido a de balizar os novos desenvolvimentos que envolverão a comunidade de C&T e o parque industrial brasileiros. Dentre os novos projetos, em estudo ou em andamento, especial relevo deve ser dado à participação brasileira na construção e operação da Estação Espacial Internacional (ISS). Além das oportunidades de realização de experimentos científicos a bordo e do envio de astronautas, deve ser frisado o fato de que o Brasil constitui-se no único país em desenvolvimento a tomar parte no maior empreendimento tecnológico da história, envolvendo 16 países e um orçamento total da ordem de 40 bilhões de dólares. Sob a égide da parceria internacional, ademais, estuda-se a construção de lançadores mais complexos e poderosos, a participação em projetos relacionados ao estabelecimento de constelações de satélites de comunicação e o desenvolvimento de satélites ambientais.

Descontando-se a situação atípica de 1999, decorrente da necessidade de medidas extremas de ajuste fiscal, o orçamento para as atividades espaciais brasileiras tem se mantido estável nos últimos anos, situando-se em um patamar em torno de US\$ 100 milhões para projetos e outros US\$ 80 milhões para salários, atividades de apoio e manutenção

da infra-estrutura. A maior parte destes recursos é proveniente do Governo Federal, através da AEB, do MCT e do MAer. Nos anos recentes, a distribuição orçamentária tem priorizado principalmente os programas de desenvolvimento de satélites e cargas úteis (37%), infra-estrutura espacial (32%) e veículos lançadores (19%). No futuro, espera-se que possa haver um gradual e persistente crescimento dos investimentos no setor, de forma consistente com a política governamental de longo prazo de aumentar substancialmente os investimentos do país em ciência e tecnologia e consistente, também, com o reconhecimento do grande potencial das atividades espaciais para um país com as características do Brasil.

É mister que se continue investindo de forma consistente para manter e ampliar as posições conquistadas. Cabe também ao Governo, através de ações coordenadas pela Agência Espacial Brasileira, a necessária articulação das áreas técnico-científicas com a empresarial, e o estímulo à formação de parcerias e intercâmbios com as empresas estrangeiras. A aplicação comercial das tecnologias espaciais cresce em todo o mundo em ritmo acelerado. Consolidar o potencial tecnológico e industrial do País é uma das diretrizes a ser mantida em destaque nas políticas governamentais.

RESUMO

Neste artigo mostra-se que a atividade espacial, com intensidade crescente nos últimos anos, vem se tornando um campo de ação de agentes não apenas técnicos e científicos, como também econômicos e políticos. Diversamente da bipolaridade da era da Guerra Fria, o atual quadro caracteriza-se pela variedade não apenas de nações mas também de grupos empresariais partícipes em empreendimentos multinacionais. Neste quadro cada vez mais complexo e dinâmico, a necessidade do pensamento estratégico é patente, ainda mais ao se ponderar a relevância das atividades espaciais para o País. Será a partir de uma compreensão ampla do contexto internacional das atividades espaciais que deverão ser elaboradas as linhas mestras que guiarão as iniciativas nacionais. Através de ações coordenadas pela AEB, dispõe-se atualmente de uma Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais e do Programa Nacional de Atividades Espaciais.

Como resultado de decisões estratégicas do passado, no que tange ao setor espacial o Brasil ocupa hoje um papel de destaque no cenário mundial. Apesar de dificuldades orçamentárias crônicas, situa-se entre os únicos 15 países do mundo a terem desenvolvido com sucesso um satélite, dispõe de um dos 14 centros de lançamento de satélites operacionais em todo o mundo, e será em breve provavelmente o nono país a dispor de seu próprio veículo lançador de satélites. Em função destas posições já conquistadas, intensificam-se constantemente as manifestações de interesse e as oportunidades de novos projetos em parceria internacional, entre as quais certamente destaca-se aquela de tornar-se o único país em desenvolvimento a participar da Estação Espacial Internacional.

ABSTRACT

This article argues that in recent years space activities are increasingly involving not only scientific and technological agents but also economic and political ones. Differently from the bipolarity of the Cold War era, the present stage is characterized by the variety not only of nations, but also of entrepreneurial groups taking part in multinational endeavors.

In this increasingly complex and dynamic scene, the need for strategical rationale becomes clear, even more when the relevance of space activities for Brazil is taken into account. The main guidelines for the national initiatives in the area must be based on a deep understanding of the international context of space activities.

Presently, the Brazilian space activities are guided by the National Policy for the Development of Space Activities and the National Program of Space Activities, with actions coordinated by the Brazilian Space Agency (AEB).

As a result of strategical decisions made in the past, Brazil occupies today a relevant role in the space segment world scenario. Although having to face continuous budgetary constraints, it is among the only 15 countries in the world that successfully developed a satellite, it has one of the 14 operational satellite's launch centers in the world, and it will soon become the ninth country to have its own satellite launching vehicle.

As a consequence of the position it has attained in the international space scene, Brazil has been facing a growing number of offers and opportunities to take part of projects in cooperation with foreign partners. Among those, the opportunity to become the only developing country to participate of the International Space Station program should be highlighted.

Os Autores

LUIZ GYLVAN MEIRA FILHO é Presidente da Agência Espacial Brasileira (AEB). Engenheiro eletrônico formado pelo ITA, é doutor em Astrogeofísica pela Universidade do Colorado em Boulder, EUA. No INPE, foi Diretor Científico, Diretor dos departamentos de Meteorologia e de Observação da Terra, e Chefe do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPETEC). Na Organização Meteorológica Mundial (OMM) foi Diretor Regional para as Américas e encarregado da pesquisa sobre previsões de longo prazo. Exerceu, também, a função de Diretor Científico da Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espacial (FUNCATE). Entre as condecorações recebidas incluem-se as de Comendador da Ordem Nacional do Mérito Científico, Comendador da Ordem do Rio Branco, Comendador da Ordem do Mérito Aeronáutico e a Medalha do Mérito do Serviço Nacional de Meteorologia do Paraguai.

LAURO TADEU GUIMARÃES FORTES é Diretor do Departamento de Planejamento e Coordenação (DPL) da AEB. Engenheiro eletrônico formado pelo ITA, é doutor pela Universidade de Stanford, California, EUA. Foi Coordenador de Planejamento Estratégico do INPE, Diretor Técnico da FUNCATE e professor do Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação da UNICAMP.

EDUARDO DORNELES BARCELOS é Coordenador-Executivo da Presidência da AEB, onde exerceu também as funções de Diretor-Interino do Departamento de Programas Espaciais e de Coordenador do DPL. Doutor pela USP, foi anteriormente pesquisador assistente do Museu de Astronomia e Ciências, no Rio de Janeiro, e do Museu Emilio Goeldi, no Pará.

Uma Breve História da Conquista Espacial

AYDANO BARRETO CARLEIAL

Na imaginação humana, a conquista do espaço exterior deve ter começado na pré-história, com a contemplação do céu.

Dezenas de milhares de anos mais tarde, já na antigüidade histórica, alguns povos civilizados aprenderam a descrever e prever com admirável precisão o movimento aparente dos astros na abóbada celeste.

Entretanto, até a Idade Moderna o Universo permaneceu inteiramente misterioso. Os bandeirantes já tinham desbravado o interior do Brasil quando, finalmente, na Europa, foram descobertas leis físicas capazes de explicar os movimentos dos corpos celestes (entre os quais a própria Terra). Ficou demonstrado que os objetos materiais com que convivemos na superfície da Terra estão sujeitos a essas mesmas leis.

A partir dessa época o conhecimento científico da Natureza vem se acumulando. O espaço exterior deixou de ser inacessível. Todavia a cada nova descoberta a humanidade constata que o mistério do Universo é maior e mais fascinante do que antes se imaginava.

Há trezentos anos, no fim do século XVII, um hipotético discípulo de Isaac Newton já teria conhecimentos de física suficientes para analisar a dinâmica de vôo de uma nave espacial. Poderia até fazer uma estimativa da propulsão necessária ao lançamento. Seus cálculos demonstrariam que construir uma tal nave e lançá-la ao espaço estava completamente fora do alcance da tecnologia então disponível. De fato, não é nada fácil acelerar um objeto às enormes velocidades que possibilitam iniciar um vôo espacial a partir da superfície da Terra. A propósito, naquela época só faria sentido explorar o espaço com naves tripuladas, as quais pesariam toneladas e teriam de ser capazes de trazer os astronautas, vivos, de volta para casa. Não havia outra forma de tirar proveito da experiência. As comunicações pelo rádio só seriam inventadas duzentos anos mais tarde, no fim do século XIX, e equipamentos automáticos capazes de substituir o ser humano na exploração do espaço só se tornariam realidade em pleno século XX. Por tudo isso, até 1957 as viagens espaciais foram apenas um sonho, que se expressava na ficção literária.

Entre os pioneiros de estudos e experimentos em astronáutica merecem destaque Konstantin E. Tsiolkovsky, Robert H. Goddard e Hermann Oberth. Trabalhando independentemente, quase sempre com poucos recursos, eles resolveram problemas de engenharia e demonstraram que foguetes de propulsão química poderiam um dia levar cargas úteis ao espaço. Em geral seus trabalhos foram mal compreendidos e receberam pouco apoio. A possibilidade concreta de uso militar dos foguetes é que levou os governos da Alemanha, da URSS e dos EUA, a partir de um dado momento, a apreciar e aproveitar os resultados obtidos por esses pioneiros. Durante a Segunda Guerra Mundial a Alemanha investiu no desenvolvimento de foguetes de propelentes líquidos para transportar “bombas voadoras”. Até o fim da guerra Oberth trabalhou com Wernher Von Braun e uma equipe de especialistas na base de Peenemünde. Depois da guerra, os EUA e a URSS aproveitaram a experiência dos alemães em seus programas de armamentos, cujos foguetes oportunamente também se prestariam à exploração do espaço.

O lançamento do primeiro satélite artificial da Terra, o Sputnik 1, a 4 de outubro de 1957, marca o início da Era Espacial. Era uma esfera de alumínio de 58 cm de diâmetro e 84 kg de massa, com instrumentos rudimentares e um transmissor de rádio. Entrou em órbita elíptica entre 230 e 942 km de altura. Um mês depois a URSS pôs em órbita o segundo Sputnik, de meia tonelada, com uma cadela a bordo, usando um foguete com empuxo de centenas de toneladas. O primeiro satélite lançado pelos EUA com sucesso foi o pequeno Explorer 1, de 8 kg, em 31 de janeiro de 1958. A vida útil desses primeiros satélites em geral não passava de poucas semanas.

A URSS atingiu a Lua com uma sonda de impacto (Luna 2) em setembro de 1959. No mês seguinte, com a Luna 3, obteve imagens da face da Lua que nunca é vista da Terra. Em 1960 os EUA lançaram um satélite meteorológico (Tiros 1), um satélite de navegação (Transit 1B) e um satélite passivo de comunicações (Echo 1). Este último era um enorme balão esférico inflado no espaço para refletir as ondas de rádio. Ao findar aquele ano já tinham entrado em órbita 44 satélites. Impulsionada pela Guerra Fria, a corrida espacial entre as duas superpotências começava a gerar resultados científicos importantes, como a descoberta dos cinturões de radiação que circundam nosso planeta.

Por alguns anos a URSS e os EUA foram os únicos países capazes de explorar o espaço. Aos demais faltava a capacidade de lançamento. O desenvolvimento de grandes foguetes guiados, custoso e incerto, estava então intimamente ligado à necessidade de produzir mísseis balísticos de longo alcance. A URSS, por esforço próprio, inspirada na tradição de

Tsiolkovsky e aproveitando alguns técnicos e materiais capturados da Alemanha em 1945, foi a primeira a produzir foguetes de grande empuxo, que lhe deram clara vantagem até meados da década de sessenta. Os EUA dispunham de amplos recursos econômicos e tecnológicos, tinham experiência própria graças ao trabalho de Goddard, e contavam com os melhores especialistas de Peenemünde. Entretanto, em boa parte devido a problemas organizacionais, ficaram a reboque da URSS no início da corrida espacial. Até o lançamento do Sputnik 1 a perspectiva da exploração do espaço não empolgara a opinião pública nos EUA, onde o assunto era visto em setores do governo como uma disputa entre grupos rivais do Exército, Marinha e Força Aérea.

O impacto causado pelo sucesso dos soviéticos levou os EUA a uma reação rápida e exemplar: houve uma autocrítica implacável, cresceu a demanda popular por resultados imediatos e o governo entendeu que precisava se reorganizar. O “efeito Sputnik”, além de diligenciar a criação da NASA, agência espacial constituída com base nos centros de pesquisa e equipes técnicas já disponíveis, desencadeou um processo de mudanças no sistema educacional. Em todo o país houve um esforço para ampliar e melhorar o ensino de matemática e ciências nas escolas. A corrida espacial marcou presença até nos jardins-de-infância norte-americanos, onde muitas crianças aprenderam primeiro a contar na ordem regressiva, como nos lançamentos: 10, 9, 8, ...

Quais outros países tinham condições de tornar-se exploradores do espaço a partir de 1960? A Alemanha e o Japão estavam na situação peculiar de potências derrotadas na Segunda Guerra Mundial, com restrições externas ou auto-impostas a tudo que pudesse se relacionar com armamentos. Por isso o desenvolvimento da indústria espacial nesses países foi mais tardio em determinados setores – o que não impediu que ambos chegassem à vanguarda, onde seguramente se encontram hoje. A Grã-Bretanha tinha recursos técnicos e outras condições favoráveis, mas adotou uma linha discreta em seus projetos espaciais, apoiando-se mais na Aliança Atlântica, como fez também na área nuclear. Pôs em órbita um pequeno satélite em 1971. A França, ao contrário, além de participar dos planos e programas internacionais europeus, desde cedo mostrou-se determinada a desenvolver capacidade própria. Em 1962 estabeleceu sua agência espacial, o *Centre National d'Études Spatiales* (CNES), assegurando investimentos para pesquisas, desenvolvimento e industrialização. De 1965 a 1971 a França lançou ao espaço nove pequenos satélites tecnológicos e científicos, dois com foguete da NASA e sete com lançador próprio. Em 1968 pôs em operação uma base de lançamentos na Guiana Francesa. A Itália e os outros países da Europa Ocidental só deram impulso significativo à indústria espacial quando se consolidou a Comunidade Européia e formou-se a Agência Espacial

Européia (ESA). O Canadá também desenvolveu a indústria de satélites, contando com outros países para fazer os lançamentos. Na Ásia, além do Japão, primeiro a China e mais tarde a Índia, apesar do atraso econômico e do isolamento, empreenderam programas espaciais autônomos. A China desenvolveu uma família de foguetes e pôs em órbita seu primeiro artefato em 1970. Desde então lançou com sucesso dezenas de satélites, muitos dos quais recuperáveis após manobra de reentrada na atmosfera. A Índia produziu satélites para aplicações científicas, tecnológicas e utilitárias, que foram lançados a partir de 1975 por foguetes estrangeiros e indianos.

Nos últimos vinte anos diversos outros países começaram a participar da exploração do espaço – entre eles o Brasil, do qual falaremos mais adiante. A competição entre países cedeu lugar à cooperação internacional (exceto nas tecnologias com aplicação militar) e à competição entre grupos industriais. O uso de sistemas de satélites para aplicações rentáveis (das quais a principal são as telecomunicações) teve enorme expansão, com investimentos de bilhões de dólares.

Em abril de 1961, meros três anos e meio depois do Sputnik 1, a URSS noticiou o vôo orbital de Yuri A. Gagarin a bordo da Vostok 1, abrindo uma nova fase da conquista espacial, fascinante e dispendiosa, que culminaria com o pouso de astronautas na Lua. No início astronautas solitários deram umas poucas voltas em torno da Terra a bordo das naves Vostok e Mercury. Depois voaram em grupos de dois ou três, cumprindo missões cada vez mais longas. Em 1961 o presidente dos EUA anunciou a meta nacional de explorar a Lua com astronautas antes do final da década. Em poucos anos todas as etapas necessárias a esse feito extraordinário foram planejadas e levadas a cabo com pleno sucesso. No Natal de 1968 três astronautas navegaram em torno da Lua a bordo da Apollo 8. Finalmente, a 20 de julho de 1969, Neil A. Armstrong e Edwin E. Aldrin Jr., da Apollo 11, pousaram no Mare Tranquillitatis. O programa terminou com a missão da Apollo 17, em 1972, e desde então até hoje ninguém mais se afastou das cercanias da Terra! Os soviéticos nunca puseram em prática seus planos de enviar naves tripuladas à Lua, mas coletaram amostras de rochas lunares com o módulo de regresso da nave automática Luna 16 (1970).

A história das andanças do ser humano no espaço exterior mereceria um relato a parte. A contribuição dos astronautas à pesquisa científica do espaço é modesta (em comparação com a das naves automáticas) e sua presença nos satélites comerciais é inteiramente dispensável. Não obstante, na visão do cidadão comum, sem eles a exploração espacial perderia grande parte de sua razão de ser. Talvez por isso, mais do que por alguma visão estratégica de colonização do espaço exterior no curto

prazo, os investimentos dos EUA e da URSS com naves e estações tripuladas tornaram-se desproporcionalmente vultosos durante a Guerra Fria. Conseqüências dessa política persistem até hoje. O Space Shuttle e a futura estação espacial internacional resistem a todas as críticas e continuam com a parte do leão nos orçamentos da NASA.

Enquanto isso, ao longo de mais de três décadas prosseguiu a exploração da Lua, dos planetas e do espaço interplanetário por sondas automáticas cada vez mais sofisticadas, e a Terra foi circundada por uma multidão de satélites artificiais.

A exploração sistemática do Sistema Solar por naves não-tripuladas é sem dúvida uma das realizações científicas mais notáveis da humanidade. Os primeiros astros visitados foram a Lua e os dois planetas vizinhos, Vênus e Marte. Após as missões pioneiras da URSS à Lua, já citadas, os EUA obtiveram dados e imagens da superfície lunar com as sondas da série Ranger. A URSS conseguiu pousar a Luna 9 na superfície no início de 1966, e logo em seguida pôs outra sonda em órbita da Lua. Meses depois, os EUA também conseguiam pousar com sucesso na Lua a primeira nave da série Surveyor, e imagearam toda a superfície com os satélites Lunar Orbiter.

As primeiras missões interplanetárias foram dirigidas a Vênus, pelos soviéticos, que em 1965 fizeram a nave Venera 3 colidir com o planeta. Em 1967 a Venera 5 transmitiu dados enquanto mergulhava nas altíssimas temperaturas e pressões da atmosfera venusiana. O primeiro pouso com sucesso só foi conseguido em 1970 (Venera 7). Os EUA deram mais prioridade a Marte. Em 1965 a sonda Mariner 4 passou perto do “planeta vermelho” e transmitiu imagens de algumas áreas. Seis anos depois o orbitador marciano Mariner 9 obteve dados científicos muito valiosos e fez imagens de toda a superfície, que se revelou variada e interessantíssima. A URSS também aproveitou a mesma época favorável e fez chegar a Marte no final de 1971 duas sondas orbitais de grande porte, das quais se separaram módulos que pousaram com sucesso na superfície. A exploração desses planetas vizinhos prosseguiu com missões mais complexas. As naves Viking (1976) procuraram e não encontraram processos bioquímicos no solo marciano. Bem mais recentemente a nave Magalhães, em órbita de Vênus, mapeou por radar toda a superfície do planeta. Também houve grandes fracassos, como a perda de um par de naves soviéticas enviadas a Marte (pelo menos uma delas vítima de falha humana no envio de telecomandos) e a mais recente e ainda misteriosa perda do Mars Orbiter, dos EUA, que custara centenas de milhões de dólares. Atualmente o Mars Global Surveyor, um novo observador orbital, transmite imagens de alta resolução da superfície marciana, onde pousou com sucesso o pequeno veículo Pathfinder.

O planeta Mercúrio só foi visitado em duas passagens da sonda imageadora Mariner 10, lançada em 1973. Os planetas gigantes, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, bem como os satélites desses planetas, receberam bastante atenção desde o final da década de setenta, da parte de naves norte-americanas das séries Pioneer e Voyager, que fizeram muitas descobertas científicas e transmitiram imagens impressionantes. A nave Galileo partiu com grande atraso (em 1989) para uma nova fase da exploração de Júpiter e foi prejudicada pela falha de sua antena principal. Não obstante, a longa missão teve sucesso. Em 1995 transmitiu dados captados por um módulo que se separou do corpo principal da nave e mergulhou na atmosfera do planeta. A nave Cassini-Huygens, lançada em 1997, empreendimento conjunto NASA/ESA, deverá chegar a Saturno e ao seu satélite Titã em 2004.

O próprio espaço interplanetário, povoado de partículas, radiação e campos magnéticos, tem sido esquadrinhado por sondas espaciais. Telescópios e sensores foram lançados ao espaço para observar sinais provenientes de todo o Universo, especialmente nas faixas de radiação às quais a atmosfera terrestre não é permeável. A nave Ulysses foi posta em órbita em torno do Sol em um plano que lhe permite olhar para as regiões polares da nossa estrela. Outras missões já foram realizadas ou estão planejadas para explorar cometas e asteróides. Algumas delas foram empreendidas pelos europeus (caso da sonda Giotto, que se aproximou do cometa de Halley em 1986) e pelos japoneses.

O Brasil oficializou seu interesse pela exploração do espaço em 1961, com a criação da CNAE, precursora do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Desde o início esse órgão público federal cooperou com agências espaciais estrangeiras e instalou estações para receber e processar dados de satélites científicos e meteorológicos. Com o tempo, o Brasil tornou-se um dos maiores usuários de imagens da Terra transmitidas por satélites, e desenvolveu técnicas próprias para sua utilização. Através da Embratel, o país também foi um dos primeiros países a usar comunicações por satélites.

Em 1965 o Ministério da Aeronáutica instalou uma base de lançamentos no Rio Grande do Norte, e começou a desenvolver foguetes de sondagem e mísseis no Centro Técnico de Aeronáutica (CTA). A partir dessa época cresceu a indústria aeroespacial e de armamentos sediada em São José dos Campos.

Em 1980, com base em estudos de viabilidade feitos por engenheiros do CTA e do INPE no ano anterior, o governo decidiu empreender um grande projeto de capacitação tecnológica, que recebeu o nome de Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Ficou estabelecida a meta de desenvolver no país um veículo lançador – foguete de propelente sólido

– e quatro satélites com aplicações ambientais (dois para coleta de dados e dois para sensoriamento remoto da Terra). Os satélites deveriam ser colocados sucessivamente em órbita pelo foguete nacional, lançado do território brasileiro, no triênio 1986–1988. No ano seguinte (1981) a programação da MECB foi refeita: o primeiro lançamento ficou marcado para 1989. Todavia mesmo este prazo mais realista não pôde ser cumprido, principalmente porque não se conseguiu levar a cabo o desenvolvimento do foguete da maneira prevista.

O projeto MECB como um todo foi prejudicado, desde a origem, por problemas organizacionais, gerenciais e orçamentários que não foram submetidos a avaliações e correções oportunas. A partir de 1987 aumentaram as restrições do exterior à importação pelo CTA de certos materiais e componentes necessários ao desenvolvimento do veículo lançador de satélites (VLS), dificultando ainda mais sua realização, já então bastante atrasada. A dependência de fornecimentos externos e tecnologia estrangeira no plano de desenvolvimento do VLS, antes dissimulada, teve de ser reconhecida de público.

Em 1988 já estava patente que, além de rever a estratégia e as táticas para obter sucesso com o foguete lançador no médio prazo, era necessário providenciar algum outro meio de lançamento, no exterior, pelo menos para o primeiro satélite, cujo desenvolvimento não encontrara obstáculo. A despeito de gestões feitas nesse sentido, dado que o pessoal técnico e gerencial do CTA e do INPE dispunha de elementos suficientes para formular e propor a indispensável atualização do projeto MECB, as autoridades militares persistiram em mantê-lo engessado na sua concepção original. O impasse político só foi superado em 1991.

O primeiro satélite nacional, o SCD1, com a missão de coleta de dados ambientais, foi finalmente lançado a 9 de fevereiro de 1993 por um foguete Pegasus, que partiu de um avião da NASA enquanto este sobrevoava o Oceano Atlântico a sudeste da Flórida. O lançamento foi contratado pelo governo brasileiro de uma empresa dos EUA. Desde então o SCD1, de 110 kg, funciona em sua órbita, a 760 km de altitude, recebendo e retransmitindo dados captados no solo por pequenas estações automáticas conhecidas como PCDs (plataformas coletoras de dados). O desempenho do SCD1 excedeu todas as expectativas plausíveis para um protótipo pioneiro desenhado e construído para funcionar por um ano com 80% de confiabilidade.

O SCD2, lançado na noite de 22 de outubro de 1998, novamente por um foguete Pegasus, também teve pleno sucesso. Este segundo satélite é quase idêntico ao primeiro, exceto por alguns aperfeiçoamentos incorporados ao projeto em 1988. Mais significativo é o fato de que, enquanto a maioria dos equipamentos de bordo do SCD1 foi construída

no próprio INPE, o fornecimento pela indústria privada nacional já predominou no SCD2. Atualmente há cerca de trezentas PCDs instaladas e em operação no território brasileiro. Este número, que só cresceu recentemente, é ainda muito pequeno em relação à capacidade dos satélites.

Em um quadro de muitas dificuldades e sucessivos atrasos, prossegue no CTA o desenvolvimento do veículo lançador de satélites nacional. O VLS é um foguete de propelente sólido, de quatro estágios e 50 toneladas de massa na decolagem. Seu vôo inaugural a partir da base de Alcântara, no Maranhão, em 1997, não teve sucesso: um dos quatro motores do primeiro estágio não acendeu. Além do foguete, perdeu-se no lançamento um satélite de coleta de dados semelhante ao SCD2. Infelizmente a falha na decolagem não permitiu que se comprovasse nesse primeiro teste o funcionamento dos demais estágios e subsistemas do VLS. O próximo lançamento do VLS ficou previsto para 1999. A carga útil, a ser fornecida pelo INPE, poderia ser um satélite científico incrementado por mais um retransmissor de dados de PCDs.

Paralelamente ao programa de foguetes e satélites nacionais MECB, já em 1988 o Brasil começou um outro projeto, em cooperação com a China, cujo objetivo é desenvolver, lançar e operar dois satélites de médio porte (uma tonelada e meia) para sensoriamento remoto óptico de recursos naturais. Os satélites serão lançados por foguetes chineses. O acordo binacional previu 30% de participação financeira do Brasil nos satélites e nos lançamentos. A participação do INPE e da indústria brasileira na realização dos satélites em princípio estaria na mesma proporção, mas na prática é menor, devido a subcontratos passados a empresas chinesas e de outros países. Ao longo dos anos houve substancial aumento nos custos do projeto inicialmente previstos pelo acordo. O lançamento do primeiro satélite sinobrasileiro, denominado CBERS, também sofreu grande atraso: originalmente previsto para 1993, está agora programado para o segundo semestre de 1999. Um fato importante é que esse lançamento também levará ao espaço, de carona, um satélite científico brasileiro, o Saci 1, de apenas 60 kg, construído pelo INPE em cooperação com outras instituições de pesquisa nacionais.

Após o sucesso do SCD1 vários outros projetos de pequenos satélites científicos e de aplicações granjearam apoio no Brasil e estão em fases de estudo ou desenvolvimento, na maioria dos casos com parceiros estrangeiros.

Há grandes oportunidades para um papel cada vez mais significativo do Brasil na exploração do espaço nos próximos anos. Já temos experiência, infra-estrutura e empresas que poderão gradualmente constituir uma indústria espacial nacional competitiva, capaz de

trabalhar em pé de igualdade com as empresas estrangeiras. Temos uma forte demanda por novos serviços de satélites, que pode ser atendida por sistemas concebidos por nossos cientistas e engenheiros e realizados com participação efetiva da indústria nacional. A capacidade de lançamento nacional de pequenos satélites também poderá ser conseguida.

Para concluir esta breve história, cabe um comentário sobre os novos rumos dos programas espaciais em todo o mundo. No retrospecto, parece que a exploração espacial, como aventura heróica da espécie humana, atingiu o ápice na saga da Apollo 13 (abril de 1970) e depois perdeu muito do seu ímpeto. Em certa medida isto seria consequência natural e inevitável do amadurecimento. Do lado positivo, é inegável que de 1970 até hoje houve enorme evolução tecnológica e desenvolvimento industrial na área, ao lado de grande progresso científico. Sem a tecnologia espacial e os sistemas de satélites o mundo de hoje não funcionaria. Como já ficou dito, a cooperação internacional aos poucos foi se sobrepondo à competição, e os empreendimentos comerciais ganharam vulto. Todavia ainda é predominante em todo o mundo a participação governamental nos investimentos espaciais, não apenas nas aplicações de interesse militar (cuja importância não diminuiu, pois são vitais para vigilância, navegação e comunicações) mas também nas civis. A exploração científica do espaço, a meteorologia por satélites, aplicações da área ambiental, a localização para busca e salvamento e outros serviços semelhantes, de benefício difuso ou de caráter estratégico, tradicionalmente têm sido campo de atuação dos Estados, embora a iniciativa de organizações não-governamentais e empresas privadas venha se expandindo em alguns desses setores. Os serviços comerciais de lançamento por meio de foguetes já estão essencialmente privatizados, acompanhando as telecomunicações por satélites e a própria indústria produtora de equipamentos e sistemas espaciais.

O Brasil deve ficar atento a essas tendências, buscando pela integração competitiva capacitar e fortalecer sua indústria. Deve também manter no âmbito estatal não apenas a capacidade de formular políticas e programas de interesse nacional para o setor, mas também uma base científica, tecnológica e gerencial, com pesquisadores, engenheiros e técnicos de alto nível (que não precisam ser estatutários do serviço público) reunidos em centros de excelência, a exemplo do que têm feito os países mais desenvolvidos.

RESUMO

Este artigo relata a história da exploração do espaço, desde a primeira contemplação do céu por seres humanos primitivos e o raiar da era espacial até os últimos anos do Século XX, com ênfase na conquista sistemática das cercanias da Terra e do Sistema Solar

por espaçonaves não-tripuladas. É destacado o esforço do Brasil em participar com seus próprios satélites e lançadores.

ABSTRACT

This paper reviews the history of space exploration, from the earliest stargazing by primitive humans and the dawn of the space age up to the final years of the Twentieth Century, with an emphasis on the systematic conquest of the Earth's surroundings and the Solar System by unmanned spacecraft. Brazil's effort to participate with its own satellites and launchers is highlighted.

O Autor

AYDANO BARRETO CARLEIAL, Engenheiro de Eletrônica pelo ITA e Doutor pela Universidade de Stanford, foi Pesquisador Titular, Gerente dos Projetos MECB e CBERS e Diretor de Programas Institucionais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foi Secretário Municipal de Educação e atualmente é Assessor-Chefe da Prefeitura de São José dos Campos.

Tecnologia Espacial e Desenvolvimento

OZIRES SILVA
WALTER BARTELS

As nações desenvolvidas, em particular os Estados Unidos da América, mostram alguns aspectos da sua infra-estrutura produtiva, que se pode considerar no mínimo paradoxal, quando olhada sob as perspectivas dos países em desenvolvimento. Sua estrutura industrial básica tem-se mostrado consistentemente capaz de fabricar produtos modernos, avançados, inovativos, eficientes e atrativos aos olhos dos consumidores, e mais, mostra uma sensível habilidade para lançá-los no mercado, de forma rápida e flexível.

Essa capacidade está permanentemente sustentada por uma sociedade participativa e dinâmica e que apresenta alguns denominadores comuns. Com flexibilidade, conquistada após anos de experiência, as atividades produtivas orientaram-se para manter um intenso processo de mudanças e crescente agregação de valor a partir dos recursos naturais. Embora os norte-americanos tenham sido capazes de evoluir para uma sociedade sofisticada e cara, o sistema foi montado de uma forma suficientemente simples e direta, para conseguir fazer com que seus produtos possam chegar aos diferentes mercados do mundo de forma muito competitiva em relação aos seus concorrentes.

Embora pareça que isto não tenha sido planejado, a cultura nacional induz as autoridades, os formadores de opinião e os próprios investidores a caminhar na direção de componentes e equipamentos de alto valor agregado. E tem dado certo. Os resultados finais, sobretudo nos últimos anos, mostram que a participação dos produtos primariamente processados no balanço de comércio exterior do País seja bem diferente daquele que se encontra nas estatísticas dos países periféricos.

O cenário resultante de tudo isso é direto e mostra um panorama promissor para o progresso e o desenvolvimento. Empregos foram e são gerados, a maioria de bom nível e tendem a oferecer bons salários. O clima de inovação propulsiona investimentos contínuos, gerando como consequência uma permanente criação de novos postos de trabalho que equilibram a demanda social. Paralelamente a economia responde aceleradamente com expressiva elevação dos padrões e qualidade de vida, atingindo níveis dificilmente conseguidos por outras nações.

Em oposição, os países em desenvolvimento, que lutam para se industrializar, em geral apresentam empresas que, na busca de vantagens competitivas em seus mercados, são levadas a fabricar os mesmos produtos, sob a forma de licenciamento de marcas e de tecnologia. Na maioria das vezes, embora denominemos a isto “transferência de tecnologia”, o que ocorre são autorizações e concessões dos donos das marcas, das tecnologias, proporcionando aos licenciados simplesmente o chamado *know-how*. Ou seja, baseiam suas atividades industriais em grande medida em parâmetros e métodos de fabricação cedidos pelos produtores originais, **sob a forma de licença remunerada**, nem sempre compatíveis com as infra-estruturas disponíveis.

Nessas atividades de produção licenciada, funciona um “receituário”, comumente muito bem explicado e visando que os produtos produzidos sejam tão similares quanto possível com aqueles que estão nas prateleiras dos vendedores nos países de origem. Entretanto, as empresas licenciadas das regiões em desenvolvimento não conseguem produzi-los de forma tão atrativa. Têm dificuldade em selecionar fornecedores locais, demoram mais para apresentar as últimas inovações e praticam preços mais altos, embora nessas regiões ocorra abundância de matérias-primas e mão-de-obra dita mais barata.

Esta equação gera um quadro preocupante. Seus resultados podem ser medidos pelos preços em geral mais altos, os quais reduzem a demanda. Por outro lado, os salários produzidos por este processo são mais baixos, assim, realimentam o processo limitando o poder de compra, o que por sua vez determina vendas em menores volumes. O balanço final é conhecido, as já pequenas margens de retorno são sacrificadas e tudo acaba por contribuir para um nível de atividade econômica insuficiente para agregar novos investimentos. Paralelamente, com uma economia mais lenta e menor, os governos procuram incrementar suas receitas tributárias aumentando os impostos, os quais, por sua vez, retiram parcelas adicionais da atividade privada. O círculo vicioso se fecha, reduzindo a oferta de empregos, em qualidade e quantidade.

De tudo isto, resta um quadro final conhecido, de contrastes sociais para largos segmentos da população tentando sobreviver em níveis de vida incoerentes com os padrões mundiais.

TECNOLOGIAS DE PONTA E PODER ECONÔMICO

Não é fácil formular respostas para esta situação paradoxal. De qualquer forma um dos atributos que aparece, de um modo geral bastante bem identificado, seria o de que os países periféricos são menos eficientes do que os líderes da economia mundial e, por falta de recursos investidos

em ciência, tecnologia e conhecimento, acabam por retardar o seu processo de desenvolvimento, aumentando – a cada momento – a distância entre os mais desenvolvidos e os “em desenvolvimento”.

A pergunta que se pode fazer seria: “De qual eficiência se fala, e, se ela é tão importante, como se poderia melhorá-la?” Se a pergunta é óbvia, a resposta possivelmente não o seja. Muito provavelmente aí é que está o cerne da questão e, em que pese a importância do tema, nós brasileiros não temos tido vocação para respondê-la diretamente e com eficácia. Anos e anos baseados numa cultura de economia de planejamento central, de subordinação do indivíduo aos interesses do Estado - confundido com a sociedade - tem dificultado ao país encontrar resposta a este aspecto fundamental para a comunidade em que vivemos.

No processo de construção das respostas pode-se analisar mais profundamente as conquistas e atributos fundamentais presentes nas nações melhor aquinhoadas pelo desenvolvimento e que apresentam melhores taxas de crescimento econômico. A cultura, o nível educacional, a qualidade e a eficácia das infra-estruturas material e pessoal, o desenvolvimento da ciência e da técnica, e assim por diante.

Na base das constatações encontramos o esforço permanente das pessoas, das empresas e das organizações em geral de gerar conhecimento, criar produtos e os fabricar com eficiência. Tudo vem a ser conseqüência de processos eficazes, fundamentais para gerar e usar conhecimentos técnicos, os quais efetivamente são os responsáveis para produzir produtos e serviços de alto valor agregado. Neste processo de ganhos de valor, nota-se que os fabricantes e supridores de serviços vão se colocando distantes das matérias-primas ou dos recursos naturais, extremamente ligados à pauta de comércio dos “subdesenvolvidos”.

Neste contexto é que surgem as tecnologias de ponta, hoje tão essenciais para o progresso social dos povos quanto a alimentação dos seres humanos. E embora por vezes pouco entendidas pelo poder político, é preciso compreender que é delas que vêm os resultados econômicos tão essenciais para gerar os recursos para “pagar a conta” do orçamento social. No amplo espectro na atualidade disponível, entre as mais importantes tecnologias possíveis, surge uma, abrangente, polivalente e importante, aquela voltada à exploração do espaço.

No século XX a humanidade fez significativos progressos no desenvolvimento e no uso da ciência e da tecnologia espaciais para suprir as necessidades dos indivíduos. Na muito próxima passagem do milênio, a comunidade global está em face de desafios para garantir o seu desenvolvimento sustentado, os quais claramente representam oportunidades que não podem ser perdidas.

Desde o lançamento do Sputnik em 1957, inúmeros satélites têm sido crescentemente colocados em órbita permitindo a realização de uma quantidade de trabalhos, impensáveis há poucas décadas. As atividades espaciais atuais desdobram-se entre a coleta, disseminação de informações e a exploração de desconhecidas influências sobre a vida, hoje consideradas essenciais. Meteorologia, gerenciamento dos recursos naturais, sensoriamento remoto, comunicações, posicionamento geográfico, mecanismos de educação e treinamento, conexões com complexos sistemas de informação, tudo contribuindo para aumentar a capacidade de decisão e de reduzir a distância entre as comunidades, resultando em oportunidades e desenvolvimento para segmentos importantes da sociedade mundial.

O planeta Terra paralelamente está diante de ameaças de rápidas mudanças ambientais, desflorestamento, desertificação, degradação de solos, efeito estufa, consumo da camada de ozônio, chuva ácida e, além de muitas outras, a redução da biodiversidade. Essas mudanças sem dúvida têm um profundo impacto na vida dos países e, embora sua gravidade, as questões delas decorrentes suscitem importantes dúvidas científicas, a maioria das quais ainda sem respostas.

Tudo isto precisa ser observado, monitorado, analisado, compreendido e armado com soluções que, na maioria das vezes, extravasa as fronteiras de nações e mesmo os limites de continentes. Os programas espaciais são importantes ferramentas para a formulação de solução para estas magnas questões. O Brasil, como um dos grandes países da Terra, ocupando uma extensão territorial considerável, numa posição geográfica privilegiada, não pode ficar fora desse contexto e necessita, por força de seu posicionamento político, se inserir nos esforços internacionais que, seguramente, dependerão mais e mais do desenvolvimento das atividades aeroespaciais.

O ENGAJAMENTO BRASILEIRO

Desde 1982, quando foi organizada a Unispace 82 (Conferência das Nações Unidas para a Exploração e Uso Pacífico do Espaço), foi estabelecido pela Assembléia Geral da ONU uma ampliação do Programa de Aplicações Espaciais, buscando contemplar a promoção de estratégias de troca de experiências, em nível internacional, e uma quanto possível intensa cooperação entre os países mais desenvolvidos e os em desenvolvimento. Compreendeu-se que as nações periféricas não poderiam ser excluídas dos benefícios do progresso que se antecipava. Posteriormente, em 1987, os Grupos de Trabalho, instituídos para avaliar os resultados conseguidos, decidiram identificar e implementar mecanismos para garantir a cooperação mais eficiente entre países.

Os resultados para o Brasil foram importantes e já mensurados, embora as ações tenham se desenvolvido mais lentamente do que se desejaria. Com bolsas de estudo, seminários e conferências, nacionais e no exterior, o País conseguiu preparar um bom plantel de especialistas de alto nível, em particular com o apoio do CNPq e do Ministério da Aeronáutica. Essa comunidade bem treinada e motivada a prosseguir nas metas do desenvolvimento científico e tecnológico espacial, pôde focalizar e exercer atividades de grande utilidade, ampliando o escopo de trabalhos voltados ao benefício público do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), além de outros centros menores, mas crescentemente qualificados.

Foi assim, com essa motivação, que em 1994 o Governo Federal resolveu criar a Agência Espacial Brasileira (AEB), a qual procurando manter-se ativamente engajada nas iniciativas nacionais, conseguiu expandir suas atividades apoiando desde projeto, desenvolvimento e fabricação de foguetes lançadores (CTA) até a produção de satélites artificiais do INPE. Hoje, satélites de produção nacional já se encontram em órbita trabalhando em benefício das atividades industriais, comerciais e sociais da população brasileira.

O Brasil ganhou com esta experiência. Gerou empregos e produtos, contribuindo para melhorar o balanço específico de nosso comércio exterior. Não se pode deixar de lembrar que o Brasil, infelizmente, continua perdendo terreno no campo da competição internacional. A tabela abaixo mostra que a tonelada média de produtos nacionais exportada está cada vez mais distante do valor que conseguimos apurar por cada unidade de peso do que se importa:

Comércio Exterior Brasileiro

(US\$/Ton. - em números redondos)

	1993	1994	1995	1996	1997
Importação (A)	329	400	583	697	780
Exportação (B)	212	223	232	238	254
Relação (A/B)	1,55	1,79	2,51	2,92	3,07

Analisando estes números vemos que nossos produtos estão praticamente estagnados em termos de conteúdo tecnológico, fazendo com que empregos caminhem para o exterior, beneficiando outras comunidades. Enquanto isto nossos talentosos especialistas, produzidos

com apreciável sacrifício das contas nacionais, passam por um aproveitamento que talvez mal chegue ao nível do sofrível.

Torna-se importante refletir sobre o valor do conhecimento na era já implantada da tecnologia da informação. O comércio mundial caminha aceleradamente para níveis expressivos de sofisticação em termos de tecnologia, qualidade e produtividade.

No mundo moderno, como resultado direto da frenética vontade (ou necessidade) de criar, os produtores exerceram intensamente os esforços para destacar o resultado do seu trabalho com designações características, que se convencionou chamar de **Marcas Comerciais** (Trade Marks) - talvez uma das mais importantes criações da atividade industrial deste século. Sob esta palavra, aparentemente simples, há um mundo de criação e de realizações. Parece fácil, quando olhamos para os produtos - identificados por marcas e os procuramos nas lojas ou nas prateleiras dos supermercados - admitir que eles existem e nos são oferecidos para satisfazer nossos requisitos. Contudo, isto somente foi atingido e pôde ser feito com base em muitas pesquisas, estudos ou, resumindo, em um elenco de tecnologias que foram criadas ao longo do tempo.

Munida dos conhecimentos e das ferramentas tecnológicas as empresas internacionais, além de produzir e conquistar mercados, têm conseguido saltar para fora de suas fronteiras e atingir consumidores em todo o mundo com ampla liberdade de comercialização e entrar em franca competição com os concorrentes, quem quer que eles sejam.

Se isto é válido para as economias centrais, os países em desenvolvimento ainda se debatem com a enorme prioridade concedida às tecnologias compradas no exterior e adquiridas em larga medida pelos países periféricos - com pouquíssimas exceções - vêm autorizadas como ponto de partida para a criação de outros produtos. Do mesmo modo dificilmente são autorizadas pelo licenciador para sua exploração fora dos limites do mercado doméstico do licenciado. Usualmente o vendedor de tecnologia não aceita a hipótese da empresa adquirente **concorrer com ele próprio nos seus mercados.**

Ninguém contesta que o crescimento e o êxito das nações mais prósperas é movido por significativos investimentos em educação, cultura e tecnologia. A conseqüência direta de um alto poder de criação e de geração de novos produtos é que a economia passa a trabalhar em um ambiente de permanente inovação sendo a criatividade a palavra de ordem de todos os dias.

Entendidos estes aspectos, é possível começar a se encontrar resposta para a razão pela qual a sociedade (governo e empresas) dos países mais avançados patrocinam intensamente as pesquisas científicas e tecnológicas, direta e indiretamente, certos de que a liderança competitiva da produção nacional somente pode ser mantida a custa da geração permanente de conhecimento inovador. O que é muito bom observar que tal política está dando certo, mesmo no duro e inflexível clima da economia globalizada. Os Estados Unidos, por exemplo, enquanto outras nações não conseguem manter taxas adequadas de desenvolvimento, de assegurar equilíbrio e desenvolvimento social ou de baixar altas taxas de desemprego, têm sido capazes de conquistar todos esses objetivos e razoavelmente de forma independente das disputas políticas ou dos governantes que possam dispor.

Por meio da tecnologia novos e inteligentes produtos são criados, novas marcas aparecem abrindo oportunidades para vendas crescentes. O processo se realimenta e, cada vez mais, amplia o leque com produtos em processo permanente de inovação. As Marcas Comerciais, tão importantes no mundo moderno, nos casos dos países como o nosso, infelizmente nunca são as do licenciado e sim do licenciador, isto é, aquele responsável pela criação do produto.

PARA ACOMPANHAR O DESENVOLVIMENTO

No Brasil somos atingidos por marcas oriundas de muitos países desenvolvidos e, mais recentemente até as dos Tigres Asiáticos, os quais já são capazes de operar independentemente dos antigos licenciadores, jogando no mercado internacional produtos fabricados a partir de técnicas indígenas. Quem de nós, há quinze ou vinte anos atrás, poderia imaginar que pudéssemos vir a conhecer Hyundai, Daewoo, Samsung e muitas outras que estão aqui crescentemente cultivando seus espaços mercadológicos.

Do nosso lado quais são nossas marcas que, em contrapartida, chegaram ao exterior, ou mesmo na Ásia? É difícil identificar alguma, além de algumas específicas, como a da própria Embraer, que hoje compete vantajosamente nos mercados em que atua. O que preocupa é que não há indicações de que o nosso cenário no futuro venha a se modificar. E a razão é visível. Temos sido **incapazes de implementar políticas que incentivem a geração de tecnologias próprias** que, como o próprio título deste artigo indica, determinam capacidade competitiva e por via de consequência o desenvolvimento. E muito importante, agrega valor aos produtos produzidos gerando os empregos pelos quais tanto clamamos.

Temos de pensar nesses argumentos se quisermos levar esta nação aos níveis de desenvolvimento que almejamos; **torna-se necessário investir fortemente em tecnologia e prover aos cidadãos desta terra um nível social (educação, saúde, alimentação e infra-estrutura)**, conquistado por uma estrutura econômica aberta e competitiva, que permita a cada um, em função de sua qualificação, conseguir gerar oportunidades e contribuir com sua criatividade ao esforço nacional pelo progresso e desenvolvimento.

Se tentarmos olhar para o futuro, embora difícil, não seria uma extrapolação visionária dizer-se que estamos no início de uma fase de prosperidade do Mundo, talvez sem precedentes no passado. **A humanidade já entrou num período de crescimento sustentado que poderá dobrar a economia mundial a cada doze anos** e abre perspectivas para trazer prosperidade para bilhões de pessoas em todo o planeta. Em particular a partir da década dos 80 podemos identificar transformações realmente espetaculares e que, atualmente intensificadas, estão moldando um futuro de desenvolvimento acelerado. Nos países mais desenvolvidos novas tecnologias trouxeram grande aumento da produtividade que determinaram altos valores de crescimento absoluto. O importante é assinalar que o dramático desenvolvimento dos últimos anos vai aumentar em velocidade e qualidade. A evolução do conhecimento humano vai continuar a dar significativas e diferenciadas contribuições ao desenvolvimento de países e de suas populações.

O processo de globalização da produção e do consumo não deverá ser interrompido. É possível antecipar que a ascendente Ásia, a integrada Europa e uma América revitalizada poderão, juntas, criar base para um desenvolvimento que certamente influenciará o futuro de toda a humanidade. Estamos num período de grandes modificações que foram propelas pelos computadores, pela enorme produção e distribuição de energia, satélites de comunicações, transporte aéreo global, automóveis, televisão, digitalização da eletrônica e muito mais. A vida do homem na Terra é significativamente diferente do que era há bem pouco tempo atrás. A tendência de desnacionalização do consumidor deve aumentar, prevalecendo nas prateleiras dos shopping centers aqueles produtos que sejam melhores e que apresentem desempenho operacional superior ao dos concorrentes.

No campo político-social o mundo deu passos importantes para o final dos estados militares e para os confrontos pela força. **As discussões e os conflitos passaram para as mesas de discussão diplomática, ampliando os participantes, embora ainda preocupe a escalada da violência e do terrorismo**, ambos praticados por segmentos minoritários das populações, embora muito ativos e crescentemente radicais. De algum modo, serão contidos e vencidos.

Assim, a partir de uma perspectiva de um século impressionante que se finda, é possível antecipar como as peças do quebra-cabeças, que representam o futuro, podem ser colocadas em seus lugares. É possível construir um cenário que nos levará a um mundo melhor. Embora não seja possível falar em previsões é plausível selecionar-se alguns indicadores que podem justificar um provável otimismo.

A ciência está em posição para, acionada em cinco direções fundamentais, forjar novas possibilidades para o desenvolvimento humano:

- Computadores Pessoais
- Telecomunicações
- Biotecnologia
- Nanotecnologia
- Energias Alternativas

Na base para o progresso dessas possibilidades está a tecnologia, com enorme contribuição da ciência espacial que, em função da diversidade de técnicas, métodos e processos que necessita, toca em praticamente todos os campos do conhecimento humano. Nesse contexto torna-se imperativo que o Brasil aproveite todas as oportunidades para estar presente em todas as oportunidades abertas pela exploração do espaço, direta ou indiretamente, sozinho ou em colaboração, como é o caso da Estação Espacial Internacional, na qual já participamos em razão de acordo entre os governos envolvidos.

Os benefícios das pesquisas tecnológicas são claramente evidentes. Países que conseguiram gerar marcas comerciais estão vendendo melhor e apresentam mais sucesso nos seus mercados interno ou internacional. Pode parecer paradoxal mas tudo indica que os contrastes sociais e a pobreza endêmica que se constata nos países periféricos têm origem na estreita visão de se tentar equacionar os problemas nacionais, somente através de mecanismos financeiros de curto prazo. Em contrapartida **países que escolheram os caminhos do aprimoramento da educação de seus povos, de proporcionar uma sociedade de estímulo ao empreendedor, de assegurar uma infra-estrutura social e material estável, eficiente e barata, estão conseguindo sobreviver e progredir acentuadamente neste novo ambiente global de competição sem fronteiras**, apresentando indicadores muito mais favoráveis do que seus parceiros que tentaram os caminhos do dirigismo e do planejamento central.

O futuro reserva, com clareza, a quebra e mudanças de uma quantidade de paradigmas. Produtos que hoje são correntes em nossas vidas, serão modificados e poderão nem mais existir proximamente. O que não pode ocorrer é que o povo brasileiro possa estar fora desse contexto. Isto representa um desafio, isto é, a determinação de como participar deste cenário que, sem a menor dúvida, levará o mundo a grandes modificações.

RESUMO

O artigo procura analisar a situação paradoxal em que se encontram os países em desenvolvimento, em geral ricos em matérias-primas e que devido às condições econômicas típicas, poderiam oferecer mão-de-obra mais barata. No entanto, por falta de estruturas educacionais e de treinamento especializado, em geral não conseguem competir vantajosamente com os países mais desenvolvidos em preço, performance e qualidade.

O autor procura analisar as origens e causas desse paradoxo, chamando em seu auxílio o setor espacial que, devido a sua abrangência em componentes, equipamentos e sistemas, oferece desafios amplos para a busca de suficiência tecnológica e para a competitividade industrial em produtos de altos valores agregados.

Considerações são feitas sobre a importância das Marcas Comerciais e sobre o seu significado para a competitividade sistêmica dos países, enfatizando os comentários e desdobramentos relativos às prováveis razões pelas quais países, como o Brasil, têm encontrado dificuldades para desenvolver ações e colher resultados concretos nesse campo.

O artigo é concluído explicitando os desafios da economia globalizada, procurando mostrar os fatores determinantes essenciais para que as economias emergentes possam melhorar o seu desempenho, antes que o fosso aberto entre as nações mais desenvolvidas e as periféricas atinjam uma dimensão intransponível.

ABSTRACT

The article tries to analyse the low domestic technological impact on the progress of the developing countries. It shows the benefit of an overall policy of research and development, particularly on applied fields, emphasizing the aerospace activities, taking into account that the typical aerospace product carries almost all available technological knowledge. Brazil with its vast territory needs both aircraft and spacecraft for integrating and assuring the basic tools for telecommunication services, very much required especially in remote and underdeveloped areas. The author tries to point out some characteristic and shape of the dominant culture which, in general, does not give to the technical matters the importance required in the modern world.

O Autor

OZIRES SILVA é membro do Conselho Superior da Agência Espacial Brasileira, do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia, além de exercer uma série de atividades empresariais e em entidades associativas. É diretor de Tecnologia da Federação das Indústrias do Estado de S. Paulo. Foi presidente da Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (Embraer) e da Petrobrás S.A. Exerceu o cargo de ministro de Estado da Infra-Estrutura,

é formado em engenharia aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica e mestre em Ciências Aeronáuticas, pelo Instituto Tecnológico da Califórnia (EUA). Publicou o livro “A Decolagem de um Sonho” que conta a história dos passos dados para desenvolver a moderna indústria aeronáutica brasileira.

WALTER BARTELS é diretor-presidente da AIAB – Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil, membro do Conselho Superior da AEB, do Conselho Diretor do Organismo de Certificação Aeroespacial do CTA e do Conselho Técnico-Científico do INPE. É engenheiro aeronáutico pelo ITA e engenheiro navegante de ensaios de voo pela École du Personnel Navigant D’Essais et Recèption Istres, França. Foi Diretor Adjunto Técnico e Diretor de Programas e Contatos Governamentais da EMBRAER, tendo sido responsável pelos programas AM-X, AL-X, Tucano França, Tucano Egito, CBA-123 e SIVAM.

Os Benefícios Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais no Brasil

EDSON BAPTISTA TERACINE

INTRODUÇÃO

A tecnologia espacial pode ser entendida como aquela que se relaciona, de uma parte, com o desenvolvimento e construção de sondas espaciais, veículos lançadores, satélites e infra-estrutura no solo, e de outra, com a utilização sócio-econômica das informações coletadas pelos artefatos lançados no espaço exterior. Para os países em desenvolvimento, o foco principal deve se concentrar nas aplicações que envolvam retornos de caráter prático, sejam eles econômicos, ou aqueles que atingem a sociedade de maneira benéfica. A população destes países ainda sofre de doenças causadas por deficiências sanitárias, a escassez de água potável, o suprimento não confiável de energia elétrica, e a falta de acesso às comunicações. Os serviços de previsão do tempo devem ser melhorados. As safras agrícolas não são planejadas com antecedência, dada a falta de informação sobre suas prováveis dimensões. Os planejadores e tomadores de decisão falham no provimento de planos adequados e decisões que, realmente, atendam às necessidades sociais - sua maior desculpa é a não-disponibilidade de informação confiável, da qual depende seu trabalho. Os tipos de problemas aqui identificados podem, em boa parte, ser resolvidos de uma maneira custo-efetiva pelo uso da tecnologia espacial. Os artefatos espaciais que se prestam a tal fim são os satélites meteorológicos, em órbitas polar e geostacionária; os de recursos naturais e de monitoramento ambiental, em órbitas polares; os de comunicações em órbitas geostacionárias e aqueles de baixa e média órbitas da Terra; e os satélites de navegação e posicionamento.

A tecnologia espacial é um instrumento ímpar no monitoramento e controle do ambiente em escala global, devido à capacidade de prover levantamentos sinóticos e repetitivos de grandes áreas, às vezes inacessíveis. Os satélites de observação da Terra, de comunicações, e de navegação e posicionamento, desempenham um papel vital na coleta e disseminação de informações, provendo dados para o desenvolvimento de estratégias viáveis. Comparados aos levantamentos terrestres, grandes consumidores de tempo e de recursos, as observações por satélite possibilitam a obtenção de informações instantâneas, numa escala

macroscópica, tornando-as vantajosas para o monitoramento econômico e tempestivo de grandes áreas.

As características do Brasil como território de dimensões continentais, com uma grande população, diversidade de atividades econômicas e a maior área florestal preservada do Planeta, possibilitaram o engajamento em atividades espaciais, desde o início das mesmas, dotando-se de instrumentos e de recursos materiais e humanos, com competência para participar do esforço mundial de utilização e exploração do espaço. Embora apresentando grande desenvolvimento em algumas regiões e áreas de atividades, o País ainda tem enormes disparidades regionais, motivadoras do uso das aplicações da tecnologia espacial.

O Brasil possui hoje, por exemplo, seus próprios satélites de comunicações (cinco), dedicados a um sistema razoavelmente desenvolvido, envolvendo vídeo, dados e telefonia. Em contraposição, vários locais no País não são servidos por qualquer tipo de telecomunicações. Ainda, devido às dimensões continentais e oceanos adjacentes, agravados por uma pobre rede terrestre de sondagem da atmosfera, tem que contar com os satélites meteorológicos para a previsão do tempo e estudos climáticos. Por sua vez, os satélites de observação da Terra (sensoriamento remoto) são a única ferramenta confiável para cobrir área tão enorme, com tantos problemas ambientais e de recursos naturais a serem monitorados e administrados.

A aquisição de um certo grau de independência tecnológica, é um fator importante na assimilação de qualquer tecnologia de ponta, pela estrutura cultural de uma sociedade. Cumpre reconhecer que sem o desenvolvimento de uma capacidade endógena, não é possível para qualquer nação lidar com seus problemas específicos, que são muitas vezes locais e com características culturais próprias. A menos que o crescimento interno de indústrias, capazes de fabricar *hardware* e *software* necessários à exploração dos benefícios da tecnologia espacial, numa escala nacional, sejam cuidadosamente orquestrados, a capacidade tecnológica de uma nação sofrerá, resultando numa grande saída de seus escassos recursos financeiros.

Embora a importação de tecnologia, particularmente daquela de ponta, possa ser necessária, especialmente nos estágios iniciais, uma estratégia para aquisição de independência tecnológica deve ser baseada numa mistura harmoniosa de tecnologia importada, com suas necessidades de desenvolvimento, possibilitando no médio-longo prazo a criação de capacidade própria. Assim, o desenvolvimento e sustentação de um programa espacial, está intimamente vinculado com a evolução

de uma política industrial apropriada, que preveja ligações adequadas entre os elementos programáticos, objetivos científicos ou tecnológicos, instituições participantes e organizações industriais. A par disto, estima-se que os benefícios para fora do setor, decorrentes dos desenvolvimentos tecnológicos espaciais nos países desenvolvidos, sejam, no mínimo, três vezes maiores que os benefícios diretamente auferidos, pelo mesmo. O impacto multiplicador da difusão de tarefas, competências e tecnologias, e o uso de *hardware* espacial pelo mercado consumidor, tem sido responsáveis pelo desenvolvimento da indústria espacial naqueles países.

O Brasil, possui um setor aeroespacial atuante, que congrega, além do segmento industrial, centros de pesquisa e desenvolvimento e de formação de pessoal, e já começam a ser sentidos os benefícios de seu desenvolvimento tecnológico, tanto para dentro, quanto para fora da área. Mesmo em termos de *hardware* espacial, considerando que 60 a 70% do custo do mesmo está nos serviços de valor agregado, com extensas horas de engenharia para teste, qualificação e desenvolvimento, o País, que tomou a decisão de conquistar independência em tais serviços, ao menos parcialmente vem sendo largamente beneficiado.

O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL FACE ÀS ATIVIDADES ESPACIAIS

O desenvolvimento econômico e social da humanidade vem sendo, ao longo dos tempos, embasado na ciência e na tecnologia. Nesse contexto, processos de produção de bens e serviços se tornam mais densos em tecnologias cada vez mais adequadas a atividades produtivas mais eficientes e de baixo impacto ambiental. Em um mundo com economias globalizadas, as atividades espaciais representam, de maneira inequívoca, um grande acervo de conhecimentos técnico-científicos que são hoje intensamente utilizados, em escala planetária, na melhoria da qualidade de vida das nações.

Desde os primórdios, há cerca de cinco milhões de anos, esforços para dominar o mundo e melhorar as condições de conforto, foram arduamente desenvolvidos pela humanidade. A partir da descoberta dos instrumentos de pedra e do uso do fogo, conquistas como o uso de metais, a revolução industrial, a era nuclear e o princípio da era espacial, tiveram um profundo e significativo impacto no crescimento material e cultural da sociedade humana. Embora o homem primitivo pudesse adaptar-se às várias condições ambientais, satisfazendo suas necessidades básicas pelo uso dos recursos disponíveis na natureza, a crescente demanda por mais recursos aliada ao instinto de melhorar as condições de vida, forçou sucessivas gerações a usar inteligência e habilidades, iniciando a escala tecnológica. Dentre os desenvolvimentos mais

significativos do século 20, situa-se o da tecnologia espacial e suas aplicações.

As grandes realizações espaciais nas últimas quatro décadas, trouxeram ao mundo uma verdadeira revolução, dado seu imenso potencial de transformar, mesmo sociedades estagnadas, de uma maneira tempestiva e custo-efetiva. Os atuais benefícios da tecnologia espacial, abrangem as comunicações, a meteorologia, a transmissão de TV, a educação, a agricultura, o crescimento industrial, o controle de recursos naturais e da poluição ambiental, o socorro a desastres, o controle de enchentes e de secas, a saúde e o entretenimento, tocando virtualmente, cada faceta do empreendimento humano. A vasta quantidade de benefícios resultantes da exploração intensiva do espaço, está transformando os estilos de vida não só das nações desenvolvidas, mas também daquelas em desenvolvimento. É impossível imaginar, como se poderia viver hoje sem as conquistas proporcionadas pelas atividades espaciais.

OS PRINCIPAIS PRODUTOS PROPORCIONADOS PELA TECNOLOGIA ESPACIAL

A necessidade de desempenhar uma ampla gama de experimentos espaciais, colocou em prática a conhecida frase, *a necessidade é a mãe da invenção*. A microeletrônica - cujos principais frutos são os circuitos integrados - bem como células fotovoltaicas, materiais especiais, incluindo os *composites*, sistemas precisos de navegação, telemetria e comunicações espaciais a distâncias incomensuráveis, são apenas algumas das tecnologias que foram originadas em resposta às demandas da pesquisa espacial, mas que depois se desenvolveram amplamente, por si próprias. Individual e coletivamente essas tecnologias tiveram um profundo impacto na vida social e cultural dos seres humanos por todo o mundo. Não se pode imaginar a existência dos difundidos computadores, compactos e poderosos, sem os *chips* de circuitos integrados, com escalas de integração e velocidades muito elevadas, que constituem o coração dessas máquinas nos dias atuais. O impacto causado pelos computadores, comunicações e microeletrônica, transformaram totalmente para melhor a vida das pessoas, e a maior parte dos indivíduos não se apercebe da força motora que está por trás dessa mudança.

Os satélites de comunicações fizeram o planeta encolher, possibilitando comunicações quase instantâneas entre quaisquer pontos da Terra, independentemente das distâncias, das velocidades relativas dos comunicantes e dos caprichos da natureza, 24 horas por dia, ano após ano. Esses satélites e os sistemas nos mesmos baseados, oferecem meios confiáveis para comunicações de voz, vídeo e dados, os quais

beneficiam todos os países do mundo. Prestam-se, ainda, à educação e ao treinamento à distância, e à telemedicina.

Os satélites de sensoriamento remoto têm mapeado virtualmente cada parte da Terra, incluindo suas áreas mais inacessíveis. Se essa função tivesse que ser desempenhada por meios convencionais, inclusive por aeronaves, tratar-se-ia de uma tarefa extremamente difícil, para não dizer impossível. Centenas de milhares de imagens com diferentes resoluções espacial, temporal e espectral, foram produzidas desde que o programa civil de sensoriamento remoto nasceu em 1972, com o lançamento do primeiro satélite da série Landsat. Hoje o número de satélites de observação da Terra está crescendo, e ao final da década, dúzias desses satélites estarão servindo como “olhos no céu” para todas as pessoas do mundo. Esses satélites utilizam sensores passivos e ativos, os últimos para eliminar o problema da cobertura de nuvens. Os sensores no infravermelho possibilitam que o imageamento possa ser feito à noite, bem como durante o dia, mesmo nos modos passivos. Tais satélites têm provido imagens que lançaram novas luzes nos recursos naturais do Planeta (agrícolas, florestais, hídricos, mineralógicos, petrolíferos, etc.); têm descoberto incêndios em florestas e erupções vulcânicas; fontes de poluição da água, da terra e do ar, e como as mesmas estão afetando o ambiente. Monitoram rotineiramente a concentração de gases, tais como dióxido e monóxido de carbono na atmosfera, vazamentos de óleo nos oceanos e seu espalhamento. Descobriram a existência de buracos na camada de ozônio sobre os pólos terrestres, indicando a grande depleção desse gás causada pela liberação excessiva de CFCs e outros agentes à base de cloro, gerados pelas atividades humanas.

Satélites meteorológicos em órbitas polares e geoestacionárias, monitoram as nuvens, a formação e o movimento de ciclones, e o estado dos oceanos, os quais desempenham um importante papel na formação global do tempo. Os satélites meteorológicos têm gerado alertas sobre ciclones e furacões, em muitos casos com vários dias de antecedência, enquanto os mesmos estão a centenas de quilômetros da área, na qual estão destinados a descarregar sua fúria. Esses alertas têm salvado milhares de preciosas vidas e propriedades. Alguns desses satélites também carregam equipamentos, que em adição a funções meteorológicas, provêm serviços de busca e salvamento, e facilidades de comunicação de dados para plataformas automáticas de coleta de dados colocadas em solo.

Uma aplicação em rápido desenvolvimento é o uso de satélites para localização de posição na terra, nos oceanos, e no ar, em qualquer lugar do mundo. Um sistema como o GPS (*Global Positioning System*), que consiste de 24 satélites em várias órbitas em torno da Terra, fornece informação instantânea sobre a posição, altitude e velocidade de qualquer

plataforma que contenha equipamento apropriado para receber transmissões desses satélites. Os receptores para tal fim estão se tornando muito comuns, e seus preços estão baixando verticalmente.

Os satélites científicos têm possibilitado aos especialistas calcular o conteúdo eletrônico da ionosfera; mapear os campos elétricos, magnético e gravitacional da Terra; medir com precisão milimétrica movimentos tectônicos, e conduzir uma enorme gama de estudos, relacionados com a Terra e outros planetas. Várias sondas planetárias fotografaram planetas fora do sistema solar, pousaram na Lua, Marte e Vênus, e analisaram o solo e a atmosfera dos dois últimos. O telescópio Hubble está assistindo ao nascimento de estrelas e galáxias no universo distante.

Hoje, já estão banalizadas as idas e voltas de homens ao espaço, e a permanência dos mesmos por longos períodos nas estações espaciais. Os países da Europa e América do Norte que já dominam boa parcela da conquista espacial, estão atualmente envolvidos na construção da Estação Espacial Internacional (ISS), iniciativa da qual faz parte o Brasil, que se tornará a base logística para a conquista do planeta Marte no próximo milênio.

No contexto atual da globalização as atividades espaciais representam, de modo vivo e incontestável, o grande acervo técnico-científico já conquistado e ainda a ser conquistado pela humanidade, dado que objetivam a exploração do espaço exterior, que é infinito. Portanto, as tecnologias desenvolvidas e utilizadas para as realizações no campo espacial, exigem sempre que se dê um passo à frente, o que impõe aos que se dedicam às atividades espaciais, a certeza de encontrarem sempre desafios crescentes, contínuos e ilimitados.

Acontecimentos futuros baseados em tecnologia espacial, estão limitados somente pela imaginação das pessoas que a usam. Mas há muito trabalho por fazer. Trilhões de *bits* de dados estão ainda arquivados aguardando análise, limitados por fatores como a capacidade de processamento dos computadores, o número inadequado de pesquisadores científicos e uma crônica falta de fundos. Apesar dessas restrições a humanidade coletou, nos últimos 30 anos, mais informação sobre o Universo, do que em todo o resto de sua história. Entretanto, o que é conhecido na atualidade, não é mais do que uma gota do desconhecido, que permanece no aguardo de investigação.

A SITUAÇÃO ATUAL DAS ATIVIDADES ESPACIAIS NO BRASIL

O Brasil foi, juntamente com a Índia e logo após a França, um dos primeiros países do mundo a demonstrar o propósito de seguir os exemplos soviético e americano, organizando formalmente uma

instituição governamental dedicada ao espaço, já no início da década de 60. Possui atualmente - atuando sob a coordenação sistêmica da Agência Espacial Brasileira (AEB) - uma comunidade de aproximadamente 300 cientistas, cerca de 800 pesquisadores ou engenheiros, e aproximadamente 2000 técnicos, com especializações diversas, dedicados às atividades espaciais em suas várias frentes. Como ocorre em todos os países que se propuseram a uma atuação abrangente, a grande concentração de recursos se dá no desenvolvimento de tecnologia e sistemas espaciais, programas intrinsecamente muito mais dispendiosos, que os de investigação científica ou de aplicação da tecnologia espacial, já disponível.

Ao longo das últimas quase quatro décadas, o País conseguiu consolidar uma comunidade científica com muito boa reputação e trânsito internacional; uma competente comunidade de pesquisadores voltados a aplicações em sensoriamento remoto e meteorologia; e uma forte base em engenharia e tecnologia espacial. Nesta área, o Brasil já conseguiu superar o estágio do lançamento dos primeiros satélites concebidos, projetados, desenvolvidos e fabricados no País, o SCD-1 e o SCD-2 (Satélite de Coleta de Dados), e está em fase de fabricação de um segundo protótipo do Veículo Lançador de Satélites (VLS), foguete projetado para colocar um satélite de até 200 kg em uma órbita de 700 a 800 km.

Conseguiu ainda implantar uma infra-estrutura laboratorial e de apoio significativa, na qual há que se destacar o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), o Laboratório de Integração e Testes de Satélites (LIT), o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e o Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (CRC) que, à exceção da China e da Índia, só encontram similares nos países desenvolvidos.

Cabe aqui, entretanto, questionar como o País se posicionará face à evolução das atividades espaciais em nível internacional. Os sucessos acima relatados reforçam a necessidade de um tratamento sério, conseqüente e de longo prazo para as atividades espaciais brasileiras, caso o País tencione ao menos manter o estágio de desenvolvimento relativo já conseguido, evitar o sucateamento dos onerosos investimentos em recursos humanos e materiais, já realizados, e manter positivas as possibilidades de que suas próximas gerações venham a partilhar dos significativos benefícios que, todos acreditam, o espaço reserva para o futuro da humanidade.

Há que se ressaltar que o desenvolvimento de sistemas e de pesquisa em tecnologias espaciais, podem criar condições ímpares para a capacitação em produtos e processos de elevado conteúdo tecnológico,

tanto nas universidades e instituições de P&D nacionais, quanto nas empresas. A ampla experiência internacional corrobora as observações locais de que esta capacitação e o aprendizado de novos procedimentos gerenciais, e de garantia e controle de qualidade requeridos pelo programa espacial, não ficam restritos aos departamentos industriais, diretamente envolvidos na execução dos contratos firmados com as instituições executoras dos projetos espaciais. Também espalham-se rapidamente e são absorvidos pela empresa como um todo, difundindo-se em seguida para outras empresas do setor.

Um segundo aspecto a ser acentuado, é o papel dos satélites artificiais na remoção de alguns gargalos de infra-estrutura. Para um país com as características territoriais e de distribuição populacional do Brasil, a utilização de satélites é a única forma viável de se pretender um completo inventário e monitoramento das reservas de recursos naturais (particularmente geológicos e florestais). É ainda a única forma viável de se estabelecer uma base de dados hidrometeorológicos extensa e adequadamente atualizada, de forma a permitir previsões confiáveis e com significativa antecedência, das condições do tempo e do clima, sobre todo o território nacional. Esses dados são também de fundamental importância para o gerenciamento eficiente dos sistemas de geração e distribuição de energia hidroelétrica. Deve-se, finalmente, destacar no contexto da infra-estrutura, a grande importância do acesso às telecomunicações como condição básica para o desenvolvimento das regiões remotas do País em bases sustentáveis.

O papel do programa espacial no incentivo à participação privada em investimentos estratégicos, também é um aspecto importante. Esse incentivo se dá de forma direta e óbvia em programas, que pelo alto potencial de exploração comercial rentável dos serviços dele decorrentes, já atrai um grande número de investidores nacionais e internacionais. Ocorre ainda de forma menos direta em todos os demais projetos. Assim, por exemplo, a evidência dos elevados benefícios econômicos decorrentes da melhoria das previsões do tempo e de sua correlação com a disponibilidade de dados ambientais, deverá motivar setores diretamente beneficiados (como cooperativas agrícolas e grupos empresariais atuando no setor agropecuário, por exemplo), a participar dos investimentos necessários à ampliação da rede de plataformas de coleta de dados e mesmo à manutenção da família de satélites, que garantirão a continuidade desses serviços.

TECNOLOGIA ESPACIAL: FATOR DE MUDANÇAS

Atualmente, é fato plenamente aceito que a busca da humanidade por conhecimentos, por meio da exploração científica, associada à necessidade de garantir sua sobrevivência e adquirir maiores condições

de conforto, resultou em avanços tecnológicos que melhoraram a qualidade de vida em todo o mundo. Como, entretanto, a qualidade de vida é resultante de muitos fatores, torna-se necessário o monitoramento de vários indicadores, especialmente os relacionados com a pressão populacional, desenvolvimento econômico, educação, alimentação, saúde, saneamento e integridade ambiental.

A população do mundo dobrou de 2 para 5 bilhões entre 1950 e 1987, e deverá atingir 6,4 bilhões no ano 2000. De acordo com as previsões menos pessimistas, metade da população do mundo estará então vivendo em cidades, causando impactos adversos ao próprio homem e ao meio ambiente. O adensamento urbano, combinado com os padrões de consumo da população em geral, exercerá uma grande pressão sobre os já escassos recursos naturais, principalmente nas nações desenvolvidas. Tendo em vista os requisitos futuros de infra-estrutura apropriada à utilização racional dos recursos, faz-se necessária a opção por modernas tecnologias, em que se inclui, de maneira preponderante, a tecnologia espacial como uma via eficiente de manutenção da qualidade de vida, para grandes populações.

Crescimento econômico é uma componente importante do desenvolvimento, embora não deva ser em si um objetivo. As grandes disparidades nos padrões de vida do povo, entre as poucas nações desenvolvidas e o resto do mundo, no entanto, pode ser medida a partir da importância do país na economia mundial. Em alguns situações, como é o caso do Brasil, apesar do tamanho de sua economia, os padrões de qualidade de vida ainda estão abaixo do desejado, devido à excessiva concentração de renda, em uma pequena parte da população, agravada por fortes contrastes regionais. Daí a necessidade de se utilizar outros parâmetros baseados no nível de escolaridade, de saúde, de saneamento, de nutrição, de acesso a serviços médicos e de integridade ambiental, como padrões de qualidade de vida.

No âmago da questão do perpetuamento das disparidades entre e dentro das nações, situam-se problemas cruciais causadores e ao mesmo tempo decorrentes do agravamento da pobreza e da degradação ambiental, principalmente nos grandes centros urbanos. A tecnologia espacial provou ser de grande utilidade no equacionamento dessas questões. Ela aumentou a comunicação entre os homens como nunca se viu na história, possibilitou a obtenção de informações valiosas sobre tempo e clima, e permitiu o acesso contínuo a detalhes vitais sobre os recursos da Terra, só possíveis de se obter a partir do espaço.

As atividades espaciais podem colaborar significativamente na solução dos problemas que atingem a sociedade, através da prestação de inúmeros serviços essenciais. Os satélites de comunicações, por

exemplo, prestam-se a todos os aspectos da educação à distância, em especial para regiões remotas e mais pobres. Também por meio da telemedicina pode ser prestado um amplo espectro de serviços médicos e assistenciais para as populações de áreas remotas, cobrindo desde a disseminação de informações básicas sobre cuidados com a saúde, até a assistência a médicos locais. Os satélites de observação da Terra, provêm ótimos meios de monitoramento ambiental e controle de recursos naturais, não só para aumentar a produtividade e reduzir os desníveis regionais, mas também para atacar problemas ambientais urgentes, como a urbanização e a industrialização desordenadas, desertificação, desflorestamento, enchentes, secas, degradação do solo, etc. Satélites de comunicações, meteorológicos e de sensoriamento remoto, contribuem substancialmente, no controle de desastres, em especial, dos naturais.

A busca de uma boa qualidade de vida para a sociedade como um todo, tem que ser pautada por judicioso balanço entre os valores econômicos e a ecologia, tendo sempre em vista a conservação, preservação e enriquecimento da qualidade do ambiente. Nesse sentido, o propósito do desenvolvimento sustentado é assegurar que o crescimento econômico e a proteção ambiental, se dêem de uma maneira compatível. Assim, os modelos de desenvolvimento devem estar em harmonia, não só com a pressão das necessidades de uma população em crescimento, mas também com os processos naturais e as funções dos sistemas ecológicos. Qualquer esforço nessa direção demanda uma visão holística dos recursos naturais e do ambiente, e um entendimento da interdependência entre os vários recursos e ecossistemas, na medida em que se integrem os imperativos ambientais relevantes no processo de desenvolvimento. A capacidade dos satélites de sensoriamento remoto de prover uma visão sinótica e imparcial dos recursos naturais, de uma maneira oportuna e custo-efetiva, oferece uma solução tecnológica viável para o problema de manter a integridade do ambiente, sem prejuízo dos processos de desenvolvimento em todos os níveis. À luz do exposto depreende-se que a tecnologia espacial apresenta enormes possibilidades para melhoria global da qualidade de vida e para assegurar alimentos, saúde, educação e segurança ambiental para todos, segundo os padrões de um desenvolvimento sustentável.

EFEITOS ECONÔMICOS DIRETOS E INDIRETOS GERADOS PELOS PROGRAMAS ESPACIAIS

Os programas espaciais podem ser divididos em dois tipos. Tal procedimento permite uma melhor compreensão de seus benefícios estratégicos e sócio-econômicos.

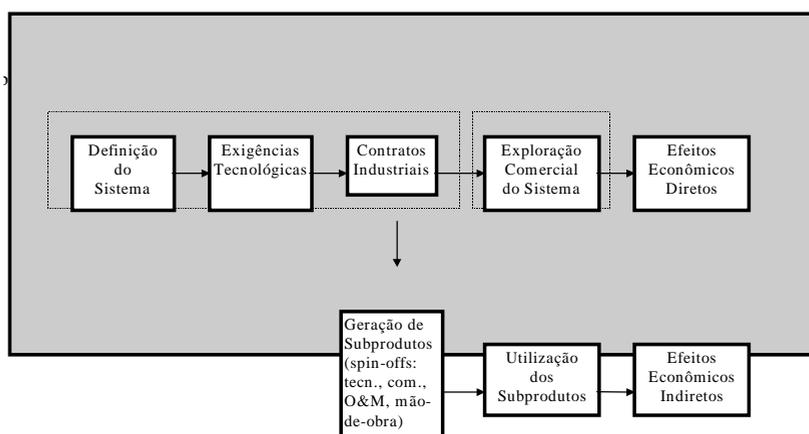
Por um lado, existem programas que se ocupam em desenvolver uma capacidade industrial para projetar e construir artefatos espaciais, os quais podem ser, por exemplo, um satélite artificial, e/ou seu foguete

lançador, e/ou as estações para acompanhá-lo em órbita, e/ou ainda as estações para transmitir e receber dados para ou desses artefatos. Esses programas são em geral caracterizados por um longo processo, que vai da concepção ao desenvolvimento e fabricação, e posteriormente, à comercialização, com as usuais oportunidades de negócios, para o setor privado. Esse processo que exige capacidade de desenvolver e trabalhar com tecnologias avançadas, afeta toda a dinâmica das empresas envolvidas, podendo ter reflexos, até mesmo, na própria estrutura industrial dos setores, onde atuam essas empresas. Esses efeitos, não são facilmente mensuráveis por causa da dificuldade de definir um procedimento de medida, que os identifique efetivamente na dinâmica global da economia.

Por outro lado, existem programas espaciais que se ocupam em usar a capacidade desenvolvida nos programas anteriores. São programas de aplicação de satélites, nas áreas de meteorologia, sensoriamento remoto e comunicações, dentre outras. Esses programas geram ao longo de sua existência dados que encontram utilidade estratégica ou sócio-econômica, facilmente identificável e de quantificação, eventualmente bem definida num determinado período de tempo.

Os efeitos gerados pelos programas do primeiro tipo, foram chamados por alguns autores de *efeitos econômicos indiretos*, e os gerados pelos programas do segundo tipo de *efeitos econômicos diretos*, efeitos esses, tanto um quanto o outro, entendidos como *benefícios* no presente artigo. Esquemáticamente os elementos constituintes do processo de geração de efeitos econômicos, diretos e indiretos, em nível microeconômico, estão representados na figura a seguir.

Processo de Geração de Efeitos Econômicos



(Fonte: Banzato, M.A. - Considerações sobre os Efeitos Econômicos Indiretos de Programas Espaciais; INPE/1985)

Na sequência serão apresentados alguns dos *benefícios diretos e indiretos*, decorrentes das atividades espaciais desenvolvidas no Brasil.

A CONTRIBUIÇÃO DOS SATÉLITES DE COMUNICAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO NACIONAL

O poder das comunicações por satélite, provou, ao longo dos anos, ser absolutamente essencial para o desenvolvimento econômico e social. Os confiáveis serviços de telefonia, radiodifusão (broadcasting) e de transmissão de dados proporcionados pelos satélites, criaram melhores serviços médicos e educacionais, um clima mais saudável para negócios e uma crescente coesão social nos países por todo o mundo. Além disso, um sistema usando satélites pode ser instalado com relativa presteza e menores custos, especialmente quando comparado ao tempo e dispêndios que ocorrem quando da construção de redes terrestres, dentro de um país, ou mesmo no lançamento de cabos submarinos.

Com as correntes mudanças geopolíticas, econômicas e tecnológicas no mundo, um sistema de comunicações confiável e custo-efetivo, torna-se ainda mais crucial para o atingimento das metas de desenvolvimento. Um país como o Brasil precisa implementar uma rede de telecomunicações, que possibilite a seus homens de negócios interagirem com seus contrapartes em outros países, em bases o mais igualitárias possíveis. De outra forma, seu desenvolvimento econômico ficará atrasado. Para os países em desenvolvimento os sistemas com satélites apresentam uma pronta resposta para os requisitos regionais e de âmbito mundial de comunicações.

Pode-se perguntar qual seria a função de um satélite de comunicações no Brasil, já que suas redes terrestres, especialmente aquelas de fibras ópticas, estão tendo um grande desenvolvimento, sendo distribuídas por todo o território incluindo a instalação de vários cabos submarinos ao longo da costa. Os satélites desempenham, no presente, três papéis fundamentais no País. O primeiro é a interconexão de vilas isoladas, principalmente da região amazônica, com o resto da nação. O segundo é a distribuição de TV aberta, fechada e paga; a demanda por TV é tão alta, que já preenche a capacidade total dos cinco satélites dos quais o Brasil é proprietário. Além das aplicações comerciais, os satélites distribuem programas relacionados à teleeducação, treinamento e telemedicina. O terceiro, tão importante quanto os outros, é relativo ao estabelecimento de redes corporativas para servir grandes empresas e bancos, bem como grandes birôs e outras companhias prestadoras de serviços de valor agregado.

Outra frente, para a qual o satélite pode levar grande contribuição, é a área rural. A propósito, na atualidade a única maneira de uma pessoa

no interior da região amazônica se comunicar com o resto do mundo, é através do satélite Inmarsat, um serviço bastante caro. Entretanto, haverá uma solução para esse problema no futuro próximo com os satélites de baixa e média órbitas da Terra (LEOs e MEOs), que preencherão uma grande parte das necessidades rurais brasileiras de telecomunicações.

Foi previsto para o Brasil um investimento de cerca de US\$ 2,6 bilhões, em satélites geoestacionários durante o período entre 1994 a 2004, incluindo os da Embratel, que é a dona da série Brasilsat (A₂, B₁, B₂, B₃ e B₄, o último, em futuro próximo). A Embratel está também usando o satélite Intelsat 709 para distribuição de TV do tipo DTH (Direct to Home), com a banda Ku. A partir do uso de todos os *transponders* disponíveis, está oferecendo no presente todos os tipos de serviços, incluindo a telefonia pública, analógica ou digital; transmissão de dados, em baixa e alta velocidades; distribuição de TV, nas bandas C e Ku; redes corporativas; e distribuição de rádio digital e analógico. Esses serviços têm a seguinte distribuição: dados 16%; telefonia, 38%; TV, 41%; e outros, 5%. A Embratel começou a usar, recentemente, o satélite argentino Nahuel, da Nahuelsat, em conformidade com um acordo recíproco, que envolve o uso de *transponders* daquele satélite na banda Ku pelo lado brasileiro, enquanto que a Embratel provê *transponders* na banda C para os usuários argentinos.

Há também várias sociedades brasileiras devotadas ao uso e/ou construção e exploração de satélites geoestacionários. Algumas delas usam satélites existentes, como aqueles das séries Galaxy e PAS (PanAmSat), para redes de TV paga. Outras, usarão seus próprios satélites para TV, telefonia e transmissão de dados.

Com relação aos satélites de órbitas baixa e média da Terra, prevê-se a operação no Brasil de sistemas como Iridium, Globalstar, Odyssey, Ico e Ecco, cujas companhias estabeleceram, ou estão em vias de estabelecer, associações com grupos brasileiros. A demanda para comunicações móveis por satélite no País, é estimada em 100 mil usuários no segmento urbano e 2 milhões no rural, incluindo uma grande percentagem de terminais fixos nas áreas rurais.

As comunicações por satélite lideram todas as outras aplicações espaciais, com grande vantagem. É interessante, entretanto, enfatizar duas aplicações muito importantes para países em desenvolvimento: teleducação e telemedicina.

No Brasil, a difusão da educação usando satélites está em franco progresso, destacando-se a TV Escola, do Ministério de Educação, voltada às quatro primeiras séries do 1º. grau, a par de ser também, dedicada ao preparo e reciclagem de professores e diretores das escolas

públicas de ensino básico. Está beneficiando, por ora, escolas com mais de 100 alunos. A previsão é de cobrir cerca de 50 mil escolas, com um total de 900 mil professores e 23 milhões de alunos (cerca de 85% dos estudantes do 1º grau). Esse projeto espera atingir indiretamente, a comunidade associada à escola, servindo de nova fonte de acesso à cultura e ao conhecimento.

Outra iniciativa brasileira de grande expressão, é o Telecurso 2000, executado pela Fundação Roberto Marinho e Sistema FIESP, com o objetivo de atingir 33 milhões de brasileiros. As aulas são exibidas diariamente pela TV Globo e TVs Educativas. O Telecurso oferece 1.140 teleaulas, sendo 360 de 1º grau, 420 de 2º grau e 360 de cursos profissionalizantes. Há ainda a TV Senac, um canal de televisão exclusivo e codificado, ou seja, imagem e som só podem ser gerados e recebidos em locais pré-estabelecidos. Trata-se de uma TV interativa permitindo que todos os integrantes da rede se comuniquem ao vivo, usando um canal digital do satélite Brasilsat B1. Sua programação, compreende a informação e a reciclagem profissional de sua clientela, nas áreas da saúde, beleza, moda, decoração, turismo e hotelaria, idiomas, etc. Está conectada a 50 pontos terrestres.

Finalmente, a partir do segundo semestre de 1997 entrou no ar a TV Futura, que veicula programas para telespectadores, com diferentes graus de instrução, uma parte dos quais para atualização de professores. No campo da educação informal os mesmos são direcionados a estudantes de primeiro e segundo graus, e ao ensino profissionalizante.

Todos as iniciativas em teleducação, acima mencionados, deverão adotar técnicas mais sofisticadas no futuro, incluindo sistemas interativos video-voz e video-video. Os satélites de órbitas baixa e média da Terra se juntarão aos satélites geoestacionários, no provimento de teleducação, para áreas remotas e geograficamente isoladas, bem como para a população esparsamente distribuída.

A telemedicina, diferentemente do que vem acontecendo com a educação à distância, resume-se atualmente no Brasil a umas poucas iniciativas, em que pese a grande complexidade dos problemas de saúde no País. Há que se ressaltar, entretanto, empreendimentos como o do Hospital Sarah Kubistchek e o do Exército Brasileiro. O primeiro é uma rede constituída por quatro unidades hospitalares, localizadas em Brasília (DF), Salvador (BA), São Luiz (MA) e Belo Horizonte (MG), e uma unidade em Fortaleza (CE) que encontra-se em fase de instalação. Nos quatro hospitais em operação estão instalados equipamentos de vídeoconferência, que podem ser usados em ligações ponto-a-ponto ou multiponto, provendo comunicações através de vídeo interativo, de alta

qualidade, e de voz. A rede permite discussões, consultas e retirada de dúvidas, como se o interlocutores estivessem num mesmo local, a par de transmissão de chapas de raios-X, de ECGs, EEGs, etc, e do apoio remoto a cirurgias.

O sistema do Exército Brasileiro está organizado em Redes e Sistemas de Telemedicina, assim constituídos:

Rede de Telemedicina da Região Norte

A Rede de Telemedicina da Região Norte está constituída por 17 Postos de Telemedicina de Organização Militar, 6 Postos de Telemedicina de Organização Militar de Saúde e 1 Seção de Telemedicina, no Hospital Geral de Belém e no Hospital Geral de Manaus (sede de Rede).

Rede de Telemedicina da Região Centro-Oeste

A Rede de Telemedicina da Região Centro-Oeste está constituída por 12 Postos de Telemedicina de Organização Militar, 3 Postos de Telemedicina de Organização Militar de Saúde e 1 Seção de Telemedicina, no Hospital Geral de Campo Grande (sede de Rede).

Sistema de Telemedicina do Exército

Além das Redes da Região Norte e da Região Centro - Oeste, a Diretoria de Saúde, instalou Centros de Telemedicina no Hospital Central do Exército e em 3 Hospitais Gerais: Recife, São Paulo e Porto Alegre, aumentando a abrangência e as possibilidades do Sistema, agora de abrangência nacional, embora passível de ampliação logo que as condições o permitam.

Há planos de ampliação do sistema do Exército Brasileiro, oferecendo assistência médica a outras partes do País, mediante o apoio de instituições privadas.

A telemedicina, a exemplo do que ocorrerá com a teleducação, deverá sofrer grande impulso, quando aos atuais satélites geostacionários, se juntarem aqueles de órbitas baixa e média da Terra.

A CONTRIBUIÇÃO DOS SATÉLITES PARA A METEOROLOGIA BRASILEIRA

A meteorologia brasileira é realizada por entidades científicas acadêmicas e operacionais. Os pesquisadores e cientistas estão associados a universidades e instituições de pesquisa, subordinadas aos Governos Federais ou Estaduais. As entidades operacionais estão, basicamente, vinculadas a Ministérios ou Governos Estaduais.

Há duas décadas vem acontecendo um grande desenvolvimento na área da meteorologia brasileira, como resultado de investimentos feitos pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e alguns Estados. Dentro desse esforço, foi criado sob o MCT, o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Cptec), inaugurado em novembro de 1994, subordinado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram também criados ou ampliados nos Estados brasileiros, centros regionais de aplicação, devotados ao monitoramento e previsão de tempo e do clima, assim como foi melhorada a infra-estrutura de alguns grupos acadêmicos de pesquisa.

Em termos de previsão de tempo e do clima, em bases nacionais, as mais relevantes contribuições são provenientes do Cptec e do Instituto Nacional de Meteorologia (Inemet), do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. O Cptec está dotado de recursos humanos, computacionais e de telecomunicações, comparáveis aos maiores centros de meteorologia do mundo. Seus sistemas computacionais, que incluem o maior supercomputador encontrado no Brasil, com capacidade de 16 Gigaflops, podem integrar - com o uso de modelos numéricos e dados coletados por satélites meteorológicos das séries Meteosat e GOES (geoestacionários) e NOAA (polares) - informações atmosféricas e oceânicas para produzir previsões fornecidas a usuários, e para estudar fenômenos como o El Niño, suas consequências nas anomalias de temperatura e precipitação, bem como os prejuízos correspondentes. Alguns dos centros e grupos de pesquisa citados, e algumas companhias privadas, recebem diretamente dados coletados por esses satélites. Outros, usam dados de satélites fornecidos pelo CPTEC.

Existem no País cooperativas agrícolas que disseminam a seus associados, informações sobre previsão de tempo (no Paraná, por exemplo, há uma cooperativa com 50 mil afiliados). Estudos desenvolvidos por essas cooperativas, mostram um aumento de 5 a 20% na produtividade, devido ao uso das previsões meteorológicas. Levando em conta que o produto agrícola total do País é de US\$ 40 bilhões/ano, e tomando-se o percentual conservador de 5% para o aumento da produtividade, ter-se-ia o valor de US\$ 2 bilhões como um benefício econômico apenas no que diz respeito à agricultura. Tomando-se essa cifra, e tendo em conta a incidência de impostos que montam a 8%, ter-se-ia ainda uma arrecadação complementar de US\$ 160 milhões/ano para tais impostos, que se constituiriam numa fonte extra de recursos para o Governo.

A manutenção de todo o sistema meteorológico do País, em situação de regime, demanda uma quantia de cerca de US\$ 40 milhões por ano, dos quais US\$ 10 milhões para investimentos, e US\$ 30 milhões para custeio. Na atualidade, no sentido de tirar o atraso existente, seriam

necessários de US\$ 50 a US\$ 60 milhões/ano. Ter-se-ia, assim, numa primeira aproximação, como relações custo-benefício, adotando esses dados:

- Custo / Benefício = 40 mi/2bi = 1/50, em situação de regime, e
- Custo / Benefício = 60 mi/2bi = 1/33, na atualidade.

Depreende-se do acima apresentado que mesmo na situação mais desfavorável (1/33), o retorno seria bastante elevado e tendente a aumentar para cerca de 1/50, ou seja, a cada dólar empregado no sistema meteorológico nacional, ter-se-ia um retorno da ordem de 50 dólares.

Além disso o relatório “Study on the Direct Economic Effects of the Meteosat Programme”, elaborado pela firma Bramshill Consultancy, da Inglaterra, sob contrato da ESA (Agência Espacial Européia), concluiu por um percentual de 11,4%, como contribuição dos satélites (geoestacionários + polares) nos benefícios econômicos totais auferidos pelos Estados membros daquela agência, em função do uso das informações meteorológicas na área da agricultura. Como o Brasil carece de uma rede de observação terrestre e de dados de radiosondagem, os dados coletados pelos satélites meteorológicos tornam-se muito mais importantes, contribuindo com 30% a 40% dos benefícios totais (US\$ 2 bilhões), o que conduz conservadoramente a um montante de no mínimo US\$ 600 milhões/ano. Em outras palavras, no caso brasileiro os satélites meteorológicos geram benefícios econômicos referentes à agricultura, que atingem no mínimo US\$ 600 milhões por ano.

Outro exemplo muito significativo refere-se à previsão de seca no nordeste brasileiro. Na atualidade, o Cptec do INPE está fazendo previsões para a área com uma antecedência de três meses e índice de acerto de 80%, ou seja, em cada 5 anos, acerto em 4. Essa informação é de extrema importância para os Estados daquela região, no que diz respeito à produção de grãos, dentre outras áreas de igual importância. Devido às secas as perdas na produção foram de 85% em 1983 e 45% em 1993, deixando em situação de extrema penúria 8 a 9 milhões de pessoas, requerendo por parte dos governos inversões de recursos emergenciais de elevado valor. Entre as poucas medidas possíveis, em casos como o do Nordeste, está a de alertar os agricultores com a antecedência necessária, sobre que tipos de cultura plantar em função do menor ou maior rigor previsto para a seca de um determinado ano. Com a criação e operacionalização do Cptec e de centros regionais, num ano normal como o de 95, graças às orientações havidas, a safra ficou 55% acima da média no estado do Ceará.

A CONTRIBUIÇÃO DOS SATÉLITES NA OBSERVAÇÃO DO TERRITÓRIO NACIONAL

Os fenômenos resultantes do impacto das atividades humanas sobre o meio bio-geofísico do território brasileiro, são geralmente localizáveis no espaço e no tempo. As técnicas de sensoriamento remoto fornecem uma contribuição significativa, principalmente quando combinadas com as ferramentas do geoprocessamento, pois apresentam características singulares e complementares:

- A dinâmica temporal de aquisição, com recobrimentos periódicos sobre o território nacional e Oceano Atlântico, o que permite monitorar a evolução de fenômenos ambientais.

- As diferentes características dos sistemas sensores, que permitem a caracterização de propriedades físico-químicas dos alvos, no espectro óptico, e as geométricas-elétricas nas microondas, adequadas para o levantamento de recursos naturais renováveis e não-renováveis.

- A natureza digital da aquisição e geração das imagens de sensores remotos, fato que torna natural realizar análises quantitativas em sistemas computacionais e permite a interface com o geoprocessamento.

Notando os avanços nas técnicas de observação da Terra, o Brasil decidiu, em 1967, conhecer melhor o seu território, atuando segundo duas maneiras complementares: 1) foi criado o Projeto Radam, para cobrir seus 8,5 milhões de km² com radar, em 10 anos, e 2) estabeleceu-se uma equipe e infra-estrutura no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para aprender a usar as novas técnicas de sensoriamento remoto. Em 1973 o INPE começou a receber dados e imagens do primeiro satélite da série Landsat (ERTS 1), usando sua própria estação de recepção terrena, logo após os Estados Unidos e o Canadá. A partir de então, muitos projetos piloto foram desenvolvidos para demonstrar as técnicas e disseminá-las pelos usuários governamentais e privados. Centenas de especialistas do Governo, Universidades e companhias privadas foram treinados pelo INPE.

Hoje, após cerca de 30 anos de atuação na área de sensoriamento remoto, o Brasil dispõe de um acervo considerável de dados nas bandas óptica, do infravermelho termal, das microondas passivas (dados das séries de satélites Landsat, Spot, Goes, Meteosat, Noaa e Nimbus), e na das microondas ativas (satélites Ers-1, Ers-2, Jers-1 e Radarsat-1, Geosat, Topex/Poseidon). Além disto o INPE desenvolveu tecnologias para a aquisição e processamento de dados geoambientais; que encontram-se em pleno uso por todo o País, como o Sistema de Tratamento de Imagem (Sitim), o Sistema de Informação Geográfica (SGI), e o Sistema de

Processamento de Informações Georeferenciadas (Spring), que atualmente constituem-se na maior base de geoprocessamento no Brasil.

Os resultados do Radam foram publicados em 38 relatórios com mapas temáticos na escala de 1:1.000.000, disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O INPE tem se incumbido da recepção, gravação, processamento e distribuição dos produtos de sensoriamento remoto por satélite. Foram implantados cerca de 150 laboratórios de sensoriamento remoto e geoprocessamento por todo o País e 15 companhias privadas, cuja demanda colocam o Brasil como o terceiro maior usuário de imagens de satélites no mundo. Isso tem permitido às agências governamentais e cientistas, monitorar regiões remotas da Amazônia, a urbanização, os desflorestamentos, as safras agrícolas, etc. Tem possibilitado a realização de estudos sobre incêndios em florestas na região amazônica, e ao estabelecimento de mudanças nas taxas de desflorestamento. Imagens de alta resolução são usadas para estudar o desflorestamento, que provoca a perda da biodiversidade e pode influenciar o fenômeno do aquecimento global. Com dados do Landsat, o Projeto Desflorestamento (Prodes) do INPE tem estimado as áreas totais e as taxas de desflorestamento na Amazônia brasileira, na tentativa de ajudar o Governo a adotar medidas para fazer diminuir o desflorestamento.

A contribuição que os satélites de sensoriamento remoto podem prover às atividades humanas é muito vasta, e cobre áreas como a agricultura, silvicultura, recursos de pastagem, uso da terra e mapeamento, geologia, recursos hídricos, oceanografia e recursos do mar, monitoramento ambiental, previsão e controle de catástrofes (enchentes, secas, deslizamentos de terra, etc) e cartografia. Estão apresentados abaixo, em adição ao Prodes, exemplos de benefícios proporcionados por esses satélites.

Destacam-se as atividades desenvolvidas pelo IBGE na área de previsão e acompanhamento de safras - o Projeto Prevs. Esse projeto vem sendo implementado desde 1986 com a colaboração técnica do INPE e financiamento do Banco Mundial, tendo sido cobertos cumulativamente, até 1990 os estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, e o Distrito Federal, estando prevista sua extensão para o Mato-Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Goiás. A metodologia utilizada no Prevs é constituída de um desenho probabilístico estratificado de uma amostra de áreas, que serve de base a todos os procedimentos de estimação. O painel para amostragem de áreas, denominadas segmentos, e onde são realizados os levantamentos de dados necessários à avaliação da situação da agricultura e da pecuária, é estratificado segundo o uso do solo por meio de imagens dos satélites da série Landsat.

Os dados de sensoriamento remoto vêm sendo também utilizados no Brasil para o planejamento urbano. Um exemplo de tais aplicações é o Projeto Mavale, no qual o macrozoneamento do uso da terra para o Vale do Paraíba e região costeira do nordeste do estado de São Paulo (18.111 km²), foi realizado usando imagens dos satélites Landsat e Spot. Extraíu-se dos produtos de sensoriamento remoto informações geológicas, geomorfológicas e sobre água no solo, as quais foram usadas para elaborar mapas de adequabilidade do uso da terra, de áreas favoráveis a trabalhos de engenharia, de áreas para expansão urbana e de áreas com riscos de desastres geológicos. Essa informação, associada com mapas de uso/cobertura da terra e com diagnósticos sócio-econômicos, permitiram a elaboração de mapas, para prover linhas de ação para as políticas regionais de uso do solo. A análise estrutural do espaço urbano e a dinâmica da expansão urbana em relação a cenários alternativos de uso da terra, podem ser realizadas com imagens orbitais, com uma melhor relação custo/benefício do que com métodos convencionais.

Com relação aos recursos do mar, há pelo menos um exemplo a citar. Trata-se do projeto Satpeixe, fruto de uma parceria entre a Quaker Brasil Ltda, o Sindicato das Indústrias de Pesca de Itajaí (Sindipi) e a Oceansat Tecnologia Espacial para Monitoramento Ambiental, desenvolvido para introduzir a cultura do sensoriamento remoto nas atividades de pesca no Brasil. No projeto são geradas cartas de Temperatura de Superfície do Mar (TSM), obtidas a partir de dados coletados pelos satélites da série NOAA, que são analisadas por um grupo de especialistas nas áreas de sensoriamento remoto e oceanografia, para o entendimento de padrões de circulação que indiquem as áreas favoráveis à ocorrência de atum e afins, além de outras espécies de comprovado hábito pelágico, cujos estoques não se encontrem sobre-explotados. As cartas de TSM com as respectivas análises oceanográficas, são então diariamente enviadas a técnicos em biologia pesqueira, que elaboram as cartas de pesca, que por sua vez são transmitidas, via fax, aos armadores que as repassam aos barcos de pesca. Usando a mesma metodologia, a Oceansat está também fornecendo cartas de TSM para iate clubes brasileiros, como apoio à pesca recreativa.

O PROCESSO DE GERAÇÃO E DIFUSÃO DE EFEITOS ECONÔMICOS INDIRETOS

Durante muitos anos o suporte governamental aos grandes programas de P&D, como programas nuclear, espacial e de defesa, representaram de maneira implícita a política dominante de inovação dos países desenvolvidos, como forma de ampliar a disponibilidade tecnológica da indústria local e aumentar sua competitividade.

A capacidade inovadora dos programas espaciais, é decorrente, em grande parte, de suas próprias características técnicas e organizacionais. Em mais de 30 anos de P&D espacial, algumas dessas características despontam como típicas na Europa e EUA. Os programas espaciais têm sido financiados quase que exclusivamente por recursos públicos e sempre reúnem diversos segmentos industriais, a maioria considerados de ponta, em organizações bastante complexas. Além disso, para suprir suas necessidades tecnológicas exigem mão-de-obra qualificada e infra-estrutura de pesquisa fundamental e aplicada.

Dessa forma, embora os efeitos econômicos gerados pela P&D espacial apresentem particularidades decorrentes das diferenças entre programas e países, pode-se afirmar que o ponto de partida do processo de geração e difusão das inovações e seus efeitos, são as exigências tecnológicas dos projetos espaciais e a organização industrial responsável pela sua execução. É preciso lembrar ainda que, dada a grande intervenção dos governos nesse campo, esse processo é bastante influenciado pelas políticas governamentais de regulamentação industrial, de compras, de propriedade industrial e de concessão para exploração de patentes.

Os efeitos das inovações espaciais são identificados como mudanças na qualidade da força de trabalho, ou ainda na forma de novos produtos e novas condições de comercialização. A difusão das inovações entre firmas, provoca conseqüências que podem ser observadas em nível setorial e também no conjunto da economia.

***SPIN-OFFS* OU EFEITOS INDIRETOS**

O termo *spin-off* é frequentemente entendido como uma definição de casos nos quais as tecnologias, desenvolvidas no contexto dos programas espaciais, são usadas em atividades fora desse setor. Tecnologias espaciais são então transferidas, e permitem às empresas receptoras se beneficiarem, ajudando-as a projetar e vender novos produtos, ou serviços, ou modificar seus processos de produção, afim de melhorar sua eficiência. Esses efeitos se espalhando por toda a economia, através da venda de bens e serviços, compra de licenças, cópias, documentos técnicos ou científicos, e assim por diante, constituem-se na base do que é comumente chamado de efeitos econômicos de longo prazo dos programas espaciais.

Entretanto, num sentido muito mais amplo, o termo *spin-off* cobre todas as maneiras pelas quais aquilo que foi aprendido por uma firma durante uma atividade, no caso o programa espacial, é usado por ela própria, ou por outra organização, noutra contexto. Dessa maneira o

spin-off não fica restrito a transferências de tecnologia, podendo ser também considerados como *spin-offs*, a introdução de novos métodos de gerenciamento, a mudança de estruturas organizacionais, o fortalecimento da colaboração entre empresas, o uso daquilo feito em aplicações espaciais, como uma referência de marketing, a melhoria do nível de competência dos empregados, etc. Os *spin-offs* assim caracterizados, constituem-se nos *efeitos econômicos indiretos* das atividades espaciais.

PROGRAMAS ESPACIAIS E INDÚSTRIA

Uma característica importante dos setores industriais que atuam no campo espacial, é relativa à sua própria formação. A capacidade industrial espacial hoje existente em alguns países desenvolvidos, nasceu principalmente da diversificação de setores industriais de ponta. O espaço não constitui, propriamente falando, um verdadeiro setor industrial, uma vez que os projetos espaciais se apresentam muito mais como um cadinho tecnológico, onde são fundidas e sintetizadas tecnologias avançadas dos mais diversos setores. Um levantamento do perfil das empresas industriais mais importantes que atuam no campo espacial, sugere que nessas empresas as atividades espaciais são parte de um conjunto maior de atividades, no qual figuram principalmente a aeronáutica e a eletrônica avançada.

Na Europa, por exemplo, com exceção da Arianespace que foi criada exclusivamente para assegurar a produção e comercialização do lançador Ariane, a atividade espacial está hoje integrada no seio das empresas a outras atividades relevantes, geralmente aeronáutica e eletrônica. Essa parece ser a solução mais econômica, para manter na França um potencial industrial nesse setor de ponta. Além do objetivo econômico direto, parece que é igualmente a fórmula que permite a melhor valorização dos conhecimentos técnicos adquiridos pela atividade industrial espacial.

Essas particularidades do esforço espacial, ou seja, por um lado, a exigência de tecnologias e organização avançadas, e por outro a sua inserção nos diversos setores industriais, são o ponto de partida do processo de inovação, que resulta da pesquisa espacial e de sua difusão na economia.

O SETOR AEROESPACIAL BRASILEIRO

O setor aeroespacial brasileiro tem como componentes os órgãos de formação de recursos humanos, os complexos científicos e tecnológicos, as indústrias, a infra-estrutura aeroespacial, a aviação civil e a aviação militar.

O setor tem características econômicas próprias, atuando como integrador de conhecimentos de ponta e envolvendo recursos humanos altamente especializados. Na área industrial os produtos têm longo ciclo de desenvolvimento e alto valor agregado, caindo rapidamente em obsolescência se não tiverem contínuo aperfeiçoamento. O desenvolvimento desses produtos geralmente requer grande volume de capital, com retorno a médio e longo prazos, sendo a competição internacional muito acirrada. Finalmente, o setor gera inúmeras aplicações em outros campos de atuação, particularmente em automobilística e em serviços como telecomunicações, transporte, turismo, energia, sensoriamento remoto, meteorologia e medicina.

A INDÚSTRIA AEROESPACIAL NACIONAL

Atuam no setor em diversos níveis cerca de 600 empresas. Segundo a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), as empresas empregaram em 1996, 13.600 pessoas, e faturaram US\$ 2,37 bilhões, incluindo as exportações, dos quais US\$ 1,17 bilhão representou a receita com produção industrial, gerando 7.200 empregos. Cerca de duas dezenas de empresas, as quais possuíam da ordem de 2 mil empregados, estavam mais diretamente ligadas às demandas específicas do setor espacial. Esses totais não incluem o faturamento das empresas exploradoras de serviços de transporte aéreo. Historicamente nos últimos 10 anos as exportações, representaram 55 % do faturamento global.

Os principais produtos do setor são: aviões comerciais, aviões militares, aviões leves, helicópteros, foguetes de sondagem e de aplicação espacial, satélites, radares, sistemas e equipamentos de controle de tráfego aéreo e proteção ao vôo, sistemas e equipamentos do segmento solo para satélites, equipamentos e aviônicos de bordo para aeronaves e satélites, motores aeronáuticos, sistemas espaciais e seus componentes, armamentos diversos e os serviços correspondentes para operar e manter tais sistemas.

A indústria está capacitada para conceber, projetar, qualificar, produzir e dar suporte aos equipamentos e sistemas citados. Trabalha em programas internacionais de cooperação, possui marcas próprias, reconhecidas internacionalmente - tais como Embraer, Avibrás e Aeroeletrônica - e já competia com sucesso no mercado internacional, anteriormente ao processo de abertura econômica.

É importante ressaltar, que o setor produtivo espacial é tributário do setor produtivo aeroespacial, em função da grande comunalidade de métodos, processos e equipamentos produtivos. Para se socorrer das dificuldades ocasionadas pela flutuação das atividades espaciais nacionais, situação que é inevitável nas áreas de tecnologia avançada, as empresas tendem a disputar outras fatias de mercado no mais amplo

setor aeroespacial, constituindo-se muitas vezes em fornecedores de itens e conjuntos para aeronaves e material de defesa.

Essa característica de dualidade econômica setorial produz reflexos que não podem ser negligenciados, como por exemplo os resultados da crise observada no setor na virada da década de 80. Naquela época, diversos fatores contribuíram para uma queda vertiginosa nas atividades do setor espacial, influenciando negativamente nas atividades espaciais nacionais. Entre outros fatores, verificou-se a diminuição dos investimentos governamentais nacionais, a ausência de instrumentos de compras nacionais efetuadas no exterior, o fim da Guerra Fria, e o desarmamento das nações. Como consequência desses fatos, naquele período o setor aeroespacial nacional suprimiu cerca da metade da sua força de trabalho, correspondendo em termos absolutos à eliminação de 15 mil postos de trabalho de alto grau de especialização. Houve também reflexos negativos importantes nas trajetórias de desenvolvimento tecnológico das empresas.

A reação do Estado na área espacial se deu com a readequação das verbas, quando da criação da Agência Espacial Brasileira (AEB). Esse primeiro passo objetivou a finalização da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que ainda se encontra em desenvolvimento, e o atendimento dos programas binacionais, que já estavam em andamento. No entanto, o volume de encomendas colocados no mercado, ainda não foi suficiente para recapitalizar o setor face às perdas financeiras acumuladas pelas empresas desde 1989. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de ações imediatas destinadas à recuperação e preservação da capacidade instalada do setor produtivo, e para a consequente expansão das suas atividades comerciais nas áreas nacional e internacional.

É relevante que, embora ainda não intensa, a atividade espacial propicia demanda de 3% do faturamento anual do conjunto dessas empresas (para algumas pequenas representa 100%), de acordo com a AIAB. Entretanto, em números absolutos o significado não é desprezível, em especial na área da indústria de lançamento. No âmbito dos veículos lançadores a participação da indústria brasileira foi de 85% em 1996, ou US\$ 245 milhões, destinando-se 15% aos fornecedores estrangeiros. Ao todo mais de 120 empresas participaram dos trabalhos de construção do Veículo Lançador de Satélites (VLS), desenvolvido pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), do Ministério da Aeronáutica. No programa de satélites nacionais desenvolvidos pelo INPE os números foram US\$ 16 milhões para as indústrias daqui e US\$ 24 milhões para as do exterior, enquanto que no projeto dos satélites sino-brasileiros, foram respectivamente, de US\$ 34 milhões e US\$ 31 milhões.

BENEFÍCIOS POTENCIAIS DO SETOR AEROESPACIAL BRASILEIRO

É importante considerar o potencial do setor para o crescimento e alavancagem do desenvolvimento nacional, como verifica-se 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. Os benefícios que a nação pode auferir do apoio ao setor aeroespacial são inúmeros, destacando-se, principalmente, os seguintes:

- *aumento de arrecadação*, pela comercialização de bens e de serviços de alto valor agregado;
- *criação de empregos altamente qualificados*, através da retomada da produção pelas empresas do setor, que hoje operam abaixo de sua capacidade produtiva, e da retomada dos investimentos pelas que têm capacidade de se expandir;
- *melhoria da qualidade de produtos e serviços em geral*, pela incorporação pelo parque industrial, das tecnologias e procedimentos gerados no setor, com conseqüente aumento da competitividade da indústria nacional;
- *utilização de produtos e serviços*, derivados dos institutos de pesquisa e empresas de prestação de serviços, mormente aqueles relativos a satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto, diretamente aplicáveis à melhoria da produção agrícola e monitoramento dos recursos naturais; e
- *desenvolvimento de novas tecnologias e produtos*, através das interações entre empresas, universidades e centros de pesquisas.

Não é demais lembrar que muitos dos setores considerados de ponta, como automobilístico, telecomunicações, informática, química fina, automação e controle de processos, novos materiais e outros, que hoje têm amplo espectro de aplicações nos meios industriais e de serviços gerando enormes benefícios sociais, tiveram forte influência dos programas do setor aeroespacial. Sistemas de gestão e garantia da qualidade que baseados nos padrões aeroespaciais, tornaram-se mandatórios para a modernização industrial, são outros exemplos concretos dessa influência. Resultados já obtidos pelo setor aeroespacial têm demonstrado que o País tem condições de competir em nível internacional, bastando para isso que continue tendo o apoio necessário do Governo.

SPIN-OFFS DAS ATIVIDADES TECNOLÓGICAS DESENVOLVIDAS NO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

Embora o País disponha de um setor aeroespacial atuante não vem sendo realizados, pelo menos no seu segmento industrial espacial,

levantamentos sistemáticos de *efeitos indiretos* nos moldes daqueles realizados nos EUA e na Europa. Na realidade, foram feitos alguns levantamentos pela AEB, IAE e INPE, visando a avaliação do impacto de atividades espaciais sobre a indústria nacional sob o enfoque dos *spin-offs*, no que tange ao desenvolvimento e fabricação de foguetes lançadores (Sonda de 1 a 4, e VLS, dentre outros) e de satélites (SCD 1, 2 e 2A, e CBERS, dentre outros). Embora não dotados de uma metodologia mais apropriada para tal tipo de pesquisa, esses levantamentos dão uma idéia ainda que bastante superficial sobre os efeitos em questão; caso haja interesse por parte do leitor, poderá consultar o trabalho *Efeitos Econômicos Indiretos dos Programas Espaciais - Relatório Básico n° 10*, realizado sob a égide do Projeto RHAÉ (Estudos Prospectivo da Área Espacial), do CNPq e da AEB, onde tais levantamentos estão registrados. A título de exemplo segue abaixo um trabalho realizado pela empresa Cenic- Engenharia, Industria e Comércio Ltda., relativo aos reflexos para a indústria nacional, da transferência de tecnologias desenvolvidas no contexto do programa espacial brasileiro.

À semelhança do observado nos países que há longo tempo mantêm programas espaciais próprios, as atividades desenvolvidas no Brasil, apesar de bastante modestas, já propiciaram expressivos ganhos tecnológicos reais em outros campos comercialmente estratégicos para a nação. São exemplos:

1. Os conceitos de estruturas otimizadas em materiais compostos vêm sendo aplicados de maneira crescente no Programa Petrobrás de capacitação tecnológica nacional, para exploração de petróleo em águas profundas (Procap), onde a redução de peso torna-se um fator de importância vital para os equipamentos embarcados nas plataformas *offshore*.

2. As técnicas desenvolvidas para a produção de cascas finas estruturais, calculadas por elementos finitos, permitiram a total nacionalização de diversos tipos de ventiladores industriais, equipamentos que até 1985 eram, em sua totalidade, importados pelo Brasil. Atualmente, com mais de 300 unidades nacionais operando com sucesso em indústrias químicas de papel e celulose, de alimentos, refinarias e siderúrgicas, a indústria nacional começa a incluir esses equipamentos em sua pauta de exportação, ingressando num mercado internacional que anualmente consome dezenas de milhões de dólares desse produto (empregados em torres de resfriamento e *air coolers*, esses equipamentos têm diâmetro de rotor de até cerca de 15 metros, sendo acionados por motores elétricos de potência até 350 HP).

3. Os conhecimentos de estruturas aeroelásticas, aliados aos processos desenvolvidos para laminação a vácuo de compostos aeroespaciais, permitiram o ingresso do Brasil no mercado mundial de fornecimento de rotores para turbinas eólicas. Essa forma de geração elétrica, uma das mais limpas e modernas atualmente disponíveis, vem apresentando crescimento vertiginoso no Hemisfério Norte, onde nos EUA apenas o estado da Califórnia já conta com mais de 20 mil turbinas em operação, na Dinamarca mais de 4 mil unidades, na Alemanha mais de 1.500 e a Inglaterra, Espanha, Holanda, entre outros, têm vastos planos de utilização dessa modalidade de geração. O mercado de fornecimento de novos rotores e de manutenção das unidades, já em operação, é bastante grande e tende a um crescimento acentuado. Até recentemente, encontrava-se dividido entre três fabricantes europeus. A indústria brasileira, após certificação internacional da qualidade de seus produtos, ingressou nesse mercado e um primeiro lote de turbinas eólicas já opera, atualmente, na Alemanha, equipado com rotores produzidos em São José dos Campos (SP).

4. As técnicas de cálculo de aerodinâmica aplicada permitiram o dimensionamento e a fabricação dos sistemas especiais de ventilação de alto desempenho e baixo ruído, que hoje equipam as mais novas estações de metrô de S. Paulo, com expressivas melhorias obtidas em relação aos sistemas antigos importados da Europa. Essa mesma abordagem permitiu o desenvolvimento de sistema especial de troca térmica dentro de estufas de secagem de madeira, objetivando o ajuste do teor de umidade no material processado, para adequá-lo, à qualidade exigida pelo mercado internacional, onde atuam grupos exportadores brasileiros que têm a qualidade de seus produtos assegurados por equipamentos desenvolvidos com base nos conhecimentos advindos do Programa Espacial.

5. A metodologia de cálculo empregada para estruturas espaciais vem sendo aplicada nos estudos de viabilidade e desenvolvimento de protótipos de equipamentos, para aplicações de alta especialização como os sistemas de flutuação desenvolvidos para o robô-protótipo empregado pela Petrobrás em suas operações especiais a grande profundidade, e os sistemas de geração de empuxo, acoplados às linhas flexíveis de produção de petróleo, planejadas para a extração de óleo sob lâminas d'água com profundidades de até 2 mil metros. Protótipos desses equipamentos já foram desenvolvidos em São José dos Campos e aprovados nas câmaras de testes hiperbáricos da Marinha do Brasil, para uso em futuro próximo, nos campos de produção da Petrobrás nas costas dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro.

6. A avançada técnica de cálculo estrutural por elementos finitos, e os conhecimentos de mecânica de fadiga, permitiram análise detalhada,

revisão de projeto e alterações em componentes críticos de usinas paulistas de produção de álcool, por encomenda da Coopersucar, visando eliminar perdas de produtividade (e consequentes perdas financeiras), quando da operação intensa desses equipamentos nas fases de moagem das safras de cana de açúcar.

7. A metodologia de projeto e análise de componentes desenvolvida para o programa espacial, vem encontrando aplicação crescente no programa de investimentos para modernização dos veículos nacionais, ora em curso na indústria automotiva. São exemplos: novos tanques de combustível, em materiais compostos, com otimização de peso, utilizados nos ônibus rodoviários Mercedes-Benz; vasos de pressão de baixo peso para estocagem de gás natural, nos novos ônibus urbanos, que começam a rodar nas grandes cidades brasileiras, utilizando esse combustível; novos painéis em compostos translúcidos, para estudos de interferências mecânicas na avaliação de protótipos; novo pacote de *air management*, para os veículos comerciais da General Motors; cálculo estrutural de componentes de ônibus, exportados pela Mercedes Benz do Brasil; desenvolvimento de componentes leves em laminados anti-chama, para os carros do metrô do Distrito Federal, encomendados à Mafersa.

8. Os conceitos de engenharia de sistemas estabelecidos para o desenvolvimento de sofisticados equipamentos de apoio aos lançamentos de foguetes, como é o caso do Banco de Controle de Lançamento do VLS, ora em desenvolvimento conjunto pelo CTA e empresas brasileiras, vêm encontrando desdobramento imediato no segmento industrial de verificações informatizadas do desenvolvimento de produtos contribuindo, decisivamente, para a produtividade das empresas e qualidade de sua produção. Um exemplo expressivo é o conjunto de sistemas de testes eletrônicos desenvolvido para a General Motors do Brasil, inicialmente para a linha Ômega (desde seu lançamento, todos os veículos dessa linha foram testados eletronicamente, por equipamentos especiais, produzidos em São José dos Campos) e, posteriormente, para os novos veículos lançados por aquela empresa.

9. Os elevados padrões de controle de processos requeridos por programas dessa natureza, vêm propiciando a implantação de controladores análogos em outros segmentos de atividades de controle e gerenciamento de processos especiais, facilitando, ou mesmo automatizando, a tomada de decisões e propiciando grandes economias de recursos, através do funcionamento racionalizado de estações de supervisão e gerenciamento de distribuição de energia, de telecomunicações e de fluxos de veículos. Um exemplo significativo constitui-se nos trabalhos de desenvolvimento e implantação, dos novos

postos de pedágio informatizados, para atendimento às necessidades da Dersa.

BIBLIOGRAFIA

- Artigo Sobre o Setor Aeroespacial Brasileiro - Comissão de Ciência e Tecnologia do Setor Aeroespacial - Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia - Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico - Governo do Estado de São Paulo - 1997
- Banzato, M.A. - Considerações sobre os Efeitos Econômicos Indiretos de Programas Espaciais - (INPE - 3594 - TDL/96) - 1985
- Bello, M. L. S., T. R. P. Lopes e M. B. P. Poubel - Construção de Legenda de Padrões de Uso do Solo a Partir de Produtos de Sensoriamento Remoto - Caderno de Geociências - IBGE - Abr/Jun/95
- Chandrasekhar, M.G. - Remote Sensing for Sustainable Development - Proceedings of the UN/ESA Workshop on Enhancing Social, Economic and Environmental Security through Space Technology - Graz/Austria - 1994
- CENIC Engenharia - Desdobramento das Atividades Tecnológicas Desenvolvidas no Programa Espacial Brasileiro para outros Campos Industriais no País - 1996
- Collares, J. E. R., C. A. Lauria e M. M. Carilho - Pesquisa de Previsão e Acompanhamento de Safra Baseada em Painéis de Amostras de Áreas - Anais do VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - IBGE - 1993
- Educação à Distância - Uma Alternativa para Ensinar Mais - Revista da SIEEESP - Set/96
- Educação à Distância - Um Processo já Encarado como Irreversível - Revista SIEEESP - Fev/97
- Fonseca e Silva, R. - Difusão da Tecnologia de Sensoriamento Remoto no Brasil - INPE - 1987
- Globosat Dedica Canal à Educação - TV Futura - Folha de São Paulo/Tv Folha - Fev/97
- Guia de Programação - TVSENAC São Paulo - Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial/SENAC - Administração Regional do Estado de São Paulo - 1996
- Kasturirangan, K. - The Challenges of Space Technology - Possibilities to Enhance the Quality of Life - Special Plenary Session - International Astronautical Federation Congress - 1995
- Lauria, C. A. et J. E. R. Collares - Previsão de Safras: Novas Tecnologias - Simpósio de Inovações - Encontro de Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais - 1996

Mehmud, S. - Establishing National Policy and Infrastructure for Utilization of Space Technology in Developing Countries - Proceedings of the UN/ESA Symposium on Space Technology for Improving Life on Earth - Graz/Austria - 1995

Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite - 1997 - 1998 - INPE - Fev/99

Oliveira e Souza, M.L. - INPE's Space Activities: Its Way of Putting Space of Service to Humanity - Symposium Proceedings / International Space University - Strasbourg / France -1996

Pereira, M.N. - Urban Management Using Remotely Sensing Techniques - Population Dynamics and Management of Urban Environment - Special Plenary Session - International Astronautical Federation - 47 th Congress - Beijing/China - 1996

Pesquisa de Previsão e Acompanhamento de Safras Agrícolas - Projeto PREVS - Divulgação dos Resultados - Paraná - IBGE - 1996

Plano de Implementação da TVEscola - Secretaria de Desenvolvimento, Inovação e Avaliação Educacional - Ministério da Educação e do Desporto - Brasília - 1995

Programa Nacional de Atividades Espaciais - PNAE - 1996 a 2005 - Agência Espacial Brasileira - AEB - 1996

Programa TVEscola - Idéias Centrais para Desenvolvimento do Projeto - Secretaria de Ensino Fundamental - Ministério da Educação e Desporto - 1996

Proposta sobre Plataforma /PADCT - AEB - 1998

Rao, U.R. - Space Policies for Developing and Newly Industrialized Countries - Proceedings of the UN/ESA Workshop on Enhancing Social, Economic and Environmental Security through Space Technology - Graz/Austria - 1994

Rede de Unidades SENAC-SP: Novos Paradignas Arquitetônicos em Educação - Editora SENAC - São Paulo - 1994

Rede Sarah - Fax da Assessoria de Imprensa do Hospital Sarah Kubistchek - Brasília - 1997

Relatório Final da Comissão El Niño - Senado Federal - 1997

Sistema de Telemedicina do Exército Brasileiro - Diretoria de Saúde - Ministério do Exército - Brasília - 1997

Teracine, E.B. - Contribuição dos Satélites na Melhoria da Qualidade de Vida - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 1 - 1998

Teracine, E.B. - Contribuição dos Satélites na Previsão do Tempo e do Clima e nos Estudos Climáticos - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 2 - 1998

Teracine, E.B. - Benefícios Sócio-Econômicos da Meteorologia - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 3 - 1998

Teracine, E.B. - Contribuição das Telecomunicações para o Desenvolvimento Nacional - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 4 - 1998

- Teracine, E.B. - Contribuição das Telecomunicações para as Áreas da Educação e da Medicina - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 7 - 1998
- Teracine, E.B. - Benefícios Estratégicos e Socio-Econômicos da Observação da Terra a Partir do Espaço - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 9 - 1998
- Teracine, E.B. - Efeitos Econômicos Indiretos dos Programas Espaciais - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Relatório Básico nº 10 - 1998
- Teracine, E.B. - O Uso Estratégico e Sócio-Econômico do Espaço Exterior - Projeto RHAE/CNPq/Agência Espacial Brasileira - Capítulo 1 - 1998
- The Direct Economic Effects of the METEOSAT System - Bramshill Consultancy Ltd - Under Contract of ESA nr. 10106 / 92 / F / HEW - 1993
- Wexler, Y. - Satellite Communications as a Tool for Economic and Social Development: the Intelsat Perspective - Seminars of the UN Programme on Space Applications - Selected Papers on Remote Sensing, Satellite Communications and Space Science - 1994

RESUMO

O Brasil, país de dimensões continentais com uma grande população, diversidade de atividades econômicas e com a maior área florestal preservada do Planeta, engajou-se, dadas essas condições, em atividades espaciais, desde o início das mesmas, dotando-se de instrumentos e de recursos materiais e humanos, com competência para participar do esforço mundial de utilização e exploração do espaço. Embora apresentando grande desenvolvimento em algumas regiões e áreas de atividades, apresenta várias e grandes disparidades regionais, as quais motivaram-no a adotar as aplicações da tecnologia espacial, para tentar resolver toda a sorte de problemas, como aqueles mencionados acima. O Brasil possui, por exemplo, seus próprios satélites de comunicações (cinco), voltados para um sistema de comunicações razoavelmente desenvolvido, envolvendo vídeo, dados e telefonia; em contraposição há vários locais no País, que não são servidos por qualquer tipo de telecomunicações. Ainda, devido às suas já mencionadas dimensões continentais e oceanos adjacentes, agravados por uma pobre rede terrestre de sondagem da atmosfera, tem que contar com os satélites meteorológicos para a previsão do tempo e estudos climáticos. Com relação aos satélites de sensoriamento remoto, os mesmos são a única maneira de cobrir área tão enorme, com tantos problemas ambientais e de recursos naturais, a serem monitorados e administrados. O presente artigo apresenta, de uma maneira sucinta, os principais benefícios diretos das principais aplicações brasileiras da tecnologia espacial, nas áreas da meteorologia, telecomunicações e sensoriamento remoto. São também apresentados os benefícios indiretos, proporcionados pela indústria aeroespacial, principalmente de sua componente espacial.

ABSTRACT

Brazil is a country of continental dimensions, with a large population, a great diversity of economic activities and the largest forest in the planet and due to these reasons has been engaged in space activities since their very beginning, adopting instruments and human and material resources to participate of the world effort on the use and exploitation of space. Although reasonably well developed in some regions and activity areas, presents several large regional disparities that motivated it towards the application of space technology to address all kinds of problems. For example, the country has its own telecommunication satellites (five of them) supporting a reasonably developed

communication system involving video, data and telephony; in counterpart there are several sites in the country that are not served by any type of telecommunication. Due to its already mentioned dimensions and neighboring oceans, together with the poor terrestrial sounding network, the country has to count on satellites for weather forecasting and climate studies. With respect to remote sensing satellites they are the only way of covering such an enormous area with so many environmental and natural resources aspects to be monitored and managed. This paper mentions briefly the direct benefits of Brazilian main applications of space technology namely meteorology, telecommunications and remote sensing. Are also mentioned the indirect benefits provided by the aerospace industry mainly the space branch of it.

O Autor

EDSON BAPTISTA TERACINE, Engenheiro pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) em 1964, mestre em Ciências Espaciais pelo Instituto Nacional de Atividades Espaciais (INPE) em 1968, tendo iniciado programa de doutoramento na Universidade Estadual da Pensilvania (PennState) em 1968. De 1967 a 1973 trabalhou no INPE, tendo se engajado em vários projetos de caráter científico e de aplicações, voltados para as áreas de Física da Ionosfera, de Educação por Satélite e de Sensoriamento Remoto. De 1973 a 1996, envolveu-se profundamente com a área de telecomunicações, governamental e privada, incluindo as atividades desenvolvidas na Telebrás. Foi chefe do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, um dos fundadores e durante 9 anos superintendente do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CpqD) daquela companhia. Há três anos vem desenvolvendo estudos sobre os Benefícios Estratégicos e Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais, para a AEB e para o INPE.

Considerações sobre a Comercialização do Centro de Lançamento de Alcântara

DURVAL HENRIQUES DA SILVA FILHO

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A atividade espacial tem sofrido grandes transformações nos últimos anos. No início da conquista espacial, ainda nos anos 50, o interesse das nações por essa atividade era essencialmente direcionado à descoberta científica e à exploração do ambiente espacial. Seguiu, em paralelo, o desenvolvimento de projetos motivados pelo domínio de novas tecnologias com aplicação militar. A tecnologia que permitiu o lançamento de foguetes de sondagem e veículos portadores de experimentos e instrumentos científicos até o ambiente do espaço cósmico, serviu também sem nenhuma dúvida, ao propósito das aplicações bélicas. Foguetes de grande desempenho, dotados de sistemas de guiagem de alta precisão, são facilmente convertidos em mísseis balísticos intercontinentais (ICBM), usados para transportar ogivas nucleares de avassalador poder destrutivo.

A era da corrida espacial, cujo apogeu ocorreu em 1969 com a chegada do homem à Lua, se insere no contexto mais amplo da Guerra Fria, onde a disputa acirrada entre as superpotências, os Estados Unidos e a ex-União Soviética, pela liderança e maior prestígio internacional, induziu o dispêndio de grandes somas no custeio da pesquisa e no desenvolvimento da tecnologia espacial, em um processo aparentemente dissociado de benefícios sociais ou aplicações comerciais decorrentes.

É nesse período que a grande maioria dos gigantescos projetos espaciais soviéticos e americanos teve início, consumindo volumes consideráveis de recursos públicos. Outras nações, principalmente na Europa, ciosas de não ficarem à margem da corrida pela conquista desse novo campo tecnológico, também investiram maciçamente no desenvolvimento de seus próprios meios de exploração do espaço.

Findo o período da Guerra Fria, a atividade espacial no mundo perdeu boa parte de sua força impulsora, obrigando as instituições envolvidas com o segmento espacial a procurar alternativas, de modo a recompor os orçamentos governamentais enfraquecidos pela mudança

de prioridades. As aplicações da tecnologia espacial que possibilitaram auferir ganhos comerciais, começaram a se sobrepôr aos desenvolvimentos de interesse científico-tecnológico, e, em alguns casos, até mesmo ao próprio caráter estratégico do setor.

Um caso típico é o do segmento de telecomunicações com o emprego de satélites em órbita geoestacionária, ou mesmo através de constelação de satélites de órbita baixa. Nos últimos tempos, esses programas passaram a ser inteiramente financiados por empresas do setor privado, desde a concepção até a operação do sistema, em função da importância do mercado comercial representado pelo segmento de comunicação de voz, imagem e também de rede de dados. Outro setor da atividade espacial que desponta com grande potencial comercial, é o de observação da Terra por meio de satélites de sensoriamento remoto. Esses sistemas produzem imagens de alta resolução de toda a superfície do planeta, permitindo uma ampla gama de aplicações que vão do planejamento urbano ao levantamento de recursos naturais. Imagens obtidas por satélites com resoluções de 1m ou inferior, que até recentemente eram de uso exclusivo dos serviços de inteligência das potências militares, estão hoje sendo amplamente comercializados.

O aumento do consumo de produtos e serviços derivados da tecnologia espacial tem estimulado as empresas fabricantes, em particular, aquelas do segmento de satélites de comunicação, a desenvolver novos projetos, o que vem provocando uma verdadeira explosão do número de satélites programados para entrar em operação nos próximos anos. Este fato tem concorrido para o crescente aumento da demanda por serviços de lançamento, porém, ao mesmo tempo, causado uma forte pressão para a redução do custo do quilo de carga útil colocada em órbita terrestre. O mercado futuro aponta para a consolidação de sistemas de transporte espacial que permitam reduzir pela metade os atuais custos de lançamento, que variam, em geral, entre US\$ 10 mil e US\$ 20 mil por quilo, podendo atingir até US\$ 50 mil por quilo, dependendo do tipo de satélite e da órbita a ser alcançada.

Neste sentido, tem sido feito um grande esforço para se conseguir a otimização da performance dos lançadores, para a reestruturação/ racionalização da cadeia produtiva de partes e componentes, pelo estabelecimento de consórcios internacionais, associando, por exemplo, empresas americanas e/ou européias com conglomerados da ex-União Soviética (russos e ucranianos), estimulando a maior participação do setor privado. Outra vertente importante é o desenvolvimento de novas tecnologias a serem disponibilizadas para os futuros veículos lançadores reutilizáveis (RLV), que consumirão apenas propelentes, sem necessitar descartar hardware durante as fases de voo. Pesquisas em novos sistemas

propulsivos, materiais estruturais mais leves e mais resistentes, sistemas de controle e automação de pilotagem, figuram entre os itens que estão sendo investigados.

Todavia, ainda hoje, a parte governamental no financiamento global da atividade espacial permanece predominante, embora já apareçam sinais de uma possível inversão de tendência. Nos Estados Unidos, menos de 10% do total de recursos gastos no segmento espacial são oriundos do setor privado, o que explica, segundo alguns analistas, o fato do segmento espacial ainda não ter alcançado o mesmo nível de popularidade e rentabilidade do setor aeronáutico, seu predecessor de apenas algumas décadas.

MERCADO DE SERVIÇOS DE LANÇAMENTO

Conforme estimativas de consultorias especializadas, o mercado global comercial de serviços de lançamento deverá movimentar, nos próximos 10 anos, cifras da ordem de US\$ 33 bilhões, sendo que 52% desse valor constitui ainda um mercado aberto a novas contratações. A tabela abaixo apresenta os números desse mercado, estimado para o período compreendido entre 1998 e 2007.

Valores do Mercado de Serviços de Lançamento

Tipos de Órbitas	Número de Satélites	Mercado Total (US\$ bilhões)	Mercado Aberto (US\$ bilhões)	Aberto/Total %
GEO	315	26,2	10,4	22,8
MEO	104	5,8	0,78	1,7
LEO	884	12,9	6,2	13,7
Total	1324*	45,6	17,4	38,2

Fonte: EUROCONSULT 1998

GEO: órbitas geoestacionárias (distantes 36.000 km da superfície terrestre)

MEO: órbitas médias (até 10.000 km de distância)

LEO: órbitas baixas (até 2.000 km de distância)

* incluídos os satélites destinados à exploração do sistema solar.

Esse mercado tem estimulado o estabelecimento de parcerias comerciais estratégicas, para melhor responder aos requisitos dos fabricantes de satélites com relação à confiabilidade, prazo e custos dos serviços de lançamento. Para conseguir a inserção no mercado, essas novas parcerias devem procurar reunir as seguintes condições:

Acesso ao Mercado

O empreendimento deve ser liderado por empresa de prestígio internacional, e com forte presença no segmento espacial.

Capacitação Técnica

Dispor de tecnologia de lançador comprovada e qualificada em vôo, atestando uma confiabilidade superior a 96%, compatível com as exigências das empresas seguradoras e adaptada às necessidades do mercado.

Capacidade de Investimento

Ter condições financeiras de investir o volume de recursos necessários para garantir a competitividade do empreendimento e o domínio completo das tecnologias envolvidas.

Adequação do Centro de Lançamento

Dispor de infra-estrutura apropriada, flexibilidade, disponibilidade de instalações e de equipes operacionais qualificadas, baixo custo, segurança e cumprimento de prazos, são os fatores primordiais para a seleção do sítio de lançamento.

OS CONSÓRCIOS INTERNACIONAIS

Com a dissolução da União Soviética, as empresas estatais russas e ucranianas herdaram um vasto acervo de projetos espaciais, incluindo um verdadeiro arsenal de veículos lançadores cobrindo todas as categorias, e os respectivos conglomerados industriais de fabricação. Aproveitando-se do relaxamento da tensão mundial, diversas associações e consórcios empresariais se consolidaram nos últimos anos, visando à prestação de serviços de transporte espacial, baseados na comercialização de foguetes soviéticos. Dentre as várias associações investigadas, três delas concretizaram-se com relativo sucesso:

1) *International Launch Services (ILS)*, associando a empresa americana *Lockheed Martin Astronautics* e as estatais russas, *Krunichev State Research and Production Space Center*, e a *Rocket Space Corporation* (Energia). Este consórcio comercializa mundialmente lançamentos, empregando o foguete americano da série Atlas II, operado a partir de bases de lançamento dos EUA, e o lançador pesado russo Proton, lançado a partir do cosmódromo de Baikonour, no Kasaquistão.

2) STARSEM – consórcio unindo as empresas francesas *Aérospatiale* e *Arianespace*, com as russas, *Samara Space Rocket Center* e Agência

Espacial Russa, que propõe lançamentos comerciais utilizando o lançador médio russo Soyuz, lançado a partir de bases russas.

3) SEA LAUNCH – projeto arrojado envolvendo o desenvolvimento de um novo conceito de sistema de lançamento, baseado numa plataforma *offshore*, recondicionada e equipada para a preparação e o lançamento do foguete ucraniano Zenit, modernizado com a incorporação de um 3º estágio propulsivo russo. Um centro de controle e facilidades de integração do lançador e da carga útil reunidos no navio de comando, completam o sistema. O conjunto é deslocado de sua base na Califórnia até o centro do Oceano Pacífico, em local situado na linha do Equador, a 1500 milhas do arquipélago do Hawai. Esse sistema foi testado com sucesso pela primeira vez em março de 1999. O programa engloba a participação das empresas: *Kvaerner Maritima*, da Noruega; *Rocket Space Corporation* – Energia, da Rússia; *KB Yuzhnoye / PO Yuzhmash*, da Ucrânia; sob coordenação geral da americana *Boeing Commercial Space Company*.

Os dois primeiros consórcios, ILS e STARSEM, vêm abocanhando partes consideráveis do mercado comercial de lançamentos de satélites, em particular, o das constelações de baixa órbita, representando uma alternativa econômica e confiável, comparado aos tradicionais agentes do mercado de transporte espacial, o lançador europeu Ariane, o Delta e o Atlas americanos. O programa do SEA LAUNCH, que já consumiu recursos superiores a US\$ 500 milhões, ainda necessita solucionar algumas dificuldades de ordem operacional. Todavia, já conta com uma invejável carteira de negócios de lançamento, que poderá se concretizar a médio prazo.

No entanto, é importante observar que os consórcios em operação, envolvem apenas empresas de países detentores da tecnologia de lançadores, e, portanto, com interesses restritos à expansão de sua participação no mercado comercial mundial. Além disso, os veículos lançadores comercializados são operados a partir de suas respectivas bases de origem, com exceção do foguete Zenit, do programa SEA LAUNCH, que é lançado em alto mar.

Outro projeto que tem sido objeto de estudo se refere à transferência da plataforma de lançamento do foguete Soyuz, para operar no Centro Espacial de Kourou, na Guiana Francesa, o que, por si só, permitiria um ganho de desempenho em massa colocada em órbita da ordem de 25%. Contudo, segundo estimativas da Arianespace, empresa operadora do Centro de Kourou, essa transferência incorrerá em investimentos superiores a US\$ 200 milhões, necessários para a implantação de um novo complexo de lançamento adaptado ao veículo russo.

CENÁRIO POLÍTICO DO TRANSPORTE ESPACIAL

Os Estados Unidos concentram a maioria das empresas fabricantes e utilizadoras de serviços de satélites artificiais, controlando perto de 80% em valor do mercado global do setor. A expansão da demanda por serviços de comunicação via satélite, provocou a busca de alternativas de provedores de serviços de lançamento, viabilizando a operação comercial de lançadores estrangeiros, principalmente chineses e russos, em atendimento ao próprio mercado das empresas americanas.

A liberalização do mercado de provedores de lançamento sofreu um início de retrocesso, após o episódio ocorrido em 1996, em seguida à falha do veículo lançador chinês Longa Marcha, carregando um satélite de telecomunicações fabricado pela americana *Loral Space & Communications Ltd.* Técnicos dessa empresa teriam, supostamente, prestado assistência aos chineses durante as investigações do acidente, transferindo informações estratégicas úteis, o que, aparentemente, teve um impacto favorável no aprimoramento dos sistemas de apontamento e precisão dos mísseis chineses.

Em decorrência desse acontecimento, o governo americano transferiu da alçada do Departamento de Comércio, para o Departamento de Estado, a autoridade para examinar pedidos e expedir licenças de exportação de satélites de fabricação americana, incluindo aqueles de aplicação civil e comercial, bem como de tecnologias associadas.

Este fato desencadeou o endurecimento da política americana de controle à exportação de sistemas espaciais, sobretudo para os países que possuem um programa espacial em início de desenvolvimento, e, mais especificamente, para aqueles que não fazem parte do rol de seus aliados militares. Tal disposição, expressa em forma da Lei N° 3.616, promulgada pelo Congresso Americano em outubro de 98, tem criado dificuldades adicionais para o desenvolvimento de negócios envolvendo a participação de empresas americanas, e causado pressões suplementares contra todos os projetos espaciais que não atendam aos interesses e fujam ao controle direto do governo americano.

O CASO ALCÂNTARA

É inquestionável o grande valor potencial que o Centro de Lançamento de Alcântara tem para o processo de expansão do mercado comercial de prestação de serviços de lançamento de veículos espaciais. Criado durante os anos 80, visando atender, numa primeira fase, às necessidades do programa da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), o CLA é dotado de condições naturais privilegiadas. Ocupando

620 km² de área total, localizado nas proximidades da linha do equador (2°18'Sul) em frente ao Oceano Atlântico, numa região de estabilidade geológica e climatológica, o Centro dispõe de vasta extensão de áreas livres para a implantação de novas plataformas de lançamento, permitindo a operação de foguetes de vários portes e categorias. Esses fatores conferem ao CLA as melhores condições para seu desenvolvimento comercial.

Somado às vantagens naturais, a perspectiva de se alcançar padrões excelentes de disponibilidade, flexibilidade operacional e de segurança, que possibilitam lançamentos em qualquer época do ano, constituem atrativos únicos que atestam a viabilidade comercial do Centro de Lançamento de Alcântara.

Todavia, para que o CLA desponte no cenário internacional como alternativa viável, satisfazendo plenamente os rígidos requisitos operacionais dos clientes e oferecendo serviços de qualidade, dentro dos prazos e custos exigidos pelo mercado, vários fatores necessitam ser abordados com presteza e eficácia, requerendo para a implementação, a aplicação de recursos humanos e materiais.

Desde meados de 1997, a Infraero, através de seu Departamento de Desenvolvimento Aeroespacial, dedicado exclusivamente à questão da promoção comercial do CLA, vem, efetivamente, atacando as diversas frentes identificadas que demandam melhorias. Com base na radiografia da situação atual do CLA, descrita em detalhes no relatório de apresentação do Plano Diretor de planejamento do Centro, e através dos inúmeros contatos mantidos com representantes de empresas estrangeiras interessadas em lançar seus veículos em Alcântara, foram estabelecidas as seguintes premissas para a adequação do Centro às exigências operacionais do mercado:

ACESSOS

- Implantação de um novo porto para o acesso de cargas e materiais por via marítima.
- Construção de novos atracadouros e implementação de um sistema de transporte de pessoal entre São Luís e Alcântara.
- Complementação das instalações do aeroporto de Alcântara.

INFRA-ESTRUTURA OPERACIONAL

- Modernização do Centro de Controle e das estações de rastreamento.

- Planejamento e projeto de novos complexos de lançamento.
- Revitalização e ampliação das instalações básicas e de logística geral.

LEGALIZAÇÃO

- Estabelecimento de legislação espacial adequada.
- Remoção de populações das áreas operacionais e reassentamento.
- Obtenção de licenças ambientais.
- Definição de procedimentos alfandegários e isenção de tributos.
- Contratação de seguros de responsabilidade civil.

Todos esses itens estão sendo tratados exaustivamente, buscando-se a adequação de soluções ao modelo de comercialização do Centro. Outro aspecto de suma importância diz respeito à formação e qualificação das equipes técnicas do CLA. Em consequência da baixa cadência de operações de lançamento de foguetes governamentais realizadas pelo CLA, vem ocorrendo, além da lenta depreciação de equipamentos e instalações existentes no Centro, a paulatina desmobilização das equipes operacionais, recrutadas e treinadas nos idos da década de 80.

Reverter a situação atual, evitando-se a contínua perda de efetivos do quadro operacional do CLA, é uma das prioridades do esforço empreendido pela Infraero, objetivando preparar e adequar o Centro à prestação de serviços de lançamento, em níveis compatíveis com os padrões internacionais de qualidade e segurança.

A ESTRATÉGIA COMERCIAL DA INFRAERO

Na condução do processo de comercialização do CLA, a Infraero vem buscando negociar com os provedores de serviços de transporte espacial, um modelo de parceria que prevê a aplicação de investimentos brasileiros na dotação de uma infra-estrutura básica adequada, e assume investimentos compartilhados para a implantação e operacionalização de complexos de lançamento dedicados aos lançadores dos clientes. Isto, pressupõe rodadas de negociações para se estabelecer o melhor modelo de parceria de interesse mútuo das empresas, envolvendo a composição de investimentos, concessões de utilização e, por vezes, cláusulas de exclusividade na contratação de negócios futuros, além da compatibilização da ocupação do Centro com os interesses do programa espacial governamental.

Para que o empreendimento Alcântara se torne realidade, é imprescindível que os investimentos brasileiros necessários para a complementação da infra-estrutura básica do Centro, sejam parcialmente bancados pelo governo federal e estadual, através do aporte de recursos públicos adicionais. É impraticável imaginar que seja possível conseguir pleno retorno dos investimentos alocados em processos de reassentamento de populações, de regulamentação e de implantação de portos e vias terrestres de acesso, mediante a tarifação de serviços de operação de lançamento, antes da completa ocupação do CLA. A convergência de esforços das diversas instituições envolvidas no processo de desenvolvimento do CLA, no sentido de agilizar a solução de pendências em suas respectivas áreas de competência, é fator primordial e sinal claro da disposição do País em levar adiante o projeto.

Dessa forma, a decisão política do governo brasileiro de buscar captar recursos financeiros em apoio à implantação de condições básicas que viabilizem o processo de comercialização do CLA, torna-se fundamental para a consecução dos objetivos pretendidos. Essa predisposição política, certamente, deverá refletir, na essência, os objetivos de um plano de desenvolvimento sócio-econômico integrado da região, a consolidação dos investimentos públicos já realizados, e a busca do prestígio internacional advindo da inserção do País no cenário mundial do transporte espacial. O pleno desenvolvimento do CLA como espaçoporto internacional, poderá, inclusive, servir de moeda de troca para viabilizar a participação brasileira em programas de cooperação espacial.

É sabido que a expansão do mercado de serviços de lançamento espacial se encontra, ainda, sujeito ao controle dos países detentores dessa tecnologia. Em particular, a ação liderada pelos Estados Unidos, de prevenir eventuais processos de transferências de tecnologia dual, para países que possam se beneficiar de informações que concorram para o desenvolvimento dos programas domésticos de armamento, é consistente com a política internacional de não proliferação de meios e armas de destruição em massa. Apesar dos grandes avanços realizados pelo seu programa espacial, o Brasil ainda não domina inteiramente a tecnologia de veículos lançadores. Nesse campo, a experiência brasileira se limita ao lançamento de pequenos foguetes para vôos suborbitais, além do projeto do Veículo Lançador de Satélites (VLS), lançador de pequeno porte com motores a propelente sólido, cuja primeira tentativa de lançamento, ocorrida em novembro de 1997, resultou em insucesso.

A vinda ao Brasil de um sistema de lançamento espacial completo, incluindo o veículo lançador, a plataforma de lançamento, o sistema de carregamento e o banco de controle, visando sua operação a partir de

Alcântara, presume-se seja fonte de preocupação para os estrategistas americanos e europeus. A concretização do empreendimento Alcântara, por força da própria pressão de mercado e das condições de lançamento privilegiadas que o Centro oferece, somente se dará, caso haja o pressuposto do comprometimento formal da parte brasileira em respeitar o direito de propriedade tecnológica das empresas, e de garantir a total privacidade e segurança das operações de processamento de materiais e equipamentos espaciais, realizadas pelos clientes internacionais que venham a operar nas instalações do CLA.

Neste sentido, a Infraero vem trabalhando junto às empresas estrangeiras e às instituições governamentais envolvidas com o Centro de Lançamento de Alcântara, para tornar claro tais condições e estabelecer procedimentos que garantam seu cumprimento.

Cabe lembrar que a inserção do Brasil no mercado mundial de transporte espacial comercial, representa um desafio sem precedentes, não havendo modelos de configurações anteriores que sirvam como referência. Entretanto, o monitoramento constante das tendências do mercado de lançamentos, o acompanhamento da situação das principais empresas atuantes, seus empreendimentos e a evolução das características técnicas de seus veículos lançadores, permite tirar lições importantes e fundamentar as bases de estratégias de novos negócios.

Neste cenário complexo, apenas alguns poucos agentes reúnem todas as condições básicas de interesse, disponibilidade, acessibilidade ao mercado, capacidade técnica e de investimentos, necessárias para, efetivamente, compor um plano de negócios viável que sustente a operação comercial de veículos lançadores a partir do CLA. Diante das características particulares do segmento de lançadores espaciais, sua susceptibilidade em atrair e sucumbir a pressões do controle internacional, exercido pelos países que detêm os meios tecnológicos, e, principalmente, controlam boa parte da clientela mundial do transporte espacial, ou seja, os fabricantes de satélites, considera-se prudente adotar uma política ditada pela discrição e pela consecução de resultados.

Um trabalho sério, bem coordenado, centrado nas questões essenciais de adequação do CLA para atender às exigências do mercado, e com maior ênfase nas ações de negociação de parcerias com as empresas e os consórcios de provedores de serviços de lançamento, restritas àquelas que apresentam real interesse e potencial para estabelecer-se em Alcântara, é a síntese da proposta da Infraero para levar adiante o

processo de abertura à comercialização dos serviços do Centro de Lançamento de Alcântara.

RESUMO

Este artigo tece considerações sobre a atualidade do transporte espacial comercial, enfatizando o desenvolvimento de consórcios internacionais de provedores de serviços de lançamento, os quais aparecem como alternativa competitiva para atender ao crescente mercado de lançamento de novas constelações de satélites de telecomunicação. Desde 1997, a Infraero, Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária, vem desenvolvendo projetos de revitalização da infra-estrutura do Centro de Lançamento de Alcântara, bem como promovendo negociações com potenciais clientes, visando a operação comercial de seus veículos lançadores a partir de Alcântara. A análise da conjuntura internacional atual, marcada por repetidos insucessos de lançadores americanos, e pelo endurecimento da política do governo dos EUA em relação à exportação de tecnologia espacial sensível, incluindo satélites comerciais, tem sido cuidadosamente avaliada pela INFRAERO, para a formulação de uma estratégia comercial apropriada à promoção do Centro de Alcântara, de modo a torná-lo uma alternativa viável e interessante ao mercado mundial de lançamentos espaciais.

ABSTRACT

This paper presents briefly the main features of the space transportation business, focusing on international associations of launch services providers which are offering competitive alternatives in response to the growing expansion of the launching market, due, mainly, to the implementation of new telecommunication satellite constellations projects. Since 1997, INFRAERO, the Brazilian airports company, has been preparing the Alcântara Launch Center relevant infrastructure and conducting negotiations with potential customers in order to operate their launch vehicles from Alcântara, in totally commercial basis. The analysis of the present international political situation, marked by launch failures of qualified launch vehicles and the US government enforcement of space related technology export restriction, including commercial satellites, is being considered carefully by Infraero in establishing the best commercial strategy to promote the Alcântara range, as a viable and highly interesting new possibility for the space launching market.

O Autor

DURVAL HENRIQUES DA SILVA FILHO é chefe da Divisão de Projetos Aeroespaciais da Infraero, tendo anteriormente atuado no Departamento Técnico da Embraer e na Coordenadoria de Relações Industriais da Agência Espacial Brasileira. Foi professor adjunto da Divisão de Engenharia Aeronáutica do ITA e do Departamento de Engenharia Mecânica da UnB, onde lecionou disciplinas da área aeroespacial. Graduiu-se em engenharia aeronáutica pelo ITA, em 1979, obtendo o título de doutor em aerodinâmica aplicada, pela Ecole Nationale Supérieure d'Aéronautique et de l'Espace, de Toulouse, França. Realizou também programa de pós-doutoramento em projeto aerodinâmico de asas transônicas, no Georgia Institute of Technology, em Atlanta, EUA.

Sobre a Importância Estratégica da Ciência Espacial para o Brasil

JOSÉ HUMBERTO ANDRADE SOBRAL

INTRODUÇÃO

Por ciências espaciais e atmosféricas subentende-se, neste artigo, o ramo da ciência relativo ao estudo do comportamento do espaço próximo ao nosso planeta, ou seja, a atmosfera, a ionosfera, o campo magnético terrestre etc., o meio interplanetário e o Sol, e também os domínios cósmicos tanto dentro como fora da nossa galáxia.

A palavra ciência, neste trabalho, está estritamente relacionada à geração do conhecimento científico através de métodos científicos, e não do que muitas vezes é confundido com ciência como o monitoramento puro e simples de algum acontecimento ou a simples execução de serviços por equipamentos, sem nenhum esforço científico. O conhecimento científico definido dessa forma é publicável em revistas científicas especializadas; as outras atividades acima citadas não o são, pois não apresentam nenhuma contribuição para o aperfeiçoamento do conhecimento científico. Em muitos casos, é lógico, tanto o monitoramento como a operação de equipamentos podem caracterizar-se como científicos desde que gerem o conhecimento científico.

A construção de foguetes está fora deste tema e, portanto, não será abordado aqui. Entretanto, a construção de cargas úteis científicas para balões, foguetes e satélites fazem parte deste tema. A meteorologia também não está no escopo deste trabalho.

É possível que a forma mais prática de abordar este tema seja através de exemplos práticos. Dessa forma, tentaremos focalizar nas próximas seções alguns exemplos/fatos específicos sobre a importância estratégica para a nossa sociedade do conhecimento científico do ambiente espacial, principalmente no que concerne o nosso território. Obviamente isto não quer dizer que devemos reservar as nossas atenções exclusivamente à região brasileira, esquecendo-nos do resto do mundo, dado que muitos fenômenos que aqui ocorrem estão associados a fenômenos que também ocorrem em outras localidades do globo terrestre.

Estrategicamente falando, poderíamos começar a discussão do tema perguntando se seria de algum interesse para o País se o estudo científico

do espaço sobre o nosso território, fosse responsabilidade de cientistas de outros países, sem uma liderança científica nacional. Nesse caso eles estudariam o assunto e nos explicariam. A resposta obviamente é não.

O interesse de cientistas estrangeiros por fenômenos espaciais regionais característicos da região brasileira, tem sido evidente nos últimos anos. Campanhas científicas experimentais de grande porte como por exemplo, o experimento Guará realizado pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) em colaboração com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), sob a supervisão da AEB (Agência Espacial Brasileira) e execução pelo Ministério da Aeronáutica. O experimento, realizado entre agosto e outubro de 1994, compreendeu o lançamento de cerca de 33 foguetes a partir do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). Temos, no mínimo, a obrigação moral de estudar esses fenômenos naturais que dominam o espaço aéreo brasileiro e formam parte do nosso meio ambiente, podendo eventualmente interferir no nosso dia-a-dia. O hemisfério norte do globo terrestre é bastante conhecido quanto ao comportamento da sua atmosfera, ionosfera, campo magnético terrestre, e do espaço cósmico que lhe é visível. O hemisfério sul é muito menos conhecido e, para o nosso constrangimento, boa parte do que se conhece da ciência espacial do hemisfério sul, foi descoberto por cientistas do hemisfério norte.

O espaço como um laboratório natural - o espaço próximo serve de laboratório de física e química, de valor inestimável para a ciência, e o espaço distante serve como um laboratório único para a física básica (cosmologia, teorias quântica e relativística, etc.).

Veja o caso da astrofísica, por exemplo. Um estrela que explodiu em 1987, liberou em apenas um segundo aproximadamente a quantidade de energia equivalente à energia emitida pelo Sol durante quatro bilhões de anos. Certamente trata-se de um fenômeno repleto de eventos relativísticos, irreproduzíveis em laboratório.

A astrofísica tem contribuído de forma extraordinária para o aperfeiçoamento do conhecimento dos mais variados fenômenos relativísticos, estrutura da matéria, fenômenos gravitacionais etc., que direta ou indiretamente tem trazido inefáveis benefícios à sociedade ao longo do tempo. Por outro lado, foi através da astrofísica que foram alcançados desenvolvimentos tecnológicos óticos, eletrônicos, etc. de aplicação na medicina e em outras especialidades científicas de direto interesse para a sociedade.

A atmosfera superior também funciona como um laboratório de valor inestimável por permitir o estudo de fenômenos impossíveis de

serem reproduzidos fisicamente em laboratório. Fenômenos de física do plasma espacial com escalas de grandeza da ordem de milhares de quilômetros, tais como as irregularidades ionosféricas geradas por instabilidades do plasma ionosférico, as correntes elétricas espaciais como as correntes de Pedersen e gravitacionais, os eletrojetos auroral e equatorial, são exemplos.

EXEMPLOS DE FENÔMENOS TÍPICOS DO AMBIENTE ESPACIAL SOBRE O TERRITÓRIO BRASILEIRO E AS SUAS CONSEQÜÊNCIAS NO DIA-A-DIA

O eletrojato equatorial - consiste numa corrente elétrica que circula ao longo do equador magnético terrestre, a uma altitude de aproximadamente 110 km. Esse equador é definido como uma linha imaginária que circula a Terra na região equatorial passando pelos pontos onde a linha de força do campo geomagnético torna-se horizontal. Ele não coincide com o equador geográfico, porém circula o globo terrestre próximo a ele. A importância do eletrojato equatorial é que nele se origina o sistema de forças elétricas que regem a distribuição do plasma ionosférico em baixas latitudes, e assim influi nas características da radiopropagação. O Brasil é o único país que oferece condições de monitoramento em solo por uma cadeia em disposição meridional (norte-sul) de magnetômetros ao norte e ao sul do eletrojato e esse fato, reconhecido internacionalmente, tem servido de estímulo para cientistas estrangeiros estudarem o eletrojato em solo brasileiro.

A anomalia equatorial, ou anomalia Appleton - consiste em duas faixas de alta densidade do plasma ionosférico localizadas nas regiões tropicais que circulam paralelamente ao equador magnético. Nas faixas da anomalia que se localizam no território brasileiro as densidades da ionosfera atingem valores maiores que em outras regiões da Terra. Tal fato desempenha importante influência nos enlaces de telecomunicações terrestres e espaciais.

A anomalia geomagnética brasileira - dá-se o nome de “região da anomalia geomagnética” à região localizada sobre o continente latino americano, onde a intensidade do campo magnético terrestre, ou campo geomagnético, é mais fraca que em qualquer outra parte do globo terrestre. Tal propriedade se deve à excentricidade do eixo do dipolo magnético terrestre. Nessa região ocorrem fortes precipitações de partículas (prótons e elétrons) oriundos do cinturão de radiação de Van Allen.

As bolhas ionosféricas - são perturbações da ionosfera terrestre que podem causar fortíssimas interferências nas ondas de rádio que as traspassem. Elas consistem em enormes regiões de alto grau de rarefação

do plasma ionosférico; se estendem ao longo das linhas de campo geomagnético por milhares de quilômetros. Portanto, elas cobrem o território brasileiro, no sentido norte-sul. Elas ocorrem apenas no período noturno e de outubro a março. Esse fenômeno foi descoberto sobre o território brasileiro por volta dos anos 1976-1977, por cientistas da Divisão de Aeronomia do INPE, e de lá para cá foi tema de pesquisa que resultou em mais de 80 trabalhos publicados em revistas científicas estrangeiras de alto nível científico.

Interferência das bolhas ionosféricas nas telecomunicações da Petrobrás na região de Macaé, estado do Rio de Janeiro - no mês de agosto de 1998 a Divisão de Aeronomia (DAE) do INPE foi contatada pela Petrobrás, para uma consulta sobre uma série de interrupções que aquela empresa vinha sofrendo na sua rede de telecomunicações DGPS (*Differential Global Positioning System*) usada no posicionamento das suas plataformas oceânicas de perfuração de petróleo na região de Macaé. Os técnicos encarregados daquela rede de comunicações estavam tendo dificuldades em identificar o problema. Por outro lado, as firmas estrangeiras de telecomunicações que operam tais redes de comunicação, também não estavam conseguindo identificar o problema. Os técnicos brasileiros estavam sendo vistos como os responsáveis pelas falhas nas telecomunicações, causando-lhes constrangimento. A situação de segurança das plataformas, que ficam sobre uma lâmina d'água de cerca de 1000 a 1500 m, era grave pois as derivas das plataformas não devem ultrapassar, na superfície oceânica, um raio de aproximadamente 15 metros em torno da projeção, na superfície oceânica, do furo do solo oceânico, sob o risco de romper-se o ducto submarino de petróleo resultando numa catástrofe ecológica de conseqüências imprevisíveis. Essas plataformas sofrem ajustes frequentes de posição (*dynamic positioning*) através de complexos mecanismos de posicionamento que operam com base em dados DGPS enviados por satélites. Após análise das informações sobre os *blackouts* nas referidas comunicações passadas por Macaé ao INPE, cientistas da DAE prontamente identificaram a origem do problema como sendo as bolhas ionosféricas. Esse fenômeno é exclusivo da zona tropical e não ocorre em países de primeiro mundo e daí o seu desconhecimento por parte das empresas de telecomunicações estrangeiras que operam em território nacional. O fenômeno das bolhas ionosféricas acontece no Brasil de forma extremamente intensa, e, aparentemente, de forma mais intensa do que qualquer outro setor longitudinal do planeta. Esse fenômeno constitui um exemplo típico da importância de conhecermos cientificamente o nosso ambiente espacial.

Interferência das bolhas ionosféricas nas telecomunicações da Embratel e em outras firmas de telecomunicações - por volta de 1990, a Embratel sofreu fortíssimas interferências nas suas telecomunicações

devido às bolhas ionosféricas, especialmente na comunicação marítima em toda a costa brasileira, de forma semelhante ao tipo de interferência ocorrida com a Petrobrás descrita acima, semelhante inclusive quanto ao fato de os técnicos brasileiros estarem sendo responsabilizados pelas firmas estrangeiras pelas falhas nas comunicações, causando-lhes constrangimento. Um técnico da empresa estrangeira do referido sistema de telecomunicações veio certa vez da Inglaterra para verificar os problemas técnicos que estavam acontecendo, passou apenas um dia no Brasil vistoriando o equipamento da Embratel, e regressou à Inglaterra relatando que o equipamento estava funcionando normalmente. Ele se limitou a verificar os equipamentos e não questionou o comportamento da ionosfera. Ele veio no mês de abril, mês em que praticamente não ocorrem os fenômenos das bolhas ionosféricas. Naquela época, os técnicos da Embratel desconheciam a existência das bolhas ionosféricas, não obstante o INPE já tê-las estudado detalhadamente por mais de dez anos.

Também por volta de 1990, uma grande firma de telecomunicações localizada em São José dos Campos, teve que transferir o seu horário costumeiro de calibração das antenas das 18h para às 24h devido à forte queda de intensidade do sinal causado pela interferência das bolhas ionosféricas. Os responsáveis pela calibração acima citada desconheciam por completo o fenômeno das bolhas ionosféricas.

Vale dizer também que muitos receptores de antena parabólica doméstica sofreram fortes interferências de recepção relacionadas com as bolhas ionosféricas, segundo o relato de técnicos eletrônicos especializados em receptores de parabólicas na região de São José dos Campos.

EXEMPLOS DO INTERESSE CIENTÍFICO ESTRANGEIRO NO ESTUDO DA REGIÃO ESPACIAL BRASILEIRA

A biosfera, a atmosfera superior e a ionosfera localizadas sobre o território brasileiro oferecem um cenário físico único, não somente para o estudo de certos fenômenos regionais como também para estudos laboratoriais de caráter mais geral, tais como processos atômicos, moleculares, reações químicas e física de plasma. A ionosfera terrestre consiste num importante meio de estudos laboratoriais de física de plasma, impraticáveis de serem simulados em laboratórios. Tanto o estudo dos fenômenos regionais como os estudos laboratoriais na referida região, têm despertado o interesse científico em cientistas internacionais, conforme exemplificado a seguir.

Os experimentos *BIME* e *Coloured Bubbles*, por foguetes, e a ionosfera usada como um laboratório de plasma - no período em torno de setembro de 1982 foram realizados os experimentos *BIME* (*Brazil*

Ionospheric Modification Experiments) do Laboratório de Geofísica da Força Aérea Norte-Americana (AFGL) e *Coloured Bubbles* do Instituto Max-Planck (IMP), em estreita colaboração científica com o INPE e executado pelo Ministério da Aeronáutica. O objetivo comum desses experimentos era gerar as bolhas ionosféricas artificialmente. Os americanos utilizaram a água e os alemães utilizaram nuvens de európio e bário como fontes de perturbação da ionosfera para iniciar o processo de geração artificial das bolhas. Cada experimento envolveu o lançamento de dois foguetes modelo Sonda III, a partir do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno. O Brasil mostrou-se um lugar cientificamente estratégico para tais experimentos que na realidade utilizaram a ionosfera como um laboratório de plasma. Essa custosa campanha, com gastos da ordem de milhões de dólares, claramente demonstrou o interesse científicos dos alemães e norte-americanos, representados pelo IMP e o AFGL, respectivamente.

A Campanha Guará - o nome dessa campanha foi escolhido em homenagem ao belo pássaro de cor avermelhada que habita a região de São Luís, e que está atualmente ameaçado de extinção. A Campanha Guará foi outro exemplo típico do interesse científico estratégico de estrangeiros pelos fenômenos espaciais da região brasileira. Esse experimento foi realizado pela NASA em colaboração científica com o INPE, no Centro de Lançamento de Alcântara, entre os meses de agosto e outubro de 1994, e foi composto por um conjunto de quatro experimentos distintos um do outro cujo objetivo era estudar de forma única os seguintes fenômenos: 1. a eletrodinâmica do sistema termosfera/ionosfera ao pôr do Sol; 2. as bolhas ionosféricas; 3. o eletrojato equatorial; e 4. a zona de transição mesosfera-termosfera. Todos esses experimentos foram feitos de forma única já que seriam distintos se fossem executados em qualquer outro setor longitudinal tropical do globo terrestre. Seu custo total foi cerca de 15 milhões de dólares por parte da NASA, e envolveu o lançamento de 33 foguetes. Outro fator que contribuiu para a escolha do Brasil como sede dos lançamentos, foi o apoio científico que o INPE proporcionou aos cientistas da NASA. Até a data do experimento, a CEA (Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas do INPE) já havia produzido mais de 60 trabalhos sobre a aeronomia equatorial na região brasileira. Esse experimento mostrou claramente o interesse da NASA na ciência da ionosfera e da atmosfera superior sobre o território brasileiro.

O experimento *South Atlantic Anomaly Probe* - o cinturão de radiação de Van Allen é uma região do campo magnético terrestre que apresenta fortes correntes elétricas, podendo abrigar prótons de alta energia que podem por em risco a vida de astronautas. Esse perigo é maior na região brasileira do que em qualquer outra região do globo

terrestre, devido à excentricidade do eixo do dipolo geomagnético que faz com que tal cinturão seja mais próximo da superfície terrestre na região brasileira, que em qualquer outra parte do planeta. Prótons de 1 MeV de energia podem transpassar uma couraça de ferro de 25 cm de espessura e, dessa forma, podem colocar em risco a vida de um astronauta.

Em 1969, durante as fases dos vôos orbitais do projeto Apollo de viagem do homem à lua, a NASA, em colaboração científica com a CNAE (atual INPE), executou um projeto (*South Atlantic Anomaly Probe - SAAP*) de monitoramento das partículas do cinturão de radiação de Van Allen, no Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI). Naquela ocasião ficava no CLBI uma equipe de alerta em contato com a base aeroespacial de Houston a cada duas horas para executar um eventual lançamento de foguetes para medir tal radiação letal *in loco*.

Principalmente durante as tempestades magnéticas, a região espacial em cima do território brasileiro é preocupante tanto quanto à preservação da vida do astronauta em órbita, como à preservação de sensores expostos ao intemperismo do cinturão. Esse exemplo mostra a peculiaridade única da inospitabilidade no espaço sobre o nosso território, com o seu elevado nível de energia cinética pondo em risco a vida de astronautas e a integridade dos equipamentos expostos à intempérie ambiental daquela região, como em nenhuma outra parte do nosso planeta em tais níveis orbitais.

A falha do satélite OGO 5 na região da anomalia - O satélite americano OGO 5 (*Orbiting Geophysical Observatory*) lançado na década de 1960 não registrou as medidas geofísicas pretendidas sobre a região da anomalia geomagnética brasileira, devido à saturação dos seus instrumentos de bordo pelo bombardeio de partículas de alta energia. Mapas globais das suas imagens da aeroluminescência 630 nm do oxigênio atômico mostravam um grande *blackout* na região brasileira. Em todo o resto do globo o OGO 5 efetuou com sucesso as suas medidas normalmente.

O interesse dos cientistas soviéticos na ionosfera sobre a região brasileira - cientistas do Instituto de Geomagnetismo e Rádio Propagação (Izmiran) com sede na região de Moscou, apresentam crescente interesse nos estudos da chamada Anomalia de Appleton. Para esse fim eles utilizaram dados do satélite soviético *Intercosmos 19* para os estudos em nível orbital do fenômenos ionosféricos *spread-F* e da Anomalia de Appleton sobre região brasileira.

O interesse continuado da força aérea americana nos estudos aeronômicos da região brasileira - em recente visita ao INPE, cientistas

do Laboratório de Geofísica da Força Aérea Norte Americana expressaram o interesse daquele laboratório em aprofundar os seus estudos científicos da atmosfera superior e ionosfera (aeronomia) na região brasileira em colaboração com o INPE.

O interesse da NASA nos estudos ambientais sobre a Amazônia: a campanha experimental SCAR-B (*Smoke, Clouds and Radiation-Brazil*) - no período de agosto a setembro de 1995 foi realizado o experimento SCAR-B com o objetivo de estudar a queima de biomassa, através do uso de aeronaves, satélites (GOES e NOAA usando sensor Avhrr) e instrumentos de solo (fotômetros solares), com a participação do INPE e da Universidade de São Paulo (USP).

O interesse do Laboratório de Propulsão da Califórnia (*Jet Propulsion Laboratory - JPL/Caltech*) na parceria brasileira para o projeto de previsão de tempestades magnéticas - em junho de 1998 o INPE foi visitado por um grupo de cientistas do JPL para demonstrar o interesse deles numa colaboração com o Brasil, através de cientistas do INPE, nos estudos da previsão do clima e do tempo do meio interplanetário. Durante os eventos das tempestades magnéticas, ocorrem correntes elétricas e instabilidades do plasma de altas intensidades no meio interplanetário, capazes de causar interrupções nas comunicações via satélite. Estudos da NASA relatam a perda de contato com a frequência de até 1200 vezes ao dia, nas telecomunicações via satélite. O intemperismo do meio interplanetário também pode destruir definitivamente a instrumentação de bordo dos satélites artificiais, pelo bombardeio de feixes relativísticos de elétrons e de campos elétricos de altíssima intensidade. Mais de doze satélites já foram completamente “apagados” nos últimos dois anos, e entre eles o satélite *Equion*, para estudos da ionosfera equatorial, para cuja construção e posterior utilização dos seus dados o INPE foi formalmente convidado a participar.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Uma contribuição à sociedade que não pode ser esquecida é a formação de recursos humanos. Nesse aspecto, o curso de ciências espaciais do INPE formou, no período de 1968 a 1998, cerca de 94 mestres e 60 doutores, que são números consideráveis levando em conta o relativamente pequeno quadro de professores do INPE, comparados com as grandes universidades, e também o fato de o INPE ser basicamente uma instituição de pesquisa e não de ensino. Não obstante, os cursos de Geofísica Espacial e Astrofísica do INPE têm conseguido altas notas nas avaliações periódicas da Capes. Dessa forma, a ciência espacial têm-se mostrado adequada para contribuir para a formação de recursos humanos no País.

Não faria sentido analisar a importância estratégica aqui considerada sem se considerar algumas das maiores necessidades atuais. A seguir focalizamos brevemente este assunto.

Renovação do atual quadro de pesquisadores - cremos que dentre as carências atuais da ciência espacial no Brasil a necessidade de contratação de cientistas e tecnologistas é a maior delas. O quadro atual de cientistas do INPE precisa ser renovado, pois os pesquisadores atuais estão próximos à aposentadoria, fora os que já se aposentaram. Caso não haja pessoal jovem, o *know-how* adquirido nas últimas décadas pelos cientistas mais antigos, corre o risco de se perder. A última contratação em massa de estudantes para cursarem o doutorado em ciências espaciais e áreas correlacionadas, ocorreu no final da década de 1960. De lá para cá as contratações foram esporádicas e modestas em número de contratados, não obstante esse problema ter sido ressaltado pelos líderes da área inúmeras vezes nas duas últimas décadas.

Obviamente igual apoio deverá ser dado também às instituições que venham a compartilhar a atuação nesse campo de pesquisas, especialmente aquelas situadas próximas às bases de lançamento de foguetes de Alcântara e Natal.

Nos últimos anos foi possível suprir parte da deficiência de recursos humanos através de bolsas PCI (Programa de Capacitação Institucional) e também outros tipos de bolsa como por exemplo as de professor visitante do CNPq. Entretanto, o inconveniente de tais bolsas é a sua limitação em tempo, que em geral valem por apenas 2 anos. As bolsas de professor visitante, de um modo geral, são renováveis apenas até atingir um máximo de quatro anos. Dessa forma, depois de quatro anos de estágio, a instituição perde um profissional com uma larga bagagem de conhecimento.

Recursos financeiros - os recursos do Tesouro tem sido muito aquém das necessidades da área de Ciências Espaciais e Atmosféricas do INPE. A CEA tem sido muito ajudada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) através de auxílios à pesquisa e auxílios para participação científica, e pelo MCT e CNPq através do Pronex. O CNPq tem sido também uma fonte de fomento muito importante, principalmente pelas Bolsas de Produtividade de Pesquisa, Apoio Técnico, Iniciação Científica, Mestrado e Doutorado.

No caso das instituições localizadas fora do estado de São Paulo, onde se cogitaria a formação de núcleos de pesquisas em ciências espaciais, tal problema se agrava por não haver o respaldo em nível da Fapesp. Portanto os recursos financeiros para o desenvolvimento dos projetos de pesquisa deveriam aumentar.

Implementação de novos centros de pesquisas espaciais - conforme mencionado anteriormente, a produtividade da pesquisa sobre a atmosfera superior do nosso planeta e do meio interplanetário tem sido predominantemente proveniente do INPE e essa situação deveria ser mudada, desejavelmente, através da criação de novos centros de pesquisa no ramo. Um ponto de partida razoável seria o apoio às universidades localizadas próximas aos campos de lançamento de foguetes de Alcântara-MA e da Barreira do Inferno - RN, onde já existem centros regionais do INPE, que poderiam ajudar no intercâmbio científico entre o INPE e tais universidades, principalmente durante as campanhas experimentais por foguetes. Em parte tal iniciativa já está acontecendo através da Agência Espacial Brasileira, que está dando apoio à Universidade Federal do Rio Grande do Norte para um projeto de construção de uma carga útil ionosférica para foguete.

Sobre o desenvolvimento tecnológico - a exploração espacial é uma atividade geradora de inovações tecnológicas. Temos verificado na área de Ciências Espaciais do INPE contribuições significativas e importantes no desenvolvimento tecnológico também compartilhado com a indústria aeroespacial. O desenvolvimento de 11 cargas úteis para experimentos ionosféricos e da alta atmosfera por foguetes levou o INPE, nos últimos 15 anos, a desenvolver mais de quarenta instrumentos científicos de bordo. Muitos desses instrumentos foram totalmente desenvolvidos pela CEA e depois pela indústria, com o devido repasse de tecnologia do INPE para a indústria. Nesses projetos, o INPE teve uma colaboração tecnológica substancial por parte do Instituto de Atividades Espaciais (IAE/CTA/MAer). Durante o experimento Guará, um dos foguetes norte americanos abrigou a bordo um sensor de plasma totalmente desenvolvido no INPE.

O desenvolvimento do projeto Masco de astrofísica contribuiu de forma inédita para o desenvolvimento de mecanismos de apontamento dos instrumentos de bordo em direção ao cosmo, para medidas de ruídos de fundo remanescentes da grande explosão ou *big-bang*. O desenvolvimento de um detetor de radônio, no INPE, foi patentado e atualmente está sendo utilizado por diversas equipes científicas internacionais.

UM POUCO MAIS SOBRE A ASTROFÍSICA

A astrofísica é uma ciência que lida com o meio cósmico em que vivemos e conseqüentemente com a origem do nosso planeta e do surgimento da vida nele. Portanto é um ramo da ciência extremamente desafiador e interessante. Sem dúvida nenhuma, nas próximas décadas ocorrerão progressos notáveis no que toca o conhecimento do universo.

Nesse ponto será essencial que o País conte com uma equipe competente em astrofísica tanto para contribuir para o aumento do conhecimento do universo como para nortear a sociedade quanto a tais progressos.

De certa forma, a astrofísica também tem a ver com a preservação da vida na Terra no sentido de prever a colisão de um asteróide com o nosso planeta, como, por exemplo, um asteróide do tipo Schumacher-Levy que recentemente colidiu com o planeta Júpiter. Obviamente num caso desse tipo, toda a comunidade científica internacional estará interessada no fenômeno, mas isso não implica a não participação brasileira junto ao esforço internacional.

AS COLABORAÇÕES INTERNACIONAIS

Sendo o espaço um domínio internacional, ele permite de uma forma natural aperfeiçoar as colaborações científicas internacionais, podendo, dessa forma, contribuir com uma eventual aproximação diplomática do Brasil com outros países. Isso tem acontecido com muita frequência.

É importante ressaltar que nos últimos anos tem havido uma crescente colaboração científica nos campos da aeronomia, geomagnetismo e astrofísica, entre os países do Mercosul, principalmente com a Argentina. O mesmo tem acontecido com as colaborações do Brasil com o Chile e com o Peru.

O INPE é uma instituição bastante aberta quanto às colaborações nacionais e internacionais nas pesquisas espaciais. Somente neste ano de 1999, a instituição conta com mais de 60 projetos científicos em colaboração com mais de 70 organizações de pesquisa de 11 países. No Brasil, o INPE colabora com cerca de 20 instituições de pesquisa e universidades.

A INTERAÇÃO DA COMUNIDADE CIENTÍFICA COM A SOCIEDADE

A interação entre os cientistas de ciência espacial do INPE com o público através da imprensa falada e escrita, das organizações culturais e das empresas, é extremamente intensa e acontece no dia-a-dia, para fins de consultas sobre fenômenos espaciais.

A interação do corpo de cientistas do INPE com a imprensa é uma forma de contato com a sociedade. Se não existisse tal interação a nossa sociedade ficaria parcialmente alienada aos acontecimentos do meio ambiente espacial, especialmente no que tange aos fenômenos sobre o território nacional. Essas interações não são tão simples. Normalmente

elas requerem uma bagagem de conhecimento científico considerável, que somente um cientista ativo e produtivo pode oferecer.

ORIENTAÇÃO À SOCIEDADE QUANTO À FUNÇÃO DA CIÊNCIA; DISTINÇÃO ENTRE CIÊNCIA, MONITORAMENTO, SERVIÇO E PSEUDO-CIÊNCIA

Uma das contribuições que os cientistas podem prover à sociedade, através da imprensa, é distinguir três coisas que são frequentemente confundidas com ciência: o monitoramento, o serviço e a pseudo-ciência. Vamos a seguir dizer muito brevemente o que se quer dizer com isso.

A **ciência** tem como objetivo geral gerar o conhecimento científico através de métodos científicos. O estudo dos fenômenos naturais nas ciências exatas, por exemplo, é feito por métodos matemáticos, físicos, químicos etc.

O **monitoramento** puro e simples de um fenômeno natural ou de origem antropogênica, não é ciência se não vier acompanhado de uma interpretação em bases científicas, seguindo uma metodologia científica.

O **serviço** também é muitas vezes confundido com ciência. Às vezes a presença de equipamentos sofisticados tais como super computadores ou outras máquinas, aparelhos ou instrumentos caros e sofisticados podem dar um ar científico à sua operação, porém podem ter muito pouco ou nada a ver com a ciência se pouco ou nenhum conhecimento científico estiver sendo gerado. Seria como chamar de engenheiro eletrônico alguém que soubesse usar um aparelho de CD (*CD player*).

A **pseudo ciência** ocorre de forma semelhante ao serviço, quanto à falta de substância científica. Um exemplo disso é o caso do estudo sobre os discos voadores, ou UFOs. Cientistas da área de ciências espaciais do INPE muitas vezes são contatados pela imprensa e por indivíduos para responder excitantes perguntas via carta, correio eletrônico ou telefone sobre esse assunto como se tivesse a ver com a ciência espacial. O estudo sobre disco voadores não é científico, pois não tem como ser estudado cientificamente através de métodos adequados. As observações relatadas sobre os discos voadores, ou UFOs, verdadeiras ou não, são simples relatos, e não estudos científicos. Classificar como ciência o estudo dos discos voadores é como classificar como ciência as digressões do pensamento sobre um dado acontecimento considerado sobrenatural.

A PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA NOS EXPERIMENTOS ESTRANGEIROS REALIZADOS NO BRASIL

Vimos anteriormente que é grande o interesse da comunidade científica internacional por estudos do ambiente espacial sobre o território brasileiro e, por isso, tem acontecido tantas campanhas experimentais

em solo nacional tais como o experimento Guará, o experimento SCAR da NASA, o BIME, o *Coloured Bubbles* etc. já abordados, além de inúmeros outros experimentos de astrofísica e aeronomia, que implicam no vôo de balões, aeronaves, foguetes e satélites sobre o território nacional. Nesses tipos de campanhas experimentais, cientistas do INPE têm ajudado a esclarecer às autoridades nacionais, os objetivos científicos dos experimentos.

A CIÊNCIA ESPACIAL E ATMOSFÉRICA NO FUTURO

Atualmente, a ciência espacial é um dos ramos da ciência mais dinâmicos, pois trata-se de um ramo relativamente novo, que teve um notável impulso com os satélites artificiais e a tecnologia moderna. No próximo século certamente esse progresso continuará a ocorrer de forma intensiva, e sem dúvida a participação do Brasil será de importância fundamental para o país.

PERSPECTIVAS A MÉDIO E LONGO PRAZO PARA A CIÊNCIA ESPACIAL NO BRASIL

O interesse atual e futuro do estudo da ciência espacial no Brasil está associado não somente aos interesses nacionais imediatos, como também aos interesses da comunidade científica internacional.

A médio prazo (até 5 anos) as perspectivas das atividades científicas são as seguintes:

1. Continuação das várias atividades de pesquisas rotineiras atualmente em andamento no INPE, que deverão prosseguir no período considerado, com o objetivo de contribuir para o aperfeiçoamento do conhecimento científico do ambiente espacial sobre o território brasileiro.

2. Estabelecer outros centros de pesquisas espaciais em outras localidades do país, junto às universidades e instituições de pesquisa.

3. Incentivo às campanhas experimentais internacionais por foguetes, satélites e instrumentação de solo que são úteis não somente sob o ponto de vista político e científico, como também de ordem econômica, pois isso permite aos cientistas brasileiros o acesso a experimentos científicos sofisticados e caros.

4. Contratação de novos cientistas.

5. Adoção de uma política de incentivo à ciência espacial, aumentando a prioridade e os recursos para as ciências espaciais no INPE, que tem sido muito fraco nos últimos anos.

CONCLUSÃO

Sumariando, o estudo da ciência espacial visa aperfeiçoar o conhecimento sobre o ambiente espacial próximo e distante, de forma a revelar as suas peculiaridades que diretamente interessem à sociedade, desde os fenômenos que interferem na vida humana no dia-a-dia, até as origens cósmicas dos corpos celestes e a própria vida no planeta.

Do acima exposto, concluímos que é indiscutível a importância estratégica da ciência espacial para o País, a começar pelo fato de termos nele uma enorme área geográfica, e conseqüentemente uma enorme região espacial com características únicas. É evidente que o país deve ter o compromisso de explorar o seu espaço imediato de forma a melhor entendê-lo e usá-lo conforme as necessidades nacionais.

Podemos concluir da discussão acima que a importância da ciência espacial nacional está diretamente relacionada com o seguinte:

1. Contribuir estrategicamente para o aperfeiçoamento do conhecimento do ambiente espacial nas vizinhanças do nosso planeta, ou seja, das camadas atmosféricas, do sistema ionosfera/ atmosfera superior/ campo geomagnético com ênfase sobre os fenômenos que ocorrem sobre o território brasileiro.

2. Contribuir para a exploração do cosmo com ênfase no segmento cósmico visível do nosso território.

3. Utilizar o cosmo e a atmosfera superior como laboratório natural para o estudos da física impraticáveis de serem realizados em laboratório.

4. Contribuir para o desenvolvimento de recursos humanos, formando mestres e doutores com pesquisas de alto nível.

5. Contribuir para o desenvolvimento tecnológico do País em parceria com a indústria.

6. Sendo o espaço um domínio internacional, ele permite de uma forma natural aperfeiçoar as colaborações científicas internacionais, provendo, dessa forma, ajuda para uma eventual e desejada aproximação diplomática do Brasil com outros países.

7. Ajudar a esclarecer os fenômenos naturais espaciais de interesse para a sociedade e para o País.

8. Assessorar o governo, de um modo geral, nas questões espaciais.

9. Assessorar o governo sobre as campanhas científicas experimentais estrangeiras a serem realizadas em território nacional.

10. Assessorar a sociedade através da imprensa, do atendimento às firmas, às entidades culturais e a pessoas, individualmente.

11. Evitar a alienação do País nas questões científicas do espaço, que deverão aumentar em proporções imprevisíveis no próximo século com o aumento da utilização do espaço próximo e da exploração do cosmo.

RESUMO

A pesquisa científica do ambiente espacial próximo ao nosso planeta vem sendo realizada por cerca de três décadas. Grande parte dessa pesquisa vem sendo feita por cientistas da área de ciências espaciais e atmosféricas (CEA) do Instituto Nacional de Pes-

quisas Espaciais (INPE). Considerando as dimensões continentais do Brasil, o corpo da área de ciências espaciais e atmosféricas do INPE é relativamente pequeno e isso demonstra a necessidade de se criar outros centros de pesquisas espaciais no país. Baseados em tal necessidade, cientistas da CEA tomaram a iniciativa de incentivar o desenvolvimento de novos núcleos de pesquisas espaciais junto a algumas universidades e instituições de pesquisa nacionais. O sucesso de tal esforço, entretanto, não depende só dos cientistas mas também do governo, por se tratar de uma ciência básica. Esse artigo focaliza a importância da ciência espacial tanto para a geração do conhecimento científico como para ajudar a melhor assessorar a sociedade. Por ciência espacial subentende-se aqui a ciência das diferentes regiões atmosféricas, incluindo a ionosfera, (excluindo, porém, a meteorologia), a magnetosfera, o espaço interplanetário, as relações Sol-Terra e o espaço cósmico galáctico e extra-galáctico. Este artigo trata do desenvolvimento de cargas úteis para balões, foguetes e satélites, porém não aborda a construção de veículos lançadores. A importância da ciência espacial foi aqui apresentada através de exemplos de experiências passadas da necessidade do conhecimento científico aqui concernente, além da necessidade de preparar o país para um futuro próximo, no novo século, que certamente exigirá um maior dinamismo na geração do conhecimento científico deste ramo emergente da ciência.

ABSTRACT

Scientific research on our planet's space environment has been conducted in Brazil for the last three decades. Most of this research has been accomplished by scientific groups of the Space and Atmospheric Science Area of the National Institute for Space Research (INPE). Considering the continental dimension of Brazil, the size of INPE's space and atmospheric science group is very modest indeed, which highlights the need to have a broader base of science community spread over the country. INPE's scientists have taken important initiatives, especially during the last ten years, to encourage and establish space science education and training programs in Brazilian universities and research institutions. However, the success of such efforts do not depend entirely on INPE's scientists. Since space science is basically seen as a fundamental science, notwithstanding its multisided and eventual benefits to the society, political willpower on the part of the government is important to guaranty success in such efforts. This article focus on the importance of space science education and research to improve our understanding of the diverse problems of space environment in Brazil, and for the eventual use of such knowledge in many space activity based solution to human/societal problems. By space sciences it is understood here the sciences of earth's atmosphere including the ionosphere (but not including meteorological domain), the magnetosphere, the interplanetary space, solar-terrestrial relationship, and the galactic and extra-galactic space. This article covers also programs and developments of scientific payloads for balloons, rockets and satellites, but does not cover technology aspects of rocket and satellite platforms. The importance of space science studies in Brazil is highlighted through practical examples, from our experience, of the need of information, stemming from such studies, to private firms, national and international scientific communities. Examples will be cited of problems arising from the space environmental characteristics unique to Brazilian territory such as the ionospheric plasma bubble phenomenon that cause strong interference on space based telecommunication systems. Besides the practical need to know about the influence of space phenomena in our day to day life it is pointed out that the study of space sciences is important also for a better understanding of the different processes that control our space environment. Other points of importance to the study of space sciences addressed here include some suggestions to improve the development of this branch of science in Brazil. Because space phenomena do not possess international frontiers the field of space science investigations constitute natural subject of common interest to many countries. This situation can stimulate international collaboration projects and political/diplomatic approximation among countries. Since the

early years of space research present Brazilian space environment has offered challenging opportunities for numerous experimental campaigns initiated by many foreign countries, notably, USA, Germany and Japan, with the active participation and collaboration of Brazilian scientists.

O Autor

JOSÉ HUMBERTO ANDRADE SOBRAL, é formado em engenharia eletrônica pela antiga Escola Nacional de Engenharia do Rio de Janeiro em 1966 (atual UFRJ), mestre em Ciências Espaciais pelo INPE em 1969 e PhD. em Engenharia Elétrica pela Universidade de Cornell (EUA) em 1973. Foi admitido como pesquisador no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em 1/7/1967; tem cerca de 80 trabalhos científicos publicados em revistas especializadas, diversos projetos de pesquisa, incluindo o PRONEX/MCT; tem prestado assessoria científica ao CNPq, à FAPESP, à NASA (EUA) e outras instituições de pesquisa e universidades no Brasil e no exterior, e tem revisado inúmeros trabalhos científicos para publicação em revistas especializadas, no Brasil e no exterior. Desde o ano de 1992 até o presente exerce a função de Coordenador Geral da área de Ciências Espaciais e Atmosféricas do INPE.

O Domínio da Tecnologia Espacial: um Desafio de Alcance Estratégico para o Brasil

LUIZ ALBERTO VIEIRA DIAS

INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado, onde a importância dos países repousa na instanciação de seus poderes político, econômico, psico-social, militar e científico-tecnológico, os países de economia emergente encontram-se em grande defasagem em relação aos países mais desenvolvidos em todas as instâncias dos poderes. Para tentar alterar esta difícil situação, os países emergentes têm que tomar penosas decisões a fim de maximizar os poucos recursos existentes. Fatores históricos e erros passados, em geral, produzem uma situação tal que a latitude para mudanças fica ainda mais limitada. Com a obrigação de saldar pesados compromissos financeiros internacionais os recursos disponíveis para investir no aumento de algum dos poderes citados são praticamente inexistentes. O resultado é que a diferença entre os países mais desenvolvidos e os emergentes não pára de crescer.

Neste artigo será vista, resumidamente, a situação dos países mais desenvolvidos e a do Brasil, nos dias de hoje. Em seguida será apresentada uma opção viável para o crescimento da instância científico-tenológica do poder brasileiro, por meio de um aumento de investimento na pesquisa espacial, e uma breve análise do impacto desta opção nos demais poderes.

SITUAÇÃO DOS PAÍSES DESENVOLVIDOS

Após o término da Guerra Fria, os Estados Unidos despontaram como a maior potência militar, econômica e científico-tecnológica do planeta. Já no plano político e psico-social vários países, como Suíça, Suécia e Canadá estão à frente. Nos Estados Unidos escândalos pipocam em altos escalões e crianças armadas provocam massacres em escolas, sem falar do alto consumo de drogas e criminalidade em geral, levando aquele país a ser “emergente” nestas instâncias do poder. Economicamente, apesar de hegemônico, os demais países do G-7 e a China mantêm certa proximidade da hegemonia americana.

O exemplo da Rússia é interessante, pois com uma economia e uma população inferiores às brasileiras, tem uma projeção internacional elevada graças ao seu ainda formidável poder militar e razoável poder científico-tecnológico.

No sub-continente indiano Índia e Paquistão apresentam razoável poder militar, desproporcional às suas economias. A Índia apresenta também bom desenvolvimento na instância científico-tecnológica.

Qual fator levou os Estados Unidos à liderança mundial? A resposta não é simples, mas há fatores que influenciaram positivamente, como:

- grande investimento em educação, em todos os níveis
- grande investimento científico-tecnológico
- grande investimento militar
- grande disponibilidade de recursos econômicos e naturais
- grande território (maior do que o Brasil)
- população razoável (aproximadamente 250 milhões)

Isto produziu os seguintes resultados:

- salários altos
- baixa inflação
- desemprego reduzido (da ordem de 4% da população ativa)

A liderança americana, principalmente nos setores de informática, telecomunicações e aeroespacial retroalimentou seu poder em outras áreas. A absorção pela área militar dos avanços em ciência e tecnologia garantiu sua conseqüente proeminência mundial. Com o domínio da tecnologia de computação e telecomunicações, a área econômica pode se expandir além das fronteiras físicas e conquistar boa parte do mercado mundial, principalmente o de software, consultorias e serviços. Outra conseqüência foi o crescimento exponencial da indústria do entretenimento, liderada de longe por empresas americanas, com a aplicação de tecnologias de ponta, muitas derivadas da área militar e aeroespacial, para parques temáticos e filmes com espetaculares efeitos especiais computadorizados.

A economia simplesmente recebeu forte retroalimentação dos efeitos acima e como conseqüência gerou um círculo virtuoso, e vem produzindo há 96 meses um crescimento ininterrupto (Folha de SP, 01/05/99). Os países europeus, o Japão e a China, mesmo com as crises econômicas recentes conseguem manter suas posições, sem deixar que haja um abismo

tecnológico insuperável, como o existente entre os países desenvolvidos e os emergentes.

Já o mesmo não aconteceu com os “tigres” asiáticos, que vinham em um crescimento (econômico apenas) da ordem de 10% ao ano e passaram bruscamente a crescimentos negativos. Nesses “tigres” os governos apostaram no poder econômico apenas e privilegiaram, com fundos ou empréstimos governamentais setores privados selecionados. A aposta quase deu certo, porém devido ao excesso de confiança, endividamento exagerado e principalmente por relegar o investimento em ciência e tecnologia a níveis mínimos, as demais instâncias do poder não cresceram proporcionalmente e a situação voltou à estaca inicial. Esses países perderam as posições ganhas no “ranking” do poder econômico. Nos demais poderes eles continuaram nas modestas posições que sempre ocuparam. Exceção é a Índia, que apesar de problemas graves nos campos político, psico-social e econômico, vem se desenvolvendo rapidamente na área científico-tecnológica e militar. Este país dispõe de bombas nucleares, satélites de meteorologia, sensoriamento remoto, telecomunicações, campo de lançamento e foguetes lançadores. A Índia iniciou seu Programa Espacial junto com o Brasil, nos anos 60, mas enquanto aqui as verbas foram minguando lá houve um constante dispêndio nesta área. O resultado foi independência tecnológica e grande melhoria nos poderes econômico e militar. Como conseqüência a crise dos países asiáticos praticamente não a atingiu.

SITUAÇÃO DO BRASIL

O Brasil, apesar dos conhecidos problemas estruturais e da má imagem no exterior, não vem com desempenho tão mau assim. No plano político foi superado um “impeachment” presidencial com poucos traumas e no momento há o exercício de uma democracia plena. No plano psico-social, as artes (literatura, pintura, arquitetura, música, teatro e cinema) e as tolerâncias racial e religiosa, embora não perfeitas, estão ordens de magnitude acima das de outros países mais desenvolvidos. Os maiores problemas estão nos poderes econômico, militar e científico-tecnológico.

A área econômica tem uma predominância tal sobre as demais instâncias dos poderes, no Brasil, que monopoliza praticamente todos os recursos, tornando difícil qualquer esforço concentrado nas demais áreas. Estando sob forte pressão internacional para saldar suas dívidas em dia, esta instância absorve toda a atenção e recursos dos governantes. Devido ao bom relacionamento com os vizinhos e à ausência de ameaças diretas das grandes potências, a área militar não tem conseguido ampliar seu orçamento além do mínimo necessário à sua existência. Devido à falta

de tradição e poucos resultados práticos (pelo menos aos olhos da população) a área científico-tecnológica não empolga a opinião pública e conseqüentemente só obtém recursos da ordem de 0,6 % do PIB, irrisórios até mesmo se comparado com outros países economicamente menos desenvolvidos.

PODER CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

Sendo um país de dimensões continentais e dispondo de uma população de 160 milhões de pessoas, com recursos naturais abundantes e imensa área agricultável o Brasil não pode ser simplesmente ignorado. Há “ilhas de competência” científico-tecnológicas tanto de ensino quanto de pesquisa e uma indústria razoável. O país é a nona economia do planeta e o quinto em extensão territorial e sua população está entre as dez maiores do planeta.

O que pode ser feito, com os recursos existentes e limitações orçamentárias, para ampliar a instância de poder científico-tecnológico do país? Quanto custa isso? Qual o efeito que este aumento do poder científico-tecnológico terá nos demais poderes? São perguntas que podem ser respondidas baseadas no desempenho histórico da área no país, após o lançamento do primeiro satélite artificial.

No início dos anos 60 haviam pouquíssimos doutores (PhD's) no Brasil. Estes poucos eram todos formados no exterior. Hoje há inúmeros cursos de pós-graduação de boa qualidade que formam doutores e mestres no país. Como esta situação se alterou radicalmente em 30 anos? Simplesmente com os programas de bolsas de estudo do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Ministério da Ciência e da Tecnologia), Capes (Fundação para a Capacitação de Pessoal de Nível Superior - Ministério da Educação e do Desporto) e Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), principalmente.

Os institutos de pesquisa, bem como os cursos de pós-graduação, em sua maioria estatais e criados em sua maior parte entre os anos 60 e 70, hoje geram um volume de pesquisas importante, que, apesar de menores do que mesmo a de outros países latino-americanos, apresentam uma situação muito mais vantajosa do que há 30 anos.

PESQUISA ESPACIAL NO BRASIL

Na área espacial o Brasil se consolidou de forma incontestada como o mais avançado país da América Latina neste campo. O México e o Chile praticamente não dispõem de programas espaciais, sendo suas poucas pesquisas neste campo feitas em departamentos das melhores

universidades, coordenadas por docentes individuais. Houve um astronauta mexicano, mas sua seleção não foi baseada na proporcional importância científico-tecnológica do México naquela época, mas sim na importância política daquele país. A Argentina começou um programa espacial voltado à área militar, que estava dando resultados satisfatórios, porém foi desmontado devido à pressão internacional. Atualmente há um programa totalmente civil, semelhante ao desenvolvido no Brasil, mas de menor porte.

No Brasil desde o princípio da pesquisa espacial (no início dos anos 60) houve uma dualidade: o Ministério da Ciência e Tecnologia/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (MCT/INPE) tratava exclusivamente de projetos espaciais civis, inicialmente em ciência espacial, posteriormente em utilização da tecnologia espacial (meteorologia e sensoriamento remoto) e finalmente em engenharia espacial (construção de pequenos satélites de aplicações Espaciais), enquanto o Ministério da Aeronáutica/Centro Técnico Aeroespacial (MAer/CTA) desenvolvia foguetes (basicamente a família Sonda e o VLS – Veículo Lançador de Satélites) e estudava ainda meteorologia e ciência espacial, também voltado a aplicações civis. As atividades do CTA, podendo ser consideradas no exterior como “tecnologia dual” (uso militar e/ou civil) embora nunca admitidas oficialmente, foram e são boicotadas por fornecedores de países desenvolvidos que não estão interessados em que países como o Brasil passem eventualmente a dispor de tecnologias avançadas com possível aplicação militar, como foguetes de longo alcance. Um lançador de satélites civis não pode ser diferenciado de um míssil voltado para aplicações militares.

Em 1979 o Brasil organizou sua pesquisa espacial, criando a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), definindo claramente o papel de cada ator: em linhas gerais, o INPE faria ciência espacial, meteorologia, sensoriamento remoto e construiria os quatro satélites iniciais da missão, enquanto o Ministério da Aeronáutica/CTA construiria o lançador (VLS) e o Campo de Lançamento, em Alcântara, Maranhão. Posteriormente o MCT/INPE firmou acordos com a China, a França e a Argentina para projetos conjuntos de satélites.

Apesar de alguns atrasos e boicotes, os dois primeiros satélites estão em órbita e funcionando, o campo de lançamento ficou pronto e o VLS foi testado. Com uma maior disponibilidade de recursos para o CTA um novo VLS já poderia estar pronto há muito tempo, para novos testes. Inexplicavelmente estes recursos, que são de pequena monta (poucos milhões), não tem sido liberados. Segundo alguns observadores, por pressão internacional.

Em 1994 foi criada a Agência Espacial Brasileira (AEB), que passou a definir a política espacial do país. Foi criado o Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), que vem sendo seguido.

IMPORTÂNCIA DO DOMÍNIO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO NA ÁREA ESPACIAL

Em razão do investimento na área espacial o Brasil passou a dispor, ao contrário dos demais países latino-americanos, de uma bem formada equipe de engenheiros e pesquisadores com real experiência em projetos espaciais, de bem equipados institutos de pesquisa como o INPE e o CTA, de uma emergente indústria espacial e de uma elite de gerentes de projetos espaciais de alto nível na AEB. Isto diferencia o Brasil e contribuiu fortemente para a sua liderança econômica e científico-tecnológica, principalmente na área espacial, na América Latina. Só para lembrar, em 1964 a economia brasileira era apenas a 48ª do mundo e na área científica, a presença brasileira era insignificante.

O investimento total em ciência e tecnologia chegou a 1% do PIB no final dos anos 70, mas vem caindo paulatinamente. Atualmente não chega a 0,6 % do PIB. A área espacial nunca ultrapassou US\$ 100 milhões por ano (fora salários). Hoje este valor é substancialmente menor. Mesmo assim foi possível montar a infra-estrutura única do INPE e CTA e ser capaz de dominar uma missão espacial completa. Em termos de pessoal, contando os prematuramente aposentados (muitos dos quais permanecem ativos em universidades e institutos de pesquisas não ligados à área espacial), são da ordem de 300 doutores e uns 800 mestres. O país ganhou a capacidade de formar seu próprio pessoal. A indústria espacial brasileira, com quase 20 empresas e organizadas na Associação das Indústrias Espaciais Brasileiras (AIAB) já tem uma presença marcante na produção nacional.

Comparando com investimentos em outras áreas (fala-se de perdas da ordem de bilhões de dólares em operações econômicas), este investimento é muito pequeno e com retorno mensurável e real aumento da instância científico-tecnológica do poder no país.

OBSERVAÇÃO DA TERRA

Em 1968 começaram os entendimentos dos Estados Unidos com o Brasil e outros países, para participarem do programa ERTS (atualmente Landsat), para sensoriamento remoto da superfície da Terra. O Brasil aderiu ao programa e construiu em Cuiabá (Mato Grosso), uma estação receptora de sinais do Landsat, em Cachoeira Paulista (São Paulo), um laboratório de processamento de imagens e em São José dos Campos (SP), formou

um competente grupo de pesquisadores para o processamento e análise de imagens orbitais.. Hoje o país é capaz de receber e processar imagens orbitais de um grande número de satélites, projetar e construir satélites e sensores para a observação da Terra e lançá-los ao espaço com o VLS, a partir de um campo de lançamento nacional. Basta uma decisão política e a liberação das verbas associadas. Sem o investimento passado isto não seria possível mesmo com verbas muito superiores. Nesta área o Brasil é atualmente considerado país desenvolvido.

O domínio desta tecnologia é muito importante. Para exemplificar falar-se-á em alguns estudos de caso:

Desmatamento da Amazônia

Caso não houvesse o domínio da análise de imagens orbitais (hoje coletadas por satélites americanos, japoneses, canadenses e franceses, mas em futuro breve também por satélites brasileiros) não se saberia ao certo a extensão real do desmatamento da Amazônia. Antes da ECO-Rio 92 haviam especulações de que até 25% da floresta já estavam desmatados e isto estava causando embaraços e prejuízos ao país. Com os levantamentos feitos pelo INPE, mostrando a real extensão do problema (que existe efetivamente, mas não na extensão propalada) a pressão internacional caiu consideravelmente.

Crédito agrícola

O Banco do Brasil tem uma carteira de crédito agrícola de difícil fiscalização. Simplesmente não é viável uma fiscalização eficaz, por problemas de acesso e dimensões do país. Com o uso de imagens de satélite foi possível detectar que pelo menos 65% dos mutuários, em certa amostra, estavam plantando área menor do que a contratada (e usando os recursos para outros fins). Com a eficaz fiscalização via imagens de satélite o banco recuperou seu dinheiro e ainda pagou com sobras o custo da implantação do programa, operado pelo pessoal do próprio banco, treinado pelo INPE.

Atualizações cartográficas

Como é conhecido, o país tem deficiências em cartas geográficas de escalas da ordem de 1:25.000. Com o uso de imagens de satélite é possível obter imagens com esta escala de qualquer parte do território nacional e portanto a atualização cartográfica ou mesmo a confecção emergencial de uma carta específica é possível em curto espaço de tempo.

Crescimento urbano

O rápido crescimento de áreas urbanas no Brasil torna muito difícil seu acompanhamento. O uso de imagens orbitais permite avaliar o crescimento urbano com facilidade e de forma econômica.

Acompanhamento de enchentes e ocupação antrópica de bacias hidrográficas

Sendo as enchentes eventos rápidos é necessário uma resposta em curto espaço de tempo, somente conseguida com o uso de imagens espaciais. Já a ocupação antrópica de áreas de risco (cabeceiras de mananciais e margens de represas) se dá de forma de difícil percepção. O monitoramento espacial permite que ações sejam tomadas antes que o problema atinja dimensões incontroláveis.

Avaliação geológica

Com o uso de imagens do tipo Aviris, coletas a bordo de aviões ER-2, é possível fazer uma análise espectral do solo (sem vegetação) e detectar, por meio da assinatura espectral, o tipo de minérios existentes no solo na área do alvo. Trabalho semelhante pode ser obtido com imagens orbitais óticas e de radar.

Efeito de queimadas

O efeito de queimadas próximo a áreas urbanas, como em Cuiabá, pode ser estudado por meio de imagens Aviris, obtidas com o avião ER-2 da NASA em 1995. Dentre outras observações é possível inferir sobre a condição da atmosfera no local. Foi possível verificar o efeito da condição atmosférica em identificação de feições do terreno, em áreas selecionadas próximas a Cuiabá. Esta tecnologia foi recentemente dominada e poderá ser aplicada a outros casos. A resolução em terra é de 20 metros, podendo chegar a 3 metros se for utilizado como plataforma um avião tipo Brasília.

É de importância estratégica para o país ter o domínio da tecnologia de processar e analisar essas e outros tipos de imagens, como as de radar obtidas por satélites (também com seu processamento já dominado no país). Imagine-se por exemplo que um determinado órgão do governo receba uma imagem destas, em uma negociação internacional crucial, e sem o domínio da tecnologia de processamento e análise, não saberá se a imagem apresentada foi alterada por computador para servir ao propósito da outra parte. Dominando a tecnologia este perigo não existe.

PARCERIAS ESTRATÉGICAS

A melhor maneira de ganhar proficiência em alta tecnologia é por meio de duas ações combinadas: investimentos e parcerias. Os investimentos dependem de fatores políticos, mas estão normalmente sob controle interno. Quanto às parcerias é preciso muita habilidade para poder negociar em condições de igualdade ou pelo menos com inferioridade aceitável. As parcerias nas áreas econômicas em geral beneficiam o parceiro mais forte. Na área científico-tecnológica, se o parceiro está tecnicamente “forte” a negociação pode ser feita em bases mais equilibradas.

Na área espacial o Brasil conseguiu inúmeras parcerias interessantes, como o programa CBERS (*China Brazil Earth Observation Satellite*) de parceria com a China. É um satélite de observação da Terra similar ao satélite francês SPOT (que custou à França da ordem de 1 bilhão de dólares). É um projeto que, com recursos da ordem de 160 milhões de dólares aportados pelo Brasil, dará ao país acesso ao uso do satélite e grande intercâmbio com seus parceiros chineses. Estão previstos dois satélites na primeira fase, onde o Brasil arcará com 30% do custo total, e mais dois satélites na segunda fase onde o Brasil arcará com 50% das despesas, responsabilidade e direitos. É um valor muito menor do que o que seria gasto com um satélite próprio e o CBERS estará no espaço muito antes do que estaria se fosse desenvolvido inteiramente no país. Adicionalmente esta parceria permitirá ao país aumentar seu conhecimento neste campo, e ter a capacidade de desenvolver seu próprio satélite, em tempo mais curto, caso desejável.

A parceria com a NASA no uso e processamento de imagens Aviris, sem ônus direto ao país é outro exemplo bem sucedido de parceria científico-tecnológica. Isto só foi possível pela existência de massa crítica humana bem formada, capaz de absorver a tecnologia transferida.

A possibilidade de participação na Estação Espacial Internacional, embora com custo ao país, colocará definitivamente o Brasil como parceiro confiável dos países em desenvolvimento. Ao atingir este patamar uma série de empecilhos desaparecem.

MEDIDAS NECESSÁRIAS PARA INSERIR O BRASIL NO PRIMEIRO TIME DA PESQUISA ESPACIAL

O Brasil, ao assumir a liderança nas pesquisas espaciais na América Latina, o fez como conseqüência de investimentos e parcerias corretas, cujos resultados incontestes estão aparentes. A Índia e o Paquistão, por meio de um mais agressivo investimento, estão à frente. Este não era o caso há dez anos, mas a redução do investimento na área no Brasil e o grande aumento no orçamento espacial daqueles países colocou a nação sul-americana em desvantagem.

O que é preciso fazer para manter a liderança na América Latina é recuperar os investimentos, pelo menos no patamar do final dos anos 80. Voltar a dar atenção aos recursos humanos, que estão desmotivados e com os salários aviltados. Voltar a apoiar fortemente a formação de doutores e mestres, no país e no exterior, com bolsas de estudo dignas. Apoiar a participação maciça em eventos nacionais e internacionais. Ampliar ao máximo as parcerias estratégicas nacionais e internacionais. Ampliar bastante a participação da indústria nacional no processo. Atrair as universidades como parceiros em projetos espaciais.

CENÁRIOS

Serão apresentados três cenários para a próxima década: um otimista, um neutro e um pessimista. A ocorrência de qualquer deles é possível, dependendo apenas de ações políticas, pois os investimentos são perfeitamente viáveis mesmo para o caso otimista.

Cenário otimista

Seria feito um investimento garantido da ordem de 150 milhões de dólares anuais (fora salários). O apoio para finalizar o VLS, para a utilização comercial do Campo de Lançamento de Alcântara e para a participação na Estação Espacial Internacional (ISS), e para os programas do PNAE seriam ampliados. Parcerias com a China, EUA, União Européia, Japão, Argentina, Israel, Canadá, Índia, África do Sul e outros seriam consolidadas. Novos projetos de satélites inteiramente nacionais seriam iniciados/concluídos. A participação em eventos internacionais, inclusive a promoção de alguns importantes no país, seria estimulada e realizada. Os salários e condições de trabalho no INPE, CTA e AEB seriam melhorados. A inserção plena da indústria nacional nos projetos espaciais seria consolidada. A participação das universidades nos projetos espaciais, incluindo universidades particulares seria normal e estimulada. Os cursos universitários, de pós-graduação e graduação, ligados às áreas espaciais, cresceriam em número e qualidade. Como consequência o país ficaria, após dez anos, no nível da Índia de hoje, na área espacial.

Cenário neutro

Seria feito um investimento da ordem de 60 milhões de dólares anuais (fora salários). Seriam mantidos apenas apoios para que os projetos atuais em andamento, inclusive VLS e Estação Espacial Internacional possam continuar, mas com atraso. O Campo de Lançamento de Alcântara seria usado apenas para pequenos foguetes e uma ou duas tentativas de lançamento do VLS. Seriam mantidas algumas parcerias internacionais essenciais como com a China, NASA, União Européia e

Argentina. Nenhum projeto novo seria iniciado. A participação em eventos internacionais seria reduzida ao mínimo, bem como a realização destes eventos no país. Os salários continuariam nos níveis baixos atuais. A indústria nacional participaria apenas em um ou outro projeto da área espacial. A participação das universidades seria mínima, apenas continuando projetos já iniciados. Nenhum curso novo de pós-graduação seria iniciado e nem criado nenhum curso de graduação na área espacial. Após dez anos estaríamos como o México hoje, com um astronauta, mas pouca pesquisa e bastante dependente de projetos externos.

Cenário pessimista

Seriam feitos investimentos de menos de 30 milhões de dólares por ano (fora salários), com variações bruscas de ano a ano. O VLS seria descontinuado. O corte parcial de recursos à Estação Espacial Internacional (não pode ser cortado integralmente devido ao compromisso do país) traria desânimo e grandes atrasos ao programa em função dos pagamentos em atraso. O Campo de Lançamento de Alcântara seria fechado, por economia. As parcerias internacionais se reduziriam a contatos entre cientistas individuais. Participação em eventos internacionais somente por esforços individuais. Os salários continuariam congelados e a mão-de-obra especializada seria dispersada para outras atividades. O INPE seria transformado em organização social e, sem condições de obter recursos, teria que reduzir suas atividades à metade, descontinuando vários projetos. Destino semelhante teriam os demais órgãos ligados à área. A indústria não teria participação mensurável na área espacial. As universidades públicas não teriam nenhuma participação no programa espacial. Eventualmente alguma universidade, por iniciativa de algum docente individual, poderia ter participação minoritária em um ou outro projeto de parceria internacional. Muitos dos atuais cursos de pós-graduação seriam descontinuados. Daqui há dez anos se teria regredido, na área espacial, à uma situação como a de Portugal hoje. Na América Latina ficar-se-ia em posição inferior à da Argentina, México e Chile.

CONCLUSÕES

Como visto, um investimento constante, da ordem de 150 milhões de dólares anuais na área espacial, valor este perfeitamente compatível com o atual orçamento nacional, poderá elevar o País a uma situação muito mais confortável em termos de pesquisa espacial, ampliando consideravelmente a capacidade de utilizar com competência aplicações espaciais como em meteorologia, nas telecomunicações e na observação da Terra. Neste último campo novos sensores como satélites de radar e satélites óticos de melhor resolução (tanto espacial quanto espectral)

permitirão um melhor controle do território nacional e darão ao país melhores condições de negociação internacional, mesmo em outras áreas. O pessoal já disponível e treinado poderá usar integralmente seu potencial em novos e desafiadores projetos, muito dos quais em parceria com organizações como a NASA (Estados Unidos), a NASDA (Japão), a ESA (União Européia), o CNES (França), a Agência Espacial Russa e a CONAE (Argentina).

Já a manutenção dos inadequados níveis de investimento na área espacial, no patamar de hoje, atrasaria o país como um todo. O Brasil perderia a posição atual, conquistada com grande sacrifício, na instância científico-tecnológica de poder.

No caso improvável de ocorrer a hipótese pessimista, com mais cortes de investimentos na área espacial, a situação seria realmente crítica. Devido ao rápido crescimento deste setor nos países desenvolvidos (Estação Espacial Internacional, viagem a Marte, etc) o país estaria abdicando de sua já adquirida capacidade espacial. O resultado seria o abandono das atividades espaciais a médio prazo, com a conseqüente saída de cena do país da área espacial.

Sendo o investimento necessário para ampliar as atividades espaciais no país de montante suportável e viável, e sendo o preço a pagar pela saída do ramo extremamente elevado, acredita-se que o governo opte por elevar os investimentos neste campo, o que poderá produzir, a curto prazo, um aumento substancial da instância científico-tecnológica do poder nacional.

RESUMO

Neste trabalho é feita inicialmente uma breve avaliação estratégica da situação atual dos países desenvolvidos e do Brasil no cenário mundial, com respeito às instâncias de poder (político, econômico, psico-social, militar e científico-tecnológico). Em seguida é mostrado como a pesquisa espacial ajudou o país a melhorar sua instância científico-tecnológica nos últimos 30 anos. A seguir são apresentados três cenários (otimista, neutro e pessimista) para as atividades espaciais no País para os próximos dez anos, na perspectiva do autor; e, finalmente, é sugerido um possível caminho viável para consolidar e ampliar as posições já conquistadas neste campo.

ABSTRACT

This article presents initially a brief evaluation, on the world scenery, of the present strategic situation of the developed countries and Brazil, with respect to the instances of power (political, economic, psico-social, military and scientific-tecnological). Next it is

shown how space research helped the country to improve its scientific-technological instance on the last 30 years. Three possible scenarios, for the next ten years, are presented (optimist, neutral, pessimist), according to the author's perspective. Finally it is suggested a viable path to consolidate and to improve Brazilian hard won positions in space research.

O Autor

LUIZ ALBERTO VIEIRA DIAS, 55, PhD em física espacial e astronomia pela Rice University (Houston, Texas, EUA) é atualmente pesquisador do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento e professor da Faculdade de Ciência da Computação da Universidade do Vale do Paraíba, em São José dos Campos, SP. É vice-presidente da Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais (Funcate). Foi coordenador-geral de Observação da Terra e chefe do Centro de Tecnologias Especiais do INPE. Fez pós-doutorado na Université Paul Sabatier, no IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse), França e foi professor visitante na International Space University, Illkirch (Strasbourg, França). Formou-se no Curso de Altos Estudos Políticos e Estratégicos da Escola Superior de Guerra.

O Programa Nacional de Atividades Espaciais Frente aos Embargos Tecnológicos

MAJ.-BRIG.-DO-AR REGINALDO DOS SANTOS

INTRODUÇÃO

Pesquisadores e engenheiros que trabalham em laboratórios de pesquisa do governo e em empresas, direta ou indiretamente envolvidas em projeto ou fabricação de material para os setores nuclear e espacial, estão bastante familiarizados com as exigências ou as negativas dos países exportadores, quando necessitam de itens ou tecnologias de aplicação bélica, nuclear ou de uso duplo em seus trabalhos. As restrições incluem desde simples serviços, como o tratamento térmico dos envelopes dos motores do Sonda IV, até venda de supercomputadores de aplicação geral.

O desenvolvimento de tecnologia de ponta, quando voltado para sistemas que possam ser convertidos em armas de destruição em massa, esbarra frontalmente nos mecanismos internacionais de controle de exportação. Neste caso, difícil é estabelecer uma distinção entre EMBARGO ao desenvolvimento de uma nação e PREOCUPAÇÃO com a utilização do produto da exportação para fins bélicos e, conseqüentemente, com a proliferação de armas de destruição em massa e seus vetores.

Os mecanismos internacionais de controle de exportação, apesar de explicitamente objetivarem evitar a proliferação de armas de destruição em massa, podem ser usados, e são, como ferramentas de pressão política em negociações internacionais, bem como retardadores do desenvolvimento de países emergentes, pelos países exportadores.

Os países desenvolvidos também praticam entre eles restrições de exportações para seus programas espaciais e nucleares. Restrições americanas foram, sem dúvida, a causa principal do desenvolvimento dos setores nuclear e espacial europeu, sob a liderança francesa. Os franceses consideram os domínios do espaço e do átomo de interesse estratégico-militar-comercial para o País e não abrem mão de seus objetivos, mesmo quando a pressão internacional é enorme, como recentemente ocorreu durante os últimos testes nucleares no atol de Mururoa.

O Brasil, país que já domina as tecnologias básicas nuclear e de foguetes lançadores de satélites, como fruto do grande esforço de abnegados pesquisadores, engenheiros e técnicos, apesar dos poucos recursos, encontra-se em uma situação que inspira preocupação aos países desenvolvidos, principalmente porque consideram os mecanismos brasileiros de controle de exportação não suficientes para assegurar a não transferência de tais tecnologias a países beligerantes. Portanto, restrições e pressões de toda ordem têm sido impostas ao Brasil, principalmente pelos Estados Unidos, em razão, principalmente, da presença da indústria de material bélico brasileira nos conflitos do oriente médio, embora o País, consciente de seu avanço tecnológico-industrial participe, como membro, dos clubes de países exportadores e preocupados com a proliferação de armas de destruição e massa e seus vetores.

O tema Programa Nacional de Atividades Espaciais Frente aos Embargos Tecnológicos é de uma amplitude muito grande, assim, procurar-se-á limitar o desenvolvimento do trabalho na descrição dos regimes internacionais de controle de exportação, situar o Brasil no contexto, analisar a legislação americana sobre o assunto e apresentar algumas das vantagens e desvantagens de pertencer ao Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis.

REGIMES DE CONTROLE DE TRANSFERÊNCIA DE BENS E DE TECNOLOGIAS SENSÍVEIS

A necessidade de se controlar tecnologia sensível tem sido uma preocupação permanente dos países desenvolvidos. Controles têm sido criados, principalmente, por razões estratégico-militares. Eles têm sido mais importantes nos períodos de conflitos armados e tornaram-se uma obsessão após a utilização de armamentos nucleares na Segunda Grande Guerra Mundial. Após a guerra, os controles estabelecidos objetivaram prevenir a difusão de conhecimento, tecnologia e equipamentos que pudessem, direta ou indiretamente, contribuir para o desenvolvimento de artefatos nucleares.

O primeiro regime de controle de exportação, criado em 1949, logo após a Segunda Grande Guerra, foi o *Coordinating Committee for Multilateral Export Control* (Cocom). Seu objetivo principal era impedir a União Soviética de adquirir tecnologia Ocidental capaz de contribuir para o aumento de seu poderio militar. Os membros do Cocom eram os mesmos da OTAN.

Atualmente, com a queda do muro de Berlim, o Regime visa restringir a exportação de bens que possam contribuir de maneira

significativa para o aumento do potencial militar e a proliferação de armamentos, criando instabilidade e tensão internacional.

Os controles de exportação de material de aplicação nuclear tomaram-se mais efetivos na primeira metade dos anos 70, quando foi formado o Comitê Zangger. Naquela oportunidade, os países exportadores de itens de aplicação nuclear decidiram estabelecer uma lista de materiais e equipamentos (*Trigger List*) que permitisse identificar os projetos nucleares em desenvolvimento nos países não nuclearizados e, a partir daí, exigir salvaguardas para as transferências (exportações) ou, simplesmente, cancelar a encomenda.

Mais tarde a *trigger list* foi adotada pelo Clube de Londres (grupo de países supridores de material nuclear). Em 1975, em sua primeira reunião, o Clube estudou a possibilidade de estabelecer diretrizes com requisitos que pudessem servir de orientação aos países supridores de material nuclear nos seus processos de exportação. A *trigger list* e as diretrizes, a partir de 1977, formaram a base de controle para exportações de itens nucleares pelos países membros do Clube de Londres (NSG).

Após o sucesso relativo ao Clube de Londres, regimes de controle de exportação surgiram em outras áreas. A preocupação principal dos países exportadores continuava sendo a proliferação de armas de destruição em massa.

Assim, em 1984, foi criado o Grupo da Austrália com o objetivo de estabelecer mecanismos de controle para os processos de exportação de produtos químicos e biológicos. Até então, a única limitação à comercialização desses produtos era o Protocolo de Genebra, assinado em 1925, que objetivava a proibição de uso em guerra de gases asfixiantes e métodos bacteriológicos.

Espera-se que esse regime seja extinto com a entrada em operação da Convenção sobre a Proibição de Armas Químicas, cuja assinatura pelos países aderentes foi iniciada em 1993.

Ainda em 1984, o acordo entre a Argentina, o Egito e o Iraque para o desenvolvimento do míssil Condor trouxe grande preocupação aos Estados Unidos e aos demais membros do Grupo dos Sete - G 7 (Alemanha, Canadá, França, Itália, Japão e Reino Unido), que decidiram atuar em conjunto, como um cartel de exportadores, para impedir a proliferação de mísseis.

Nos anos de 1985 e 1986, os Estados Unidos e os outros membros do G 7 trabalharam em conjunto no desenvolvimento de normas para o controle de exportação de mísseis.

Como resultado do trabalho desenvolvido pelo G 7, nasceu em 1987 o *Missile Technology Control Regime* (MTCR). Seus membros, liderados pelos Estados Unidos, decidiram por em prática diretrizes restritivas aos processos de exportação de itens direta ou indiretamente relacionados a mísseis. A preocupação maior que motivou o G 7 à criação de tais regras foi a de reduzir, ou mesmo eliminar, a proliferação de mísseis com capacidade para transportar cargas superiores a 500 kg a distâncias maiores que 300 km.

O MTCR é um regime que funciona informalmente e os países membros comprometem-se a desenvolver uma sistema de exportação que iniba, ou mesmo elimine, a possibilidade de transferência de itens sensíveis a países que tenham intenções de desenvolver mísseis, como os indicados acima.

Acompanha as diretrizes do MTCR uma lista de matérias-primas, tecnologias e equipamentos utilizados, direta ou indiretamente, em programas missilísticos.

Atualmente são membros do MTCR, além do G-7, África do Sul, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Brasil, Dinamarca, Espanha, Finlândia, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Islândia, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Portugal, Rússia, Suécia, Suíça e Ucrânia (29 membros).

O MTCR não possui secretariado permanente, seus membros plenos reúnem-se periodicamente para analisar o ingresso de novos membros e revisar as diretrizes do Regime.

O Brasil, em fevereiro de 1994, compromissou-se publicamente a obedecer as diretrizes do Regime, atualizou sua legislação interna de controle de exportação de bens sensíveis e de uso duplo em 1995 e candidatou-se a membro pleno, com o apoio integral dos Estados Unidos, na reunião do MTCR realizada em Bonn, na Alemanha, no dia 10 de outubro e foi aceito no dia 27 de outubro.

A adesão unilateral às diretrizes ou a aceitação como membro pleno do Regime não implica renúncia a programas espaciais autóctones ou relaxamento das regras de exportação ou transferência de tecnologia pelos países membros. Cada país é soberano para aplicar suas próprias regras de exportação, desde que não contrariem as diretrizes do Regime.

O Regime é de exportadores e os países membros apenas comprometem-se a respeitar as diretrizes em seus processos de exportação.

Os regimes apresentados são informais, procuram, em princípio, evitar a proliferação de armas de destruição em massa e seus vetores, causa nobre que sensibiliza toda a humanidade, porém eles são, também, usados como ferramentas de pressão política em negociações internacionais e inibidores do desenvolvimento dos países emergentes, o que, por sua vez, traz grande preocupação para os responsáveis pelo futuro de suas nações.

Atualmente, e unilateralmente, os EUA estão, à semelhança do que ocorre no Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares, fazendo grande distinção entre os países que dominam e os que não dominam integralmente a tecnologia espacial e, como consequência, impondo, direta ou indiretamente, restrições aos programas dos países emergentes, contrariando a filosofia de criação e as diretrizes do Regime. As razões do comportamento americano são muito mais de cunho estratégico-industriais-comerciais do que estratégico-militares, muito embora insistam em afirmar que a preocupação deles é com a proliferação de armas de destruição em massa e seus vetores.

O BRASIL E OS MECANISMOS DE CONTROLE DE TRANSFERÊNCIA DE BENS DE EMPREGO BÉLICO

O controle de importação e de exportação de material de emprego militar tem sido uma preocupação formal do Governo brasileiro desde 1936, quando, por Decreto-Lei, foi instituído o R-105, do então Ministério da Guerra.

A partir de meados da década de 70, o crescimento da indústria de material bélico brasileira e a consequente necessidade de se disciplinar suas exportações motivaram a instituição da Política Nacional de Exportação de Material de Emprego Militar (Pnemem). A Pnemem objetivava controlar, à luz do interesse nacional e da política externa brasileira, as exportações de material bélico.

Mesmo assim, a crise do Golfo Pérsico do final dos anos 80 fez com que o Brasil fosse constantemente citado pelas imprensas nacional e internacional e acusado por alguns países como supridor de armamento e repassador de tecnologia sensível para países proscritos pelos Estado Unidos, como o Iraque e a Líbia. Na verdade, o Brasil vendeu ao Iraque, no período 1977-1990, cerca de US\$ 780 milhões em itens de emprego militar, contra cerca de US\$ 56 bilhões dos países desenvolvidos.

É importante salientar que antes de 1987, quando foi instituído o MTCR, e mesmo antes da Guerra Irã-Iraque, o Brasil já estava sendo alvo de restrições à transferência de tecnologia e à importações, sob a alegação de contenção da proliferação de mísseis e tecnologia nuclear.

Sentindo-se prejudicado e com o propósito de desbloquear as transferências de tecnologia para fins pacíficos, mediante a contrapartida de garantias que tais tecnologias não seriam desviadas para uso militar, o Brasil lançou, em 1991, na Comissão de Desarmamento das Nações Unidas, uma iniciativa diplomática para colocar em discussão a idéia da comunidade internacional elaborar um conjunto de diretrizes consensuais para o intercâmbio de tecnologias sensíveis.

Em abril de 91, o governo dos EUA apresentou ao Brasil uma proposta de Memorando de Entendimento (MOU) bilateral sobre a transferência e proteção de tecnologia estratégica.

Do teor do citado documento, pode-se ressaltar os pontos que se seguem:

a) é um instrumento pelo qual são impostas cláusulas restritivas ao Brasil, sem garantias de benefícios;

b) prevê a criação de mecanismos nos moldes do Cocom, com o inevitável dispêndio de recursos, sem contudo possibilitar ao Brasil influir nas listas daquele organismo informal;

c) não prevê a inclusão do Brasil como país-membro ou colaborador do Cocom;

d) possíveis benefícios são acenados ao Brasil, caso os controles nacionais sejam julgados “comparáveis na prática” (as aspas são do texto original) aos dos países do Cocom;

e) as restrições no campo nuclear podem afetar o desenvolvimento do Programa Nuclear Brasileiro.

O MOU com os Estados Unidos foi desconsiderado.

Sensibilizado pelos apelos da diplomacia americana, o Exmo. Sr. Ministro das Relações Exteriores encaminhou ao Exmo. Sr. Presidente da República a EM nº 203, de 03 de maio de 1991, relatando a situação e solicitando a criação de uma Comissão Interministerial para elaborar normas internas de caráter geral sobre transações na área de tecnologia sensível. A exposição de motivos foi aprovada e a Comissão foi composta dos seguintes órgãos:

- Ministério das Relações Exteriores (coordenador);
- Ministério da Justiça;
- Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento (DECEX);

- EMFA;
- Secretaria de Assuntos Estratégicos; e
- Secretaria de Ciência e Tecnologia.

Naquela oportunidade, havia uma certa preocupação de alguns órgãos do governo brasileiro em atualizar as normas existentes sobre comercialização de material de emprego militar e transformá-las em um instrumento de controle mais forte para o Executivo. Nesta linha de raciocínio, a Comissão Interministerial propôs um Projeto de Lei que contemplou em seu bojo exportação e importação de material de emprego militar, de aplicação nuclear e de uso duplo, assim como sanções para os violadores da lei. O projeto foi encaminhado ao Congresso Nacional em 07/02/92 e recebeu na Câmara dos Deputados o nº 2530/92.

Em razão de uma série de reuniões acontecidas no primeiro trimestre de 1992, com autoridades estrangeiras ligadas ao assunto (comercialização de itens e tecnologias sensíveis) que, preocupadas com a proliferação de armas de destruição em massa, pediam, fortemente, às autoridades brasileiras que apressassem a tramitação do Projeto de Lei nº 2530/92 no Congresso Nacional, o MRE encaminhou à Presidência da República uma Exposição de Motivos propondo a criação de uma Comissão Interministerial, de caráter temporário, para estudar e propor a posição do Brasil sobre o MTCR, a fim de demonstrar às autoridades estrangeiras a preocupação brasileira com o tema.

Em 24 de setembro de 1993, após um longo período de discussões e como resultado do estudo da Comissão, foi encaminhada ao Exmo. Sr. Presidente da República a EMI nº 375/MRE propondo a adesão do Brasil ao MTCR e encaminhando cópia, em português, das diretrizes do Regime.

Em janeiro/fevereiro de 1994, após alguns encontros entre os representantes dos Ministério da Aeronáutica, da Ciência e Tecnologia, das Relações Exteriores, do Estado-Maior das Forças Armadas e da Secretaria de Assuntos Estratégicos, ficou definida a adesão imediata e unilateral do Brasil às diretrizes do MTCR. A Secretaria de Assuntos Estratégicos foi encarregada de adaptar as normas em vigor no País às diretrizes do Regime.

O assunto foi levado à decisão do Exmo. Sr. Presidente da República que autorizou o MRE a elaborar o texto de anúncio público de adesão do Brasil às diretrizes do Regime. O texto foi preparado com a participação direta do Ministério da Aeronáutica e tornado público em 11/02/94.

Após a divulgação do compromisso público de respeito às Diretrizes do MTCR, sob a coordenação da Secretaria de Assuntos Estratégicos e a participação de representantes dos Ministério da Marinha, do Exército, das Relações Exteriores, da Aeronáutica, do Comércio e do Turismo, da Ciência e Tecnologia, do Estado-Maior das Forças Armadas e da Agência Espacial Brasileira, foram elaboradas as Diretrizes-Gerais para Exportação de Bens Relacionados a Mísseis e Serviços Diretamente Vinculados, de forma consentânea com as Diretrizes do MTCR.

O Projeto de Lei nº 2530/92, por ser muito abrangente, regulava também importações para as Forças Armadas, não prosperou na Câmara dos Deputados. Em verdade, a preocupação maior do governo à época era com a exportação de itens e bens que pudessem contribuir para a proliferação de armas de destruição em massa, e não com importação para as Forças Armadas. O projeto foi retirado do Congresso, pelo Executivo, no final de 1994.

Face a relevância do assunto, foi constituído um Grupo de Trabalho Interministerial para elaborar um Projeto de Lei, em substituição ao PL nº 2530/92, que permitisse ao Poder Executivo controlar as exportações de tecnologia sensível, dando, inclusive, amparo às recém-aprovadas Diretrizes-Gerais, acima mencionadas.

O Projeto de Lei, preparado sob a coordenação da Secretaria de Assuntos Especiais e a participação de representantes dos Ministérios envolvidos na elaboração das Diretrizes-Gerais, foi submetido ao Congresso Nacional, em 30 de junho de 1995, aprovado, sem emendas, pela Câmara dos Deputados, em 23 de agosto, pelo Senado Federal, em 05 de outubro, e sancionado pelo Excelentíssimo Senhor Presidente da República, em 10 de outubro de 1995.

A fim de enfatizar o caráter pacífico do Programa Nacional de Atividades Espaciais, o Presidente Fernando Henrique Cardoso declarou em cerimônia realizada em São José dos Campos – SP, em 18 de agosto de 1995: “O Brasil não possui, não produz e não pretende produzir, importar ou exportar mísseis militares de longo alcance, capazes de transportar armas de destruição em massa”.

Quanto às áreas nuclear, química e biológica, o Brasil já é signatário de tratados e convenções internacionais, nos quais renuncia literalmente a qualquer trabalho voltado à aplicação de tecnologias daquelas áreas para fins bélicos e, no caso nuclear, até a realização de explosões nucleares sem objetivos militares (Tratado de Tlatelolco, Acordo bilateral com a Argentina, Acordo Quadripartite com ABACC, Argentina e AIEA e, mais recentemente, o próprio Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares – TNP).

LEGISLAÇÃO AMERICANA DE CONTROLE DE BENS DE APLICAÇÃO MILITAR E O BRASIL

Após a Segunda Grande Guerra, os EUA perceberam o papel fundamental que a superioridade industrial e tecnológica (inclusive nuclear) havia desempenhado na vitória dos aliados.

A preocupação inicial dos americanos foi com a difusão dos conhecimentos, gerados internamente, que pudessem tomar possível o uso militar da energia nuclear.

A primeira iniciativa foi o *Atomic Energy Act* em agosto de 1946. Esta lei proibia a transferência, para outros países, de conhecimentos na área nuclear, mesmo para aplicação industrial. Era um embargo total.

Até o final da década de 70, a maior preocupação americana com transferência de tecnologia e comércio de bens de alta tecnologia era com os soviéticos. A explosão nuclear da Índia em 1974, o incidente envolvendo o irmão do presidente Carter (venda de armas para a Líbia), o programa americano Guerra nas Estrelas e o início do projeto Condor na Argentina, em 1977, com apoio financeiro dos árabes, entre outros acontecimentos, talvez tenham motivado o Congresso Americano a aprovar, em 1979, o *Export Administration Act* e o *Arms Export Control Act*.

Com as 3 (três) leis mencionadas acima, o governo americano procurou definir as agências responsáveis e estabelecer os mecanismos de controle de exportação de bens de aplicação bélica direta, de aplicação nuclear e de uso duplo, assim como listar os itens controlados.

Como conseqüência da criação do MTCR e dos problemas advindos da Guerra do Golfo, o Congresso americano decidiu rever a legislação existente e, como resultado, votou uma lei estabelecendo a nova política de controle de exportação de tecnologia de mísseis emendando os Atos de 1979, incluindo sanções para os violadores da lei (05/11/90).

Em seguida, como decorrência direta da nova lei, o presidente Reagan decidiu melhorar o controle de exportação de itens relacionados com mísseis e para isto publicou o documento denominado Iniciativa para Realce do Controle de Proliferação, em 13/12/90.

Após a decisão do presidente Reagan, o *Bureau of Export Control* (BXA) publicou no *Federal Register*, em 13/03/91, uma norma contendo a nova política americana de não proliferação de mísseis, bem como, em 15/08/91, uma norma temporária (*Interim Rule*) que exige, para exportação de itens controlados pelo MTCR, uma *Individual Validated*

Licence e adiciona ao Suplemento nº 6, da pauta 778, do *Export Administration Act*, uma lista contendo os países preocupantes e seus projetos missilísticos. O Brasil está nesta lista.

Como pode-se depreender do exposto acima, a preocupação dos Estados Unidos da América com a difusão de conhecimentos, tecnologias, itens e equipamentos que possuem, e possam direta ou indiretamente, contribuir para o aumento de poderio técnico-militar de outros países tem sido uma constante ao longo do tempo.

Sabe-se também que os EUA, usando argumentos de que suas leis não os permitem transferir ou que outros países transfiram tecnologia sensível, principalmente a missilística, para países não aderentes ao MTCR, prevendo inclusive sanções para aqueles que violem as determinações, têm pressionado países como o Brasil, Rússia, Índia e China para que assumam compromissos internacionais, bilaterais ou multilaterais, de não desenvolverem, adquirirem, armazenarem em seu território e comercializarem armas de destruição em massa e seus vetores de entrega, conforme o estágio de desenvolvimento destes países e seus interesses regionais.

Apesar das restrições no campo político, iniciativas empresariais aconteceram entre a Boeing e Federação Russa (Rússia e Ucrânia) – desenvolvimento da plataforma marítima *Sea Launch*, lançamentos de satélites americanos por foguetes russos e chineses, etc. Recentemente, por desconfiança, ou constatação que estivesse havendo transferência de tecnologia americana, o Congresso dos Estados Unidos da América produziu o *Strom Thurmond National Defense Authorization Act*, para o ano fiscal de 1999, que estabelece maior controle na exportação de satélites para colocação em órbita por foguetes estrangeiros.

No caso particular do Brasil, apesar da declaração pública do Excelentíssimo Presidente da República, em 18 de agosto de 1995, por ocasião de visita a São José dos Campos – São Paulo, e do País, desde agosto de 1995, estar enviando peritos na área de mísseis para participarem de inspeções e monitoramento no Iraque, como membros da Comissão Especial das Nações Unidas (Unscm) para aquele fim, o governo dos EUA não tem permitido que suas empresas lancem seus foguetes a partir do Centro de Lançamento de Alcântara ou mesmo que satélites americanos sejam colocados em órbita a partir do Brasil, além de não permitir a exportação para o Brasil de itens para o Centro de Lançamento de Alcântara ou para os foguetes brasileiros, mesmo os mais insignificantes, com a alegação de não poder por razões incompreensíveis, direta ou indiretamente, contribuir para o programa de foguetes lançadores de satélites do Brasil.

A questão de Alcântara está sendo objeto de consultas entre o Brasil e os EUA, de modo a se encontrar uma solução que assegure aos americanos que o Programa Nacional de Atividades Espaciais não se beneficiará dos programas de lançamentos comerciais de foguetes estrangeiros a partir de Alcântara. A questão exportação de itens para o Centro de Lançamento de Alcântara e para os foguetes lançadores é mais complicada e, certamente será objeto de discussão futura entre as partes.

VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS REGIMES

Com o objetivo de ampliar a malha internacional de controle de exportação e materiais, tecnologias e serviços de aplicação no desenvolvimento e produção de armas de destruição em massa e seus vetores, o governo americano tem oferecido benefícios aos países que estabeleçam sistemas internos de controle de exportação de tais itens, mesmo que os países não pertençam aos regimes de controle de exportação já mencionados.

Os benefícios vão desde a simplificação do processo de exportação até a liberalização dos processos de reexportação, como no caso de itens da lista do Cocom.

Para o Grupo da Austrália, o governo americano permite a exportação de cerca de 50 itens controlados para os países membros, sem a necessidade de licença individual validada.

Entre os países aderentes ao MTCR, a legislação norte-americana não prevê sanções pela comercialização de itens controlados, mesmo que eles sejam de origem americana, embora na prática isto não ocorra, como visto anteriormente.

Deixando de lado a preocupação americana, é conveniente listar as principais vantagens e desvantagens da adesão do Brasil ao MTCR, considerando-se ser este assunto atual e de impacto no Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), nas exportações brasileiras de material sensível e serviços correlatos e na utilização comercial do Centro de Lançamento de Alcântara.

1 - Principais vantagens para a adesão.

- O País passou a participar das discussões e decisões do Regime.
- Em princípio, afastou o Brasil do rol dos suspeitos em exportar tecnologia relacionada com mísseis para qualquer país.

- Promoveu maior aceitação internacional do nosso Programa Espacial.

- Em princípio, abriu a possibilidade de utilização de Alcântara para lançamentos de foguetes estrangeiros e colocação em órbita de satélites americanos.

- Não trouxe prejuízos ao PNAE.

- Ampliou a possibilidade de cooperação internacional em tecnologia de foguetes.

- Mostrou independência e maturidade do País no trato de assuntos sensíveis dentro do contexto internacional.

- Possivelmente as pressões americanas sobre o Programa Nacional de Atividades Espaciais, principalmente sobre a implantação do Centro de Lançamento de Alcântara e sobre o desenvolvimento de foguetes lançadores, serão abrandadas.

2 - Principais desvantagens da adesão.

- Não garante benefícios de qualquer ordem para os programas nacionais (como visto anteriormente).

- Existe a possibilidade de perturbação de bons negócios para as empresas nacionais exportadoras, em razão da necessidade de troca de informações entre os membros sobre os processo de exportação.

- Necessidade do estabelecimento e manutenção de um sistema de controle rigoroso de exportações (muito caro).

- Por mais avançado que seja o programa espacial de um país, se ele ainda não conseguir colocar em órbita um satélite com seus próprios vetores, o governo norte-americano continua com o firme propósito de direta ou indiretamente, não aceitar tal programa, se ele incluir centros de lançamento e foguetes lançadores.

- Não eliminou o Brasil da lista do Suplemento nº. 6, da parte 778, do *Export Administration Regulation* americano.

- Não eliminou a possibilidade de sanções comerciais previstas na legislação americana.

CONCLUSÃO

O governo americano tem sido o grande criador e estimulador dos regimes de controle de exportação de material sensível e serviços correlatos desde o início da Segunda Grande Guerra. Pode-se afirmar que, pelo menos em parte, este desprendimento existe porque o País já domina todas as tecnologias sensíveis e tem o maior e mais moderno arsenal militar do planeta.

As demais nações desenvolvidas em razão de acordos bilaterais ou multilaterais, e por terem uma certa dependência econômica, seguem ou são pressionadas a seguir a orientação da diplomacia americana e, por conseguinte, praticam os mesmos procedimentos de embargos adotados pelo governo americano.

Em verdade, os Regimes informais de controle de exportação foram criados nas diversas áreas para dar suporte “legal” à política de não proliferação de armas de destruição em massa do governo americano, dentro da qual se insere, naturalmente, a preocupação de retardar ou mesmo eliminar os programas espaciais e nucleares das nações emergentes por razões estratégicas de naturezas civil (comercial) e militar.

Imaginar que a preocupação das nações desenvolvidas é puramente humanitária é, no mínimo, ingenuidade.

O Brasil, como nação soberana e não beligerante, reconhecendo a preocupação internacional com a proliferação de armas de destruição em massa, está procurando, a passos largos, criar os mecanismos legais que impeçam exportação para regiões de conflito e para países beligerantes de itens que possam contribuir para o desenvolvimento de armas proscritas, mesmo sabendo que eles podem redundar em prejuízos comerciais ao País.

A atitude do governo brasileiro em se aproximar do MTCR demonstra aos países desenvolvidos que o Brasil já detém a tecnologia básica de Veículos Lançadores de Satélite e que não pretende transferi-la a outros países, o que, obviamente, não vai significar embargo tecnológico brasileiro a países menos desenvolvidos.

RESUMO

Pesquisa e desenvolvimento em áreas como a nuclear e a espacial não são questões simples para países em desenvolvimento. A cooperação internacional, a transferência de tecnologias e mesmo as relações comerciais tornam-se cada vez mais difíceis devido ao caráter dual das tecnologias envolvidas, bem como da preocupação em proteger tecnologias de valor comercial estratégico, aspecto que recentemente tem se tornado mais evidente.

O artigo faz uma breve síntese dos mecanismos de controle das tecnologias de uso duplo, com ênfase no *Missile Technology Control Regime* (MTCR), e apresenta a posição brasileira diante do controle de armamentos e suas tecnologias desde 1936, bem como, mais recentemente, das tecnologias de uso duplo relacionadas a armas de destruição em massa e seus sistemas de transporte. Discute, também, a principal legislação americana relacionada ao MTCR e o seu impacto nas atividades espaciais brasileiras.

ABSTRACT

Research and development in areas as nuclear and space is not a simple matter for developing countries. International cooperation, transfer of technology and even commercial relations are becoming more and more difficult due to the dual use of the related technologies, and also, which is becoming more evident recently, the protection of technology of strategic commercial value.

This article gives a brief overview of the control mechanisms for dual use technology, with emphasis in the Missile Technology Control Regime (MTCR), shows the Brazilian position with respect to control of weapons and its technologies since 1936 and, more recently, of dual use technology of mass destruction weapons and their delivery systems, and also presents the main American legislation related to MTCR and its impact in the Brazilian space activities.

O Autor

Major-Brigadeiro-do-Ar REGINALDO DOS SANTOS é Vice-Diretor do Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento (DEPED), do Comando da Aeronáutica, representante da Aeronáutica no Conselho Superior da Agência Espacial Brasileira, Membro Fundador da Academia Brasileira de Engenharia Militar e Membro Titular da Academia Nacional de Engenharia. Foi Diretor do Instituto de Estudos Avançados (1982-1991), do Centro Técnico Aeroespacial, e Diretor do Centro Técnico Aeroespacial (1995-1999), do DEPED.

Bacharelou-se em Engenharia Eletrônica (1970) pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica e obteve os Graus de Mestre em Engenharia (1974) e Doutor (PhD) em Óptica Aplicada (1977) pela Universidade de Purdue, nos Estados Unidos da América.

Entre as condecorações recebidas destacam-se a Ordem do Mérito do Trabalho (Oficial - 1990), Ordem do Mérito do Engenheiro Militar (Comendador - 1995), Ordem do Mérito Aeronáutico (Grande-Oficial - 1996), Ordem do Mérito Militar (Comendador - 1996), Ordem do Mérito Naval (Comendador - 1998), Ordem Nacional do Mérito Científico (Comendador -1998) e Ordem de Rio Branco (Grande-Oficial - 1999).

A Importância Estratégica da Cooperação Internacional na Área do Espaço

MÁRCIO NOGUEIRA BARBOSA

Ao longo dos últimos quase 40 anos as organizações governamentais brasileiras especializadas na área espacial, especialmente o CTA, do Ministério da Aeronáutica, e o INPE, do Ministério da Ciência e Tecnologia, têm procurado justificar junto ao governo federal o aporte de recursos necessários ao desenvolvimento de suas atividades, apresentando, entre outros aspectos, a natureza estratégica do setor. Há argumentos de sobra, no campo estratégico, que vêm sendo utilizados para o apoio tanto à área científica quanto à de desenvolvimento tecnológico. O suporte político e econômico que essas organizações têm recebido ao longo do tempo proporcionou o estabelecimento, no País, de um programa espacial relativamente ambicioso mas que já oferece benefícios mensuráveis à sua sociedade.

O estágio atingido pelo Programa Espacial Brasileiro seria, entretanto, bastante distinto, e certamente inferior ao atual, caso o País não tivesse exercitado de forma estratégica, e sempre que possível, a cooperação internacional. Vários aspectos podem ser lembrados para demonstrar a importância estratégica da cooperação internacional, tarefa em que nos deteremos brevemente a seguir.

CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

É inquestionável o apoio recebido das instituições estrangeiras, notadamente dos EUA e da Europa, para a formação de recursos humanos especializados em muitas áreas científicas e tecnológicas de interesse do setor espacial do País. Pelo menos 200 doutores foram formados no exterior, especialmente nos anos 60, 70 e 80, muitos deles ainda em atividade, constituindo uma sólida base para a formulação e execução de bons projetos. Similarmente, centenas de engenheiros e técnicos tiveram a oportunidade de estagiar no exterior, em centros de excelência, tanto de governo como da iniciativa privada, complementando a cadeia de conhecimento necessária para o desenvolvimento de um programa espacial abrangente, como o nosso, ou seja, um programa que desenvolve pesquisa básica, promove o uso das aplicações espaciais e busca a competência no domínio tecnológico.

Não deve ser esquecido também que, por meio da cooperação internacional, muitos especialistas estrangeiros foram trazidos ao País com o intuito de promover a melhoria de nossos cursos de pós-graduação ou oferecer treinamentos específicos.

IMPLANTAÇÃO DE INFRA-ESTRUTURA DE SOLO

A implantação de uma infra-estrutura de solo seja para a coleta e manuseio de dados científicos ou para o desenvolvimento de produtos e processos derivados, passou a ser prioridade do programa espacial brasileiro, a partir da existência de recursos humanos capacitados. De forma mais nítida, essa prioridade ocorreu a partir do início dos anos 70 quando o País passou a receber e processar, de forma rotineira, dados de satélites estrangeiros, operados por agências de governo. Foi a fase da introdução no País da meteorologia por satélite, do sensoriamento remoto e das comunicações por satélite. A cooperação internacional possibilitou ao programa brasileiro ter acesso operacional aos dados desses novos sistemas, denominados satélites de aplicação. Até então, as informações coletadas por satélites estrangeiros, de cunho científico, chegavam ao País de forma esporádica e quase sempre na base do relacionamento pessoal entre cientistas brasileiros e seus parceiros no exterior.

Enquanto as comunicações por satélite rapidamente adquiriram maturidade comercial e passaram a ter forte sustentação da iniciativa privada, as demais aplicações (meteorologia e sensoriamento remoto, por exemplo) continuaram, e continuam até hoje, a ser mantidas por governos, exigindo a manutenção da cooperação internacional como mecanismo de acesso a esses produtos.

Na área de desenvolvimento tecnológico, o CTA, já nos anos 70, desenvolvia com sucesso uma família de foguetes de sondagem e os lançava da recém-instalada base da Barreira do Inferno, em Natal. Apesar das naturais dificuldades de intercâmbio com as agências espaciais civis estrangeiras, decorrentes de sua vinculação a uma organização militar, o CTA e os engenheiros e técnicos da Barreira do Inferno também beneficiaram-se da cooperação internacional. As oportunidades surgiram associadas a campanhas de lançamento de foguetes com entidades estrangeiras e à prestação de serviços de rastreamento a agências estrangeiras. Treinamentos no exterior, visitas técnicas e procedimentos operacionais foram algumas das modalidades exercitadas de cooperação que contribuíram para o nosso desenvolvimento na implantação de infra-estrutura de solo, na área de serviços de lançamento de foguetes.

IMPLANTAÇÃO DE LABORATÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO E TESTES

Depois de se tornar um grande usuário de dados obtidos por satélites estrangeiros, o País aspirava uma natural autonomia no setor. E, no final dos anos 70, o governo decidiu levar à frente uma missão espacial capaz de dotar o País de competência para produzir satélites e lançá-los em órbita, por meio de um veículo lançador nacional, partindo do território brasileiro. Era o primeiro grande programa da área espacial brasileira, envolvendo recursos superiores a US\$ 1 bilhão em um período de cerca de 10 anos - a chamada MECB, Missão Espacial Completa Brasileira.

Inicialmente, pensou-se em desenvolver essa missão em cooperação com a França. Por várias razões, entre elas o custo do programa e os riscos associados com os aspectos de transferência de tecnologia da França para o Brasil, o governo acabou optando pelo desenvolvimento de um programa genuinamente nacional.

A cooperação internacional não foi, na época, descartada como um todo mas passou a ocorrer, durante o desenvolvimento da missão, apenas em situações que garantissem o controle por parte do lado brasileiro. Apesar da frustração francesa com a decisão do governo brasileiro, a cooperação foi exercitada em várias áreas e, de forma muito especial, para a obtenção de assessorias técnicas para as fases de projeto dos satélites das diferentes missões (coleta de dados e sensoriamento remoto) e para a implantação do Laboratório de Integração e Testes do INPE, instalação com qualidade internacional e única até hoje existente para essas atividades no hemisfério sul .

Na área de veículos lançadores o apoio internacional também foi obtido, notadamente da Europa, nas fases iniciais do desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites (VLS). Depois, a partir da não adesão do País ao *Missile Technology Control Regime* (MTCR), em abril de 87, a cooperação internacional nessa área foi praticamente interrompida com todos os países signatários do acordo (inicialmente os membros do G-7).

DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS CONJUNTOS

O desenvolvimento de projetos conjuntos como o *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CBERS), é um exemplo de exercício intenso da cooperação internacional no campo espacial.

O programa CBERS, cujo acordo inicial foi firmado em julho de 1988, surgiu como resposta brasileira aos embargos tecnológicos que foram impostos ao País pela sua não adesão ao MTCR. Através desse programa, com o desenvolvimento conjunto dos seus dois satélites iniciais

de 1500 kg de massa, foi permitido um intenso intercâmbio de várias dezenas de especialistas dos dois países e, no caso do Brasil, o acesso a tecnologias e processos sofisticados não disponíveis no mercado, de forma aberta.

A cooperação em questão já dura onze anos e o sucesso do empreendimento já motivou as autoridades dos dois países a assinar um novo acordo para a construção conjunta de mais dois satélites, de nova geração, com a respectiva produção de produtos competitivos em nível internacional. Quando o primeiro satélite da série CBERS for lançado em órbita, provavelmente em outubro de 99, ele se constituirá em um projeto emblemático da cooperação internacional entre os dois países em desenvolvimento, em área de alta tecnologia. Se tudo der certo, o Brasil e a China passarão em breve a fazer parte do seleto grupo de países a explorar, em nível mundial, o mercado de produtos de sensoriamento remoto orbital.

Um outro exemplo na área de desenvolvimento de projetos conjuntos proporcionado pela cooperação internacional é o Programa da Estação Espacial Internacional. Vencidas as dificuldades políticas internacionais com a adesão do Brasil ao MTCR, em 1995, o País voltou a ser “elegível” para a cooperação internacional com os países do mundo industrializado. Uma série de acordos passaram a ser negociados, em nível de governo, com os países que tinham interesse em cooperar com o Brasil na área espacial (França, Rússia, Argentina e EUA, por exemplo). O Programa da Participação Brasileira na Estação Espacial Internacional encontra-se no âmbito da cooperação com os EUA e é desenvolvido por meio de acordo da Agência Espacial Brasileira (AEB) com a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Caberá ao Brasil o fornecimento de seis itens da Estação com o conseqüente retorno, calculado em tempo de utilização do laboratório, a partir da conclusão de sua montagem em órbita, em 2003. Os gastos estimados da participação brasileira são da ordem de US\$ 120 milhões no período de 1999-2003, em um projeto orçado em pelo menos US\$ 40 bilhões e que recebe contribuições de 14 países, além dos EUA e do Brasil.

No período de montagem da Estação o benefício do envolvimento brasileiro será nítido, já que as empresas industriais brasileiras responsáveis pela fabricação dos seis componentes terão a possibilidade de trabalhar lado a lado com as empresas norte-americanas envolvidas. Espera-se que, ao término dessa fase, várias indústrias brasileiras estejam capacitadas para a produção de *hardware* e *software* de uso em missões espaciais tripuladas. Após a entrada em operação da Estação, o benefício se dará de forma marcante na área científica já que as instituições de pesquisa do País poderão trabalhar em cooperação com as inúmeras

instituições científicas dos outros países participantes do programa, em campos praticamente desconhecidos.

MELHORIA DA IMAGEM DO PAÍS NO EXTERIOR

Um outro aspecto estratégico da cooperação internacional é a possibilidade de se dar boa visibilidade à nossa imagem. Com o estabelecimento de cooperações internacionais na área espacial, especialmente com países desenvolvidos, o País tem a oportunidade de apresentar uma imagem diferente e melhor da que geralmente é a conhecida no âmbito internacional, por razões associadas ao seu nível de desenvolvimento, desequilíbrios sociais e freqüentes crises econômicas. A qualificação dos nossos recursos humanos, a infra-estrutura espacial existente e a própria formulação do atual Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), baseado em política de longo prazo aprovada pelo presidente da República, podem dar aos nossos colaboradores externos, e respectivos países, uma imagem positiva do País, credenciando-nos para investimentos e cooperações em vários campos da atividade econômica.

COMPARTILHAMENTO DE CUSTOS

Finalmente, mas não menos importante, a cooperação internacional configura-se como importante alternativa com vistas à redução de custos. No passado, os países ricos procuravam imprimir ao desenvolvimento de suas atividades espaciais um ritmo de competição, com detalhes de heroísmo e romantismo.

Encerrado esse período com a conquista da Lua pelo homem, em 1969 e, mais recentemente, como consequência do término da Guerra Fria entre EUA e a ex-União Soviética, as sociedades passaram a exigir de seus programas espaciais produtos mais voltados às suas necessidades e mais baratos. Um bom exemplo dessa guinada é a própria Estação Espacial Internacional. Concebida pelos EUA, no início dos anos 90, como Estação Alfa, então a ser desenvolvida inteiramente nos EUA, hoje é construída por 16 países consorciados, a um custo menor, provavelmente com a incorporação de tecnologias e procedimentos que não estão disponíveis nos EUA, e com um benefício incalculável para o futuro avanço da ciência, de interesse para toda a humanidade.

Portanto, desenvolver projetos espaciais de forma conjunta, amparados por mecanismos de cooperação internacional e compartilhando custos, é a forma ideal para países como o Brasil que, além de garantir a um menor custo a satisfação de suas necessidades, adquire também a oportunidade de inserir sua tecnologia em outros mercados.

RESUMO

Este artigo busca evidenciar a importância estratégica da cooperação internacional para o desenvolvimento das atividades espaciais brasileiras. Uma breve retrospectiva histórica mostra o papel preponderante representado pela cooperação internacional em áreas como a formação de recursos humanos; a implantação da infra-estrutura de solo para coleta e processamento de dados de satélites, dos serviços de lançamento de foguetes, e dos laboratório de desenvolvimento e testes; e as fases iniciais do desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites nacional – o VLS. Destaca-se, ainda, a realização de projetos conjuntos como o CBERS, em parceria com a China, e a Estação Espacial Internacional, envolvendo um consórcio de 16 países, incluindo o Brasil, como forma de atender às demandas nacionais que possibilitam o compartilhamento de custos, a melhoria da imagem do País perante a comunidade internacional e a abertura de novos mercados para produtos brasileiros.

ABSTRACT

This article focus on the strategic importance of international cooperation for the development of the Brazilian space activities. A brief historical retrospective shows the fundamental role that has been played by international cooperation in areas of the Brazilian space sector such as the formation and further training of human resources; the implantation of the ground infrastructure for the reception and processing of satellite data, the rocket launching services and the development and test laboratories; and in the early development stages of the national satellite launch vehicle – the VLS. It also emphasizes joint development projects such as the CBERS, in cooperation with China, and the International Space Station, done by a consortium of 16 countries, including Brazil, as means to satisfy national demands at shared costs, while improving the image the international community has about the country and opening new markets for Brazilian products.

O Autor

MARCIO NOGUEIRA BARBOSA é diretor do Instituto Nacional de Atividades Espaciais (INPE), desde 1989, membro do Conselho Superior da Agência Espacial Brasileira e presidente do Conselho Curador da Fundação de Ciências, Aplicações e Tecnologias Espaciais (Funcate). Tem representado o Brasil em diversos fóruns, comitês e sociedades internacionais no âmbito das atividades espaciais, sendo atualmente vice-presidente da *International Society of Photogrammetry and Remote Sensing* (ISPRS); representante brasileiro no Conselho Executivo do *Inter-American Institute for Global-Change Research* (IAI), membro da *International Academy of Astronautics* e membro da Academia Nacional de Engenharia. Bacharelou-se em engenharia mecânica, em 1972, pela Universidade Católica de Petrópolis, Rio de Janeiro, e obteve o grau de mestre em Ciências pelo INPE, em 1975.

Entre as inúmeras condecorações recebidas destacam-se a Ordem do Rio Branco (Comendador), a Ordem do Mérito Militar (Comendador) e a Ordem do Mérito Científico (Grã-Cruz).

O Programa Brasileiro para a Estação Espacial Internacional: Histórico, Estratégias e Objetivos

PETRÔNIO NORONHA DE SOUZA & MÁRIO KATAOKA FILHO

INTRODUÇÃO

O Brasil e os Estados Unidos, representados respectivamente pela Agência Espacial Brasileira (AEB) e pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), assinaram em outubro de 1997 um Ajuste Complementar mediante o qual o Brasil passou a fazer parte do esforço voltado para o projeto, construção, operação e utilização com fins científicos pacíficos da Estação Espacial Internacional.

Este artigo apresenta o Programa Brasileiro para a Estação Espacial Internacional destacando os compromissos assumidos pelas Partes, a estratégia geral do programa, os objetivos brasileiros e os benefícios científicos e tecnológicos esperados de nossa parcela de utilização.

HISTÓRICO DA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

Um dos primeiros debates sobre a possibilidade de se construir uma Estação Espacial ocorreu em abril de 1960, em Los Angeles, e foi patrocinado pela NASA, pela *Rand Corporation* e pelo *Institute for Aeronautical Sciences*. Naquela ocasião houve uma grande discussão de como a Estação deveria ser, de onde deveria ser colocada e de como construí-la. Todos concordaram que a construção de uma Estação seria desejável, entretanto não houve, na época, um consenso sobre a justificativa para sua construção.

A decisão do presidente Kennedy, em maio de 1961, de colocar um homem na Lua teve como consequência a desaceleração do projeto da Estação, já que não havia recursos financeiros suficientes para os dois programas. No entanto, enquanto o programa Apollo caminhava, projetistas continuaram a trabalhar no estabelecimento de conceitos para a futura Estação, tendo decidido adotar um conceito modular por meio do qual a Estação seria montada em órbita e abastecida por um veículo semelhante a um ônibus espacial.

Quando o presidente Nixon, em janeiro 1972, aprovou o projeto do Ônibus Espacial, o projeto da Estação foi novamente adiado. Nessa época a Estação sofreu grande oposição da comunidade científica, que tinha receio que o grande orçamento necessário para sua construção poderia drenar recursos que poderiam ser melhor utilizados em outros programas de pesquisa.

Finalmente, o presidente Reagan aprovou a construção de uma Estação Espacial em dezembro de 1983, que foi inicialmente denominada *Freedom* como um desafio aos soviéticos, os grandes rivais dos americanos na corrida espacial. Entretanto, com o fim da Guerra Fria e a pressão resultante das restrições orçamentárias, os americanos decidiram abrir a Estação à participação de outros países. As razões para tal decisão foram de cunho político e financeiro. Esta decisão resultou em um convite a várias nações, inclusive a Rússia, e o nome da Estação foi alterado para *International Space Station* (ISS).

Além do Brasil e dos Estados Unidos, os outros países que participam da construção da ISS são: Rússia, Japão, Canadá, juntamente com alguns dos países que constituem a Agência Espacial Européia (ESA). São eles: Itália, Bélgica, Holanda, Dinamarca, Noruega, França, Espanha, Alemanha, Suécia, Suíça e o Reino Unido.

O custo total da Estação deverá ser dividido entre os parceiros nas seguintes proporções aproximadas: Estados Unidos (49,7%), Rússia (28,5%), ESA (10,5%), Japão (8,9%) e Canadá (2,4%).

A participação internacional engloba dois tipos de representação: os chamados *partners* e os chamados *participants*. Os parceiros (Estados Unidos, Rússia, países da ESA, Canadá e Japão), por meio de suas respectivas agências espaciais, desfrutam do mesmo “status” da NASA, embora atuem sob sua liderança. Os participantes são países que passaram a integrar o programa ao compartilhar os direitos e obrigações de um dos parceiros. A AISI (Agência Espacial Italiana), mesmo sendo parceira por meio da ESA, tem também um acordo em separado com a NASA. Por meio dele, e em troca de equipamentos que seriam antes obrigação da NASA, a Itália passou a ter direitos de utilização que vão além daqueles que lhe seriam destinados apenas com base na divisão de trabalho dentro da ESA.

Esta também é a situação do Brasil, que integra o programa mediante um acordo semelhante ao italiano. Os equipamentos que deverá fornecer, bem como os direitos de utilização, têm origem na parcela americana da Estação.

O gerenciamento do programa é executado de forma colegiada e envolve cada uma das agências espaciais em conselhos (*boards*) multilaterais com atribuições técnicas e gerenciais específicas. A soma das atribuições dos conselhos engloba todo o espectro de atividades requeridas pelo programa, indo desde sua concepção, especificação e construção, passando pelas operações de montagem, alocação dos recursos disponíveis em órbita, produção de cargas úteis, até sua operação, manutenção e possível comercialização e oportunidades para a realização de experimentos. Os direitos e as responsabilidades de cada um dos parceiros estão estabelecidos em um acordo multilateral denominado *Intergovernmental Agreement* (IGA, 1998).

OBJETIVOS

A ISS tem como objetivos primordiais tornar-se:

- Uma base avançada para a exploração humana do espaço e para o desenvolvimento tecnológico;
- Um laboratório de pesquisas privilegiado, de características únicas;
- Uma plataforma comercial para pesquisa e desenvolvimento espaciais.

Um grande número de cientistas cujos interesses passam pelo uso do ambiente espacial, já trabalham no preparo de experimentos para serem enviados para a ISS. Os experimentos e as pesquisas deverão estar concentrados nas seguintes áreas e sub-áreas:

Pesquisa em microgravidade

- Biotecnologia
- Combustão
- Fluidos
- Física fundamental
- Ciência dos materiais

Ciências da vida

- Biomedicina
- Biologia gravitacional e ecologia
- Sistemas avançados de suporte à vida

Ciências espaciais

- Estrutura e evolução do Universo

- Exploração do Sistema Solar
- A conexão Terra-Sol
- Busca astronômica pelas origens e por sistemas planetários

Ciências da Terra

- Qualidade da atmosfera
- Meteorologia
- Mudanças climáticas
- Vegetação e uso do solo
- Recursos minerais e alimentares
- Qualidade da água doce e dos oceanos

Desenvolvimento de produtos espaciais

- Agricultura
- Biotecnologia
- Processamento de materiais
- Combustão

Pesquisa em engenharia e tecnologia

- Sistemas avançados de comunicação Terra-espço
- Sistemas avançados de geração e armazenamento de energia
- Sistemas robóticos avançados e abertura de grandes estruturas com precisão elevada
- Sistemas avançados de propulsão
- Tecnologia de plataformas voadoras autônomas para inspeção

DESCRIÇÃO

A ISS permanecerá a uma altitude entre 350 e 460 km, em uma órbita com inclinação de 51,6 graus em relação ao equador, da qual será capaz de observar 85 % da superfície do planeta. Nessa situação, deverá completar uma órbita a cada 90 minutos. Sua massa será de aproximadamente 450 toneladas, e suas medidas alcançarão 110 m de largura por 80 m de comprimento. Seus painéis solares permitirão a geração de aproximadamente 100 kW de potência. Para sua montagem serão necessários mais de 40 vôos do ônibus espacial americano e de lançadores russos do tipo Proton e Soyus.

A ISS terá seis módulos laboratoriais: um americano, um europeu, um japonês, dois russos e um construído pelos japoneses, mas operado pela NASA, contendo uma centrífuga de 2,5 m de diâmetro. Os

experimentos colocados dentro destes módulos permanecerão em ambiente pressurizado, ao abrigo do espaço exterior. A Estação também possuirá pontos para montagem de equipamentos fora dos módulos pressurizados, permitindo assim a exposição de experimentos ao ambiente espacial exterior.

ENGAJAMENTO BRASILEIRO: HISTÓRICO E DESCRIÇÃO DO AJUSTE COMPLEMENTAR

Em janeiro de 1997 o Brasil recebeu convite da NASA para participar da construção da ISS e em troca receberia direitos para sua utilização. Ao longo deste mesmo ano ocorreram negociações envolvendo do lado brasileiro a AEB, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Ministério das Relações Exteriores e, do lado americano, a NASA. Tais negociações culminaram com a da entrada do Brasil no programa em 14 de outubro de 1997, com a assinatura de um Ajuste Complementar (*Implementing Arrangement*), (AEB, 1998) ao Acordo Quadro entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América sobre a Cooperação nos usos pacíficos do Espaço Exterior. Este ajuste transfere para o Brasil a responsabilidade pelo fornecimento de seis itens identificados como necessários para a ISS, juntamente com a prestação de serviços de engenharia necessários para sua operação.

Os equipamentos escolhidos e listados no Ajuste Complementar levaram em consideração não apenas as necessidades da Estação, como também o nível de risco tecnológico a ser incorrido pelo Brasil. Eles deverão ser projetados a partir de especificações estabelecidas pela NASA em consulta com o INPE. Dentre eles, o Brasil deverá reter a posse de dois (denominados WORF-2 e TEF), enquanto que os outros quatro terão os direitos de propriedade transferidos para a NASA após sua entrega.

O Ajuste Complementar traz provisões quanto a uma gama variada de assuntos que vão desde uma descrição sucinta dos equipamentos e serviços a serem fornecidos pelo Brasil assim como das datas tentativas de entrega. Inclui também as responsabilidades gerenciais de cada Parte além de uma descrição circunstanciada dos direitos de utilização, o que inclui também o direito de enviar um astronauta para permanecer na Estação por um período pré-determinado. Os direitos de utilização brasileiros crescem à medida em que os equipamentos são entregues, tornando-se completos somente após a entrega do último item. Tais direitos deverão permanecer válidos por um período de 10 anos, estimado como a vida útil da ISS. Durante o período de utilização o Ajuste continua em vigência e o Brasil ainda permanece responsável pela manutenção dos equipamentos entregues. Isto implica na realização de atividades de assistência técnica, manutenção e fabricação de partes sobressalentes.

Os direitos de utilização brasileiros foram estabelecidos com base no custo estimado dos equipamentos e serviços a serem fornecidos pelo Brasil (aproximadamente 120 milhões de dólares americanos). Com base nesta estimativa foi delimitado um conjunto de direitos de uso cujo custo total corresponde ao dos equipamentos a serem fornecidos (o que não inclui o valor das cargas úteis em si). Tais custos incluem o transporte dos experimentos até a Estação e seu retorno à Terra, bem como sua utilização de facilidades providas pela Estação (potência, refrigeração, espaço físico, transmissão de dados, tempo da tripulação etc.). Finalmente, também são considerados os custos para o transporte das partes sobressalentes dos equipamentos cujo direito de propriedade permanecerá com o Brasil.

Com o estabelecimento do Ajuste, que têm como entidades executoras a AEB e a NASA, teve início a fase de criação de um programa específico para a condução destas atividades no Brasil. Para tanto, houve o envolvimento imediato do INPE por meio de um convênio, mediante o qual recursos e atribuições no âmbito do fornecimento dos equipamentos foram delegados ao Instituto. Esta iniciativa deu origem no INPE ao Programa Brasileiro para a Estação Espacial Internacional (*Brazilian International Space Station Program* - BISSP). Dessa forma, passou a caber ao INPE a condução técnica e administrativa do programa, cabendo ainda à AEB a participação em instâncias de decisão de alto nível junto à NASA e ao governo brasileiro.

OBJETIVOS E ESTRATÉGIAS DO PROGRAMA BRASILEIRO

O BISSP está, em seu nível mais alto, dividido em duas áreas de atuação. A primeira está diretamente ligada à produção industrial dos equipamentos para a ISS. A segunda, voltada para a área científica, refere-se ao suporte à utilização dos direitos adquiridos pela realização da primeira. Ambas estão em consonância com as diretrizes estabelecidas no parágrafo 2.6 do Programa Nacional de Atividades Espaciais (AEB, 1998).

De forma mais específica, os seguintes objetivos do BISSP podem ser enumerados:

- Participar do programa da ISS por meio do fornecimento de equipamentos e serviços e, em retribuição, passar a ter direitos de utilização ao longo de toda a sua vida útil;
- Conceber, especificar, produzir, integrar à ISS e operar cargas úteis científicas de interesse brasileiro e mundial;

- Abrir outras oportunidades de envolvimento científico, tecnológico e industrial brasileiro em missões tripuladas.

O sucesso do programa depende do engajamento decidido de vários segmentos:

- Governamental, representado pela AEB e INPE, tendo como objetivo gerir o programa e garantir o fluxo regular e suficiente de recursos para sua execução;

- Acadêmico, representado pela Academia Brasileira de Ciências (ABC), e por universidades e centros de pesquisa, tendo como objetivo engajar-se nas atividades de utilização da ISS identificando áreas de interesse científico e tecnológico e propondo experimentos a serem desenvolvidos;

- Industrial, representado pelo parque industrial nacional que atua na área aeronáutica e espacial, tendo como objetivo assumir as atividades industriais, que englobam projeto, fabricação, integração, testes e manutenção dos equipamentos a serem produzidos ao longo do programa.

Dentre as áreas de trabalho delegadas ao INPE encontra-se a condução do programa em nível detalhado sob os pontos de vista técnico e gerencial. Ao INPE também cabe a contratação de empresas nacionais e estrangeiras que irão participar do Programa.

No que se refere ao processo de industrialização no Brasil, a estratégia adotada é a de escolher uma empresa líder (*prime contractor*), que estará à frente do esforço de industrialização. Será dela a responsabilidade pela subcontratação de outras empresas que irão participar do programa.

A PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA NA CONSTRUÇÃO DA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

O Ajuste assinado estabelece que o Brasil fornecerá para a ISS seis equipamentos de vôo, equipamentos de suporte (para o manuseio, transporte, montagem, testes etc.), modelos de treinamento do pessoal de solo e da tripulação, simuladores, partes sobressalentes e software para vôo e treinamento.

Após a entrega e colocação dos equipamentos em órbita, também deverão ser fornecidos serviços de logística, manutenção, reparo, e análises de engenharia ao longo de toda a vida útil dos equipamentos, além de pessoal para a prestação de serviços diretamente para a NASA.

Finalmente, também deverão ser produzidas cargas úteis para utilização dos direitos auferidos com o fornecimentos dos equipamentos.

EQUIPAMENTOS A SEREM FORNECIDOS

Três dos equipamentos a serem fornecidos pelo Brasil, descritos a seguir, enquadram-se na categoria “carga útil”, ou seja, vão para a ISS com a finalidade de dar suporte à operação de experimentos para lá enviados.

(I) Paleta Expresso para Experimentos na Estação Espacial (EXPedite the PROcessing of Experiments to Space Station Pallet - EXPRESS Pallet)

Trata-se de um equipamento externo que servirá de suporte para a montagem de experimentos. Cada local (adaptador) deve ser capaz de acomodar equipamentos de até 227 Kg sendo que cada *Pallet* deverá receber seis adaptadores. Para cada um deles serão fornecidos potência e transmissão de dados. Os adaptadores deverão ser totalmente compatíveis com operações robóticas externas e atividades de manuseio extra-veiculares da tripulação. O *Pallet* deve ser capaz de operar por até dez anos em órbita além de ser lançado e retornar à Terra por diversas vezes. O Brasil deverá fornecer quatro unidades de vôo deste equipamento. Sua massa aproximada, sem carga, será de uma tonelada e suas dimensões aproximadas serão de 5 por 2 por 3 metros.

(II) Instalação para Experimentos Tecnológicos (Technology Experiment Facility - TEF)

Trata-se de um equipamento externo que servirá de suporte para a montagem de experimentos. Cada local (adaptador) deve ser capaz de acomodar equipamentos com massas variando desde 50 kg até 125 kg, dependendo da posição. No total, o TEF deverá receber até 26 adaptadores. Para cada um deles serão fornecidos potência e dados de forma semelhante ao que será fornecido para experimentos montados no Express Pallet. Os adaptadores deverão ser totalmente compatíveis com operações robóticas externas e atividades de manuseio extra-veiculares da tripulação. O TEF deverá ser capaz de operar por até dez anos em órbita. O Brasil deverá fornecer uma unidade de vôo deste equipamento e reter sua posse após o lançamento. Sua massa aproximada será de 1,3 toneladas e suas dimensões aproximadas serão de 5 por 3 por 2 metros.

(III) Janela de Observação para Pesquisa - Bloco 2 (Window Observational Research Facility Block 2 - WORF-2)

Trata-se de equipamento interno a ser montado dentro de um *rack* padronizado para a montagem de equipamentos. Sua função é acomodar cargas úteis em frente a uma janela presente no módulo americano da Estação. Tais cargas úteis terão como missão executar tarefas de observação da Terra, devendo o equipamento suprir-lhes controle térmico,

dados e potência. O WOLF-2 deverá ser capaz de operar por até dez anos a bordo e ser inteiramente compatível com atividades de manuseio intra-veiculares. O Brasil deverá fornecer uma unidade de vôo deste equipamento e reter sua posse após o lançamento.

Os três equipamentos restantes enquadram-se na categoria veículo. Sua atribuição é dar suporte às operações de transporte de equipamentos para a ISS e de volta para a Terra, assim como para seu armazenamento em órbita.

(IV) Container Despressurizado para Logística (Unpressurized Logistics Carrier - ULC)

Trata-se de um equipamento externo cuja finalidade é servir como meio de transporte e armazenamento de cargas. Deve ser capaz de transportar até 4,5 toneladas sendo lançado pelo ônibus espacial. Deverá resistir até cerca de dez lançamentos e deverá permanecer acoplado a um local da treliça principal da Estação ou ao Z1-ULC-AS (descrito a seguir). Os equipamentos que serão sobre ele montados deverão utilizar um elemento de interface denominado CHIA (descrito a seguir) cuja função será adequar as interfaces elétricas e mecânicas do ULC às do equipamento em questão. Potência e dados deverão ser encaminhados para os CHIA que por sua vez irão transferi-los para os equipamentos, quando aplicável. O Brasil deverá fornecer quatro unidades de vôo deste equipamento. A sua massa aproximada, sem carga, será de 1,5 toneladas e suas dimensões aproximadas serão de 5 por 4 por 3 metros.

(V) Adaptador de Interface para Manuseio de Carga (Cargo Handling Interface Assembly - CHIA)

Trata-se de um equipamento externo de suporte para a conexão de cargas ao ULC e que permite seu manuseio em órbita durante as operações de montagem e manutenção da Estação. Seu formato básico deve ser o de placas ou caixas. Os equipamentos a serem enviados para a Estação ou trazidos de volta para Terra deverão ser acomodados sobre ou dentro delas. Estas interfaces deverão prover energia para o aquecimento dos equipamentos bem como transmissão de dados para verificar se os mesmos estão em condição de operação dentro de suas margens de segurança. O Brasil deverá fornecer uma série desses equipamentos em número e formato ainda a serem definidos e que variam de acordo com o vôo do ULC.

(VI) Sistema de Anexação Z1-ULC (Z1-ULC-Attach System - Z1-ULC-AS)

Trata-se de equipamento externo cuja função principal é fornecer uma estrutura de extensão a ser montado na locação Z1 da Estação, com provisões que lhe permitam montar até dois ULCs durante os períodos em que os mesmos permanecerem em órbita. Essa estrutura deverá permitir a integração dos diversos elementos de interface requeridos tais como a interface com a treliça principal da Estação e com os próprios ULCs. Deverá, também, prover suporte para a passagem de cabos de potência e dados. O Brasil deverá fornecer uma única unidade

que será lançada pelo ônibus espacial. Suas dimensões aproximadas serão de até 9,8 por 2,5 por 2 metros.

OS DIREITOS BRASILEIROS DE UTILIZAÇÃO DA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

O trabalho de identificação dos experimentos que farão uso dos direitos do Brasil na ISS só teve início após a assinatura do Ajuste Complementar. Por esta razão, os direitos de utilização não estão estabelecidos com referência a qualquer experimento em particular mas da seguinte forma:

- Alocações de massas a serem transportadas para a Estação e de volta para o solo pelo ônibus espacial assim distribuídas:
 - 135 kg, ao longo de dez anos de experimentos a serem montados em uma gaveta (*Express Locker*);
 - 225 kg, montados em uma placa adaptadora do *Express Pallet*;
 - 540 kg, ao longo de dez anos de experimentos para o WORF-2;
 - 495 kg, ao longo de dez anos de experimentos para o TEF; e
 - 540 kg, de partes sobressalentes para o TEF e WORF-2 ao longo de dez anos.

Locais específicos dentro e fora da Estação a serem ocupados por experimentos, bem como o seu tempo de permanência em operação em órbita em operação ou armazenamento assim distribuídos:

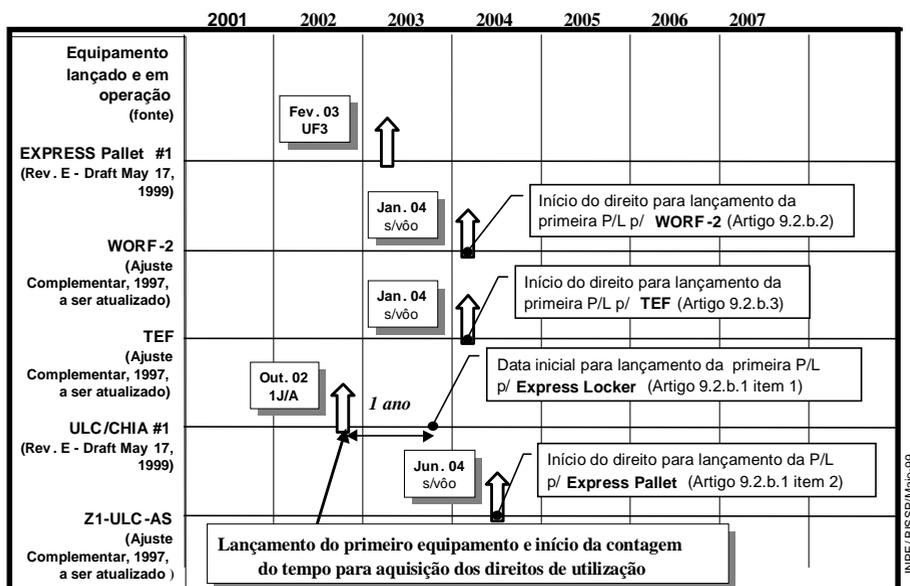
- 1 gaveta do EXPRESS Locker ao longo de 10 anos;
- 1 adaptador ao longo de um ano no EXPRESS Pallet;
- 2 adaptadores ao longo de dez anos no TEF; e
- 3% do tempo de operação do WORF-2.

Adicionalmente, 0,45 % da parcela americana dos recursos comuns da Estação que podem ser utilizados por nossos experimentos. Entre eles estão incluídos potência elétrica, refrigeração, transmissão de dados, tempo da tripulação etc. .

O Ajuste também dá o direito de negociar os direitos de utilização (vendendo-os ou trocando-os por outros), bem como o de adquirir oportunidades adicionais que sejam de interesse brasileiro. O envio do

primeiro experimento poderá ocorrer um ano após o lançamento do primeiro equipamento fornecido pelo Brasil, quando os direitos entram em vigor. A partir daí, novos direitos vão sendo disponibilizados à medida em que equipamentos brasileiros são colocados em órbita e só se completam quando o último deles for lançado. A Figura 1 traz um cronograma dos lançamentos iniciais, juntamente com uma indicação dos direitos de utilização e da época quando os mesmos tornam-se efetivos.

Figura 1: Macrocronograma para os lançamentos iniciais e direitos de utilização.



PLANOS E ESTRATÉGIA BRASILEIRA PARA UTILIZAÇÃO DA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

O Brasil já conta com um projeto para microgravidade, estabelecido e gerido pela AEB. Seu propósito é o de criar oportunidades para a comunidade científica utilizar de forma eficaz, esse ambiente em pesquisas de interesse nacional. Os ambientes de microgravidade hoje disponíveis para experimentos variam de acordo com a duração, começando nos vôos parabólicos, que proporcionam poucos segundos, passando pelos foguetes de sondagem, que oferecem minutos de utilização, por oportunidades no ônibus espacial, chegando à ISS, com períodos de meses ou mesmo anos, dependendo dos requisitos do experimento.

As atividades brasileiras nesse ambiente vêm se intensificando nos últimos anos, particularmente após os experimentos de crescimento de

cristais de proteína realizados nos vôos STS-83 e STS-84 do ônibus espacial americano em 1997.

As áreas científicas e tecnológicas nacionais que irão se beneficiar de forma mais ampla da ISS ainda não foram plenamente identificadas. O universo de escolha é o das disciplinas identificadas para a ISS e dentro dele é que o programa brasileiro se desenvolverá. Caberá ao país buscar o sucesso do Programa, encontrando o denominador comum entre as linhas de pesquisa a serem desenvolvidas na ISS e aquelas propostas que:

- apresentem mérito científico ou tecnológico incontestáveis;
- sejam de interesse nacional;
- enquadrem-se em nossos direitos de utilização (se não for o caso, o país terá que abrir mão de alguns direitos alocados para poder trocá-los pela oportunidade requerida, ou então terá que comprar outras oportunidades);
- requeiram recursos ao alcance do programa;
- sejam apresentados por grupos e instituições estáveis e com competência para a condução de programas de longo prazo;
- efetivamente requeiram o ambiente proporcionado pela ISS.

Um aspecto essencial para o sucesso do Programa reside na integração entre as atividades da fase industrial do programa e a da fase de utilização. A razão para tal vem do complexo processo de interação com a NASA, necessário para poder desenvolver, lançar e operar um experimento. É de se esperar que o INPE e as empresas envolvidas tenham o conhecimento necessário para tal e que este seja posto à disposição dos grupos interessados. Para tanto, é necessário que o programa de utilização considere as necessidades de recursos financeiros e humanos, tanto no INPE quanto nas demais entidades envolvidas.

RESULTADOS ESPERADOS DA PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA NO PROGRAMA DA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL

Os benefícios que poderão ser colhidos, em função das áreas de atuação dos participantes podem ser assim descritos:

- O INPE e a AEB deverão ter seu patamar gerencial elevado, por participarem do gerenciamento de um projeto multilateral em nível internacional;

- O INPE deverá ter seu patamar técnico elevado, pela necessidade de fornecer equipamentos de grande porte para atender aos requisitos de uma missão tripulada;
- As universidades e os centros de pesquisa participantes terão a oportunidade de usufruir do que há de mais recente e avançado em recursos para a realização de experimentos em ambiente de microgravidade, nas diversas áreas de pesquisa que podem se beneficiar deste ambiente. Também, terão abertas oportunidades de cooperação internacional com instituições de pesquisa que compartilhem os mesmos interesses e tenham envolvimento no Programa.
- Pelo fato da órbita da ISS privilegiar a cobertura do território brasileiro, acredita-se que essa característica possivelmente estimulará o desenvolvimento de experimentos tecnológicos na área de sensoriamento remoto com aplicações na área ambiental (desflorestamentos e queimadas por exemplo).
- Outros experimentos poderão ser selecionados para a ISS, nas áreas de biotecnologia, nos processos de fabricação de drogas, fisiologia humana, combustão, na melhoria de processos de geração de energia na Terra, e materiais, na produção de semicondutores, vidros, ligas metálicas e cerâmicas. Nem todas, no entanto, enquadram-se em nossos direitos de utilização. Caberá à AEB, quando necessário, negociar alguns direitos brasileiros com vistas a obter oportunidades ainda não contempladas.
- As indústrias que participarem do programa terão por um lado a oportunidade de se qualificar frente às severas exigências impostas aos fornecedores para missões tripuladas, o que lhes abrirá novas oportunidades de negócios. Por outro lado, terão garantida uma parcela significativa dos recursos a serem destinados ao Programa, pois a produção dos equipamentos pela indústria nacional é parte da estratégia do programa.

Por fim, o Brasil passará a integrar um grupo restrito de países e, dentre eles, terá voz ativa na produção e utilização do mais caro e complexo empreendimento científico e tecnológico espacial já tentado em um esquema de cooperação internacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEB, "Ajuste Complementar entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América para o Projeto, Desenvolvimento, Operação e Uso de Equipamentos de Vão e Cargas Úteis para o Programa da Estação Espacial Internacional". Brasília, Diário Oficial da União, 19 de janeiro de 1998.

AEB, "Programa Nacional de Atividades Espaciais, 1998 - 2007". Brasília, 1998.

NASA, "Intergovernmental Agreement". Washington, January 29, 1998.

RESUMO

Este artigo descreve o programa da Estação Espacial Internacional sob os pontos de vista internacional e brasileiro. A Estação é descrita, são apresentados seus objetivos técnicos e científicos, bem como a forma como o programa está organizado sob a liderança da NASA. Em seguida é apresentado um histórico da participação brasileira, são descritos os compromissos assumidos e os direitos de utilização alocados para o Brasil. É feita uma breve descrição dos equipamentos a serem entregues, assim como da estratégia adotada para a implementação do programa em nosso país. Também são apresentados os objetivos e estratégias do programa científico criado para sua utilização.

ABSTRACT

This article describes the International Space Station Program from the international and Brazilian standpoints. The station is described, its technological and scientific objectives presented, as much as the way the program is organized under NASA leadership. The historical background of the Brazilian participation is presented together with its responsibilities and utilization rights. A brief description of the equipments that will be delivered is made and also the strategy for the implementation of the program in Brazil is discussed. Finally, the objectives and strategy of the scientific program created to manage the effort towards the Station utilization by the Brazilian scientific community.

Os Autores

PETRÔNIO NORONHA DE SOUZA é gerente do Programa Brasileiro para a Estação Espacial Internacional no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Engenheiro mecânico pela UNICAMP, mestre em Ciência Espacial pelo INPE e PhD em engenharia pelo *Cranfield Institute of Technology*.

MÁRIO KATAOKA FILHO é chefe do Grupo de Projetos Mecânicos da DMC/INPE. Engenheiro Civil pela UFC, mestre em Engenharia Aeronáutica pelo ITA e PhD em engenharia aeroespacial pelo *Institute for Aerospace Studies da University of Toronto*.

A Educação Espacial na América Latina e a Posição do Brasil no Contexto Regional

TANIA MARIA SAUSEN

AS ATIVIDADES ESPACIAIS NO MUNDO

Durante a II Guerra Mundial e nos anos que a sucederam, as atividades espaciais começaram a ser objeto de pesquisa por parte dos cientistas soviéticos e norte-americanos. O reaproveitamento das bombas V2, utilizadas pela Alemanha durante a guerra e desenvolvidas por engenheiros alemães, um deles Wernher Von Braun, que mais tarde fizeram parte dos grupos de cientistas destas duas nações, deram origem aos foguetes que levariam ao espaço satélites de grande utilidade para a humanidade.

No final dos anos 50, a Guerra Fria entre os Estados Unidos e a União Soviética incentivou a corrida espacial entre os dois blocos, tanto na área civil como militar. Em 1957, a imprensa mundial anunciava que os dois países iriam lançar os primeiros satélites artificiais. Muitos acreditavam que o primeiro seria lançado pelos Estados Unidos, mas em 04 de outubro de 1957, a União Soviética surpreende o mundo ocidental ao lançar o satélite Sputnik 1. Era um satélite de órbita baixa e podia ser visto a olho nu à noite, durante sua passagem pelos céus do mundo, assemelhando-se a uma estrela com intenso brilho. Este artefato simples, com apenas 3 meses de vida, representou o ponto de partida para uma extensa série de missões civis e militares, que possibilitaram não só a exploração de nosso planeta, mas também, da Lua e de outros planetas do sistema solar (Harper, 1976; INPE, 1991).

Em janeiro de 1958, os Estados Unidos lançaram o Explorer I. Em 1960, a NASA põe em órbita o primeiro satélite de observação meteorológica (TIROS), que permitiu um conhecimento e controle mais adequado das condições atmosféricas (Chuvienco, 1990). Neste ano também tem início o programa espacial lunar da NASA, com os programas Mercury e Gemini, cujas fotos durante muito tempo encantaram nossos olhos em publicações da revista Realidade, que hoje não é mais editada. Acho que foi admirando estas fotos que decidi ser geógrafa e trabalhar com dados de sensoriamento remoto para o meio ambiente.

É uma lástima que na época em que estas fotos foram publicadas, ainda não sabia que teria tanto interesse pela educação espacial e que acabaria me dedicando exclusivamente a este assunto. Tais fotos, tiradas por câmaras fotográficas a bordo destas espaçonaves, são excelentes recursos didáticos para professores de geografia. Elas possibilitavam uma visão sinóptica de extensas regiões da Terra, tais como de toda a cadeia do Himalaia ou de todo o Golfo Pérsico, em uma única foto. Além de se constituírem em valiosos registros do evolução da história espacial.

Em meados dos anos 60 foi lançado o TELSTAR, o primeiro satélite de comunicações. Em 1969 Neil Armstrong dizia “um pequeno passo para o homem, um grande passo para a humanidade”, era o homem chegando à Lua. Em 23 de julho de 1972 a NASA põe em órbita o primeiro satélite de sensoriamento remoto, o ERTS, cujo nome mais tarde foi mudado para LANDSAT. Era o primeiro satélite dedicado à aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície da Terra de maneira global.

Depois destes satélites vieram muitos outros tais como o SPOT, o ERS, o JERS, o SOYUZ de sensoriamento remoto; o NIMBUS, o METEOSAT, o NOAA, o GOES, para meteorologia; o INTELSAT, o BRASILSAT, o INMARSAT, de comunicações; as antigas estações espaciais SKYLAB e MIR, e a futura Estação Espacial Internacional (ISS), da qual o Brasil tomará parte no projeto. Mais recentemente podemos mencionar o *Global Positioning System* (GPS), uma constelação de 28 satélites, amplamente utilizada principalmente na navegação aérea e marítima e, em alguns países (o Brasil é um deles) para o rastreamento do transporte de carga por caminhões. Lembramos também do Sistema IRIDIUM, outra constelação que em sua fase final deverá ter um total de 66 satélites, e que muito auxiliou ao navegador Amir Klink em suas comunicações com o pessoal de apoio, os amigos e a família, em sua última aventura na Antártica.

Todos estes satélites são importantes para estudos do meio ambiente; preservação dos recursos naturais; controle da poluição; previsão do tempo; prevenção de desastres naturais, como inundações, secas, furacões; comunicações por telefone, rádio, televisão; tráfego aéreo; navegação marítima, nacional e internacional; segurança e planejamento do transporte de carga terrestre e marítima, etc.

O Brasil começou suas atividades espaciais em 17 de maio de 1961 com a criação pelo presidente da República, Jânio Quadros, de uma comissão para estudar e sugerir a política e o programa de investigação espacial brasileira, e propor medidas para implantação das pesquisas nesse campo, de acordo com decreto publicado no Diário Oficial daquele

dia. No dia 15 de junho do mesmo ano esta comissão encaminhou relatório à Presidência da República, propondo a criação do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), cujas atribuições iniciais eram formar pessoal especializado e desenvolver atividades nas áreas de rádio-astronomia, astronomia, rastreamento óptico de satélites e comunicações por meio de satélites.

A posse formal da primeira diretoria do GOCNAE ocorreu em janeiro de 1962, e a cidade escolhida para sede foi São José dos Campos (SP), onde estão hoje as duas maiores instituições de pesquisas espaciais do país, o Centro Técnico Aeroespacial (CTA) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Desde esta época já construímos e lançamos os Satélites de Coleta de Dados - SCD1 (1993) e SCD2 (1998), que se dedicam a coleta de dados ambientais. Estamos construindo com a China o CBERS, um satélite de sensoriamento remoto previsto para ser lançado em setembro de 1999; o SACI, um satélite científico, a ser lançado junto com o CBERS; vários foguetes de sondagem e um Veículo Lançador de Satélite (VLS).

Na América Latina, somente o México, o Chile e a Argentina também construíram satélites, porém os dois primeiros tiveram problemas técnicos com seus artefatos. A Argentina já lançou o SAC-A e B, satélites científicos, e está se preparando para lançar o SAC-C, um satélite de sensoriamento remoto construído em conjunto com outros países como os Estados Unidos, a Itália, a França, a Dinamarca e o Brasil. Tanto o SAC-B como o SAC-C foram testados no Laboratório de Integração e Testes (LIT), do INPE. Aliás, este é o único laboratório deste tipo no hemisfério sul.

Foram mencionados aqui uma ínfima parte dos artefatos já construídos e de satélites que atualmente orbitam ao redor da Terra. Não foram mencionados os satélites indianos, franceses, canadenses, vários satélites americanos, japoneses, europeus e russos. Não foram mencionados principalmente os satélites para fins militares, sobre os quais em geral não temos informações, por serem consideradas classificadas, nem os veículos lançadores construídos por muitos destes países. Há uma quantidade enorme de artefatos espaciais orbitando ao redor da Terra, sendo hoje motivo de preocupação para os cientistas encontrar um destino adequado para os satélites desativados, ou partes deles, antes que causem dano ao meio-ambiente e tornem-se um problema maior no espaço.

Este breve relato da história espacial foi para dar ao leitor uma idéia da dimensão que as atividades espaciais assumiram em todo o

mundo. O quanto elas estão presentes no nosso dia-a-dia, o quanto melhoraram nossa qualidade de vida, e de como não podemos mais viver sem elas.

COMO ENCONTRAR PROFISSIONAIS PARA ATENDER A DEMANDA DAS ATIVIDADES ESPACIAIS

As atividades espaciais são importantes e fundamentais em nossas vidas. Como poderíamos chorar de tristeza diante dos gols do Zidane e de uma copa do mundo perdida, ou como chorar de alegria e nos enchermos de orgulho patriótico diante das inúmeras vitórias de Ayrton Senna pelos grandes prêmios do mundo, em tempo real, sem os satélites de comunicação?

Como nos prevenir das secas, das inundações ou termos certeza de que nosso final de semana na praia vai ter um sol esplendoroso, sem a ajuda dos satélites meteorológicos, ou como matar a nossa fome com super safras ou nos preocuparmos em monitorar e, conseqüentemente evitar, o desmatamento desenfreado das florestas tropicais ao redor do mundo, ou planejar o crescimento acelerado de nossas cidades, sem o auxílio dos satélites de sensoriamento remoto?

Mas, onde encontrar os profissionais que desenvolvem todos estes sistemas e artefatos? Onde encontrar tanta gente qualificada, e bem qualificada, para construir novos satélites e lançadores? Onde encontrar profissionais qualificados para interpretar os dados captados pelos satélites? E os que têm que operar os centros de rastreo e controle de satélites? E os que têm que operar as bases de lançamento?

Como estes profissionais foram capacitados nestes últimos 40 anos, uma vez que no início da era espacial não havia cursos de formação dedicados a esta área? Na realidade, não havia profissionais com grande experiência no assunto, e muitos foram se capacitando e criando programas de capacitação a partir de suas próprias experiências.

E quem prepara as novas gerações, já que os pioneiros da era espacial estão com a idade de John Glenn, 73 anos, ou já morreram, ou estão próximos da aposentadoria? Será que devemos nos preocupar apenas com os profissionais que se encarregarão de desenvolver e gerenciar os novos artefatos? E quem capacita o público em geral, para fazer um melhor uso destas informações? E as crianças e adolescentes? Devemos inserir atividades de capacitação em ciências espaciais nos seus programas regulares de ensino ou esperar até que cheguem aos cursos universitários?

Mencionou-se anteriormente que precisamos preparar as novas gerações para substituírem os pesquisadores que estão se aposentando. Crianças e adolescentes são as novas gerações. Por que não capacitá-los o quanto antes sobre os benefícios proporcionados pelas ciências espaciais, de tal forma que gradativamente isto seja incorporado no dia-a-dia do cidadão comum? Quem sabe, com isso, possamos motivá-los no momento da escolha de suas futuras profissões, a serem grandes usuários, profissionais ou pesquisadores da área espacial.

A EVOLUÇÃO DA EDUCAÇÃO ESPACIAL NA AMÉRICA LATINA

A formação e capacitação em ciência e tecnologia espaciais consiste de programas que são parte integrante da missão de muitas organizações espaciais. Isto é observado tanto em países industrializados como nos países em desenvolvimento. Os programas de educação são parte das atividades do Centro Nacional de Estudos Espaciais da França (CNES); da Agência Espacial Européia (ESA); da Organização de Pesquisas Espaciais da Índia (ISRO); do INPE, no Brasil; da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), Estados Unidos; do Centro Canadense de Sensoriamento Remoto (CCRS); da Agência Nacional de Desenvolvimento do Espaço (NASDA), Japão e da Divisão de Espaço Exterior da ONU (ONU, 1998). A antiga União Soviética mantém diversos programas de educação, para várias idades, através de universidades e centros de pesquisas, bem como da *Space-Education Society* e da *All-Russian Youth Aerospace Society*.

Todas estas instituições mantêm programas regulares de educação em ciências espaciais, tanto em programas de pós-graduação (doutorado, mestrado e especialização) e graduação, como através de programas de treinamento de cursos de curta e média duração, abrangendo desde profissionais da área até tomadores de decisão, professores dos diversos níveis formais de educação, formadores de opinião, etc.

Como era de se esperar a educação espacial teve seus primórdios nas duas grandes potências espaciais - a União Soviética e os Estados Unidos - e por esta razão, atendia às necessidades delas naquele momento, que era a formação de profissionais altamente qualificados, para a criação de equipes de pesquisadores e cientistas na área espacial.

Poderia-se dizer que a educação espacial passou por três momentos bastantes marcantes em todo o mundo, e essencialmente determinados pelos avanços tecnológicos observados na área espacial. A América Latina e o Brasil, não fugiram deste modelo. O primeiro momento foi marcado pela necessidade de obter-se profissionais altamente

qualificados em ciências espaciais, pois os primeiros pesquisadores que atuaram nesta área, eram na realidade engenheiros das áreas de eletrônica, elétrica, química, mecânica, das de física, matemática, geologia, geografia, agronomia, etc, que tinham títulos de doutor em suas áreas de formação. Não havia cursos de pós-graduação (mestrado e doutorado ou mesmo especialização), dirigidos especificamente à área espacial.

Foi necessário criar estes cursos para que se pudesse formar as equipes de cientistas e pesquisadores das instituições envolvidas com atividades espaciais. Deve-se lembrar que este era um campo totalmente novo (as atividades espaciais têm apenas 50 anos), e que por isso mesmo exigia de seus profissionais horas adicionais de dedicação e estudos, para que todos os obstáculos e desafios fossem vencidos. Assim, surgiram os primeiros programas de educação espacial no mundo que eram única e exclusivamente programas de pós-graduação, mais especificamente programas de mestrado e doutorado.

PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL

O Brasil seguiu este modelo, pois era a necessidade da época. Era preciso criar uma massa crítica no assunto, pois o País estava decidido a fazer parte da comunidade internacional envolvida nas mais diversas áreas abrangidas pelas atividades espaciais. Num primeiro momento foram enviados vários profissionais aos Estados Unidos, para obterem o título de doutor em cursos voltados à área espacial. Quando eles voltaram ao Brasil, no final da década de 60 e início da de 70, e juntamente com doutores das áreas já mencionadas, foram criados os vários cursos de pós-graduação, primeiro de mestrado e depois de doutorado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

O Programa de Pós-Graduação do INPE foi criado em 1968. Nessa época estes cursos tinham exclusivamente a finalidade de capacitar e criar o corpo de pesquisadores do Instituto. Foram criados os cursos de sensoriamento remoto (só mestrado, o curso de doutorado foi implantado em 1998), meteorologia, computação aplicada, geofísica espacial, engenharia e tecnologias espaciais, dividida nas áreas de mecânica espacial e controle, e combustão e propulsão, engenharia de sistema e tecnologias educacionais (estes dois últimos extintos hoje em dia).

Até 1980 estes cursos eram dedicados exclusivamente aos funcionários do INPE. Os profissionais formados nestes cursos deram origem aos grupos de pesquisa do Instituto. Os pesquisadores do CTA foram formados em seus próprios cursos de pós-graduação, ou nos Estados Unidos, França e Inglaterra, ou nos cursos do INPE. O curso de mestrado em sensoriamento remoto do INPE foi, durante mais de 10

anos, o único curso de mestrado nesta temática no mundo. Mais tarde foi criado um curso na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e em outros países. O Programa de Pós-Graduação do INPE conta atualmente com 293 alunos regulares e 56 alunos matriculados em disciplinas isoladas. Já foram capacitados pelo Instituto 965 alunos de mestrado e 128 alunos de doutorado.

Este modelo não foi seguido pelos outros países da América Latina. Apenas o México criou, recentemente, um curso de mestrado na área de processamento digital de imagens, voltado basicamente ao processamento de imagens de satélites. Todos os outros países continuam formando seus profissionais nos Estados Unidos, Inglaterra, França e Alemanha ou em cursos de pós-graduação voltados às diversas áreas da engenharia, física, matemática, geologia, geografia, biologia, etc. Nestes países não houve um investimento tão grande na área espacial como houve no Brasil, e talvez por isso eles não se preocuparam tanto com a implantação de programas de educação espacial. Na América Latina apenas a Argentina, o Chile e o México têm programas espaciais ativos, inclusive com construção de satélites. Dos três a Argentina é o que mais se destaca nesta área, mas em nenhum deles o programa espacial atinge o mesmo nível de investimento que é feito no Brasil.

A partir dos anos 80 os cursos oferecidos pelo INPE passaram a receber alunos de outras instituições, pois nesta época praticamente todo o seu corpo de pesquisadores já tinha o título de mestrado e, pelo menos a metade, já tinha obtido o título de doutor ou estava em programas de doutorado. Eram profissionais recém formados ou oriundos de universidades e institutos de pesquisas, que ajudaram a difundir as atividades espaciais no País.

Mas foi a partir de 1985, que a difusão das atividades espaciais tomou grande impulso, quando grande parte do corpo discente dos cursos de pós-graduação era formado por alunos não pertencentes ao quadro de pesquisadores do INPE. Foi nesta época também que o Instituto decidiu partir para o segundo momento da educação espacial, que se caracterizou pela criação e ampla difusão de cursos de treinamento de curta e média duração para profissionais das mais diversas áreas, que estavam interessados na área espacial. Como consequência disto o INPE criou a Coordenadoria de Orientação Técnica (COT) que tinha por finalidade difundir a tecnologia de sensoriamento remoto no País e que num período de 5 anos treinou ao redor de 2 mil pessoas, entre brasileiros e estrangeiros. Foi nesta época também que o INPE passou a receber alunos de outros países da América Latina em seus cursos de pós-graduação, principalmente nas áreas de meteorologia, computação, análise de sistemas, eletrônica e comunicações e sensoriamento remoto.

As áreas de meteorologia e sensoriamento remoto, em especial esta última, passaram a oferecer treinamentos de curta e média duração, tanto em eventos realizados nas dependências do INPE como em universidades, órgãos governamentais e empresas privadas. Estas duas áreas se destacaram nas atividades de capacitação porque são as de mais fácil transferência e aplicação ao usuário final, e principalmente porque um número muito variado de profissionais, em especial os que atuam na área de recursos naturais, podem fazer uso delas.

CURSOS DE ESPECIALIZAÇÃO E TREINAMENTO

Estes cursos eram apenas dedicados a pessoas com títulos universitários, ou seja, apenas para profissionais que estavam envolvidos ou queriam se envolver com atividades espaciais. Não haviam cursos dedicados a alunos da graduação, do secundário, escolas técnicas ou mesmo voltados para crianças. Nesta mesma época, nos Estados Unidos, muitos cursos de graduação já ministravam disciplinas voltadas a área espacial. Em 1982 a ONU realizou a UNISPACE II, que teve por finalidade discutir os rumos das ciências espaciais no mundo e, constatou que havia uma necessidade premente de cursos de especialização na área espacial, principalmente nos países em desenvolvimento.

Foi aí que começaram a surgir os cursos de especialização, com um mínimo de 360 horas, geralmente divididos em períodos dedicados a aulas teóricas e períodos dedicados a desenvolvimentos de projetos práticos. Nesta época surgiu no INPE o Curso Internacional em Sensoriamento Remoto, dedicado a alunos latino-americanos, que em 13 anos de existência já capacitou mais de 100 alunos, oriundos de 15 países. Surgiram também cursos de especialização em sensoriamento remoto na UNESP de Rio Claro (SP), na Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, também em sensoriamento remoto, com ênfase em cartografia e agricultura. Nesta mesma época, o Instituto Agustin Codazzi da Colômbia, em parceria com o *International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences* (ITC) da Holanda, passou a oferecer vários cursos na área de sensoriamento remoto aplicado a recursos naturais. Este Instituto é um centro tradicional de capacitação na América Latina.

Em outros países passaram também a ser realizados cursos de treinamento, mas que se caracterizavam por serem invariavelmente ministrados por professores oriundos dos Estados Unidos e Europa, já que eles não possuíam uma massa crítica no área espacial, à semelhança do Brasil. Vários profissionais latino-americanos, principalmente dos países vizinhos, vinham ao Brasil para participar de treinamentos. Aqui no Brasil, estes treinamentos eram em sua maioria ministrados por profissionais brasileiros. É claro que havia cursos ministrados por

professores estrangeiros, que vinham ao Brasil em função de convites recebidos, mas o País era, como ainda é, perfeitamente capaz de suprir sua própria necessidade de capacitação. Mesmo porque, nossos profissionais sempre se caracterizaram pela constante atualização e o Brasil segue investindo na área espacial.

Começaram também a surgir nos cursos de graduação, as primeiras disciplinas relacionadas com a área espacial, geralmente introduzidas e ministradas por professores oriundos dos cursos de pós-graduação do INPE.

Já no final da década de 80 e início da de 90, com o fim da reserva de mercado para computadores, foi possível investir-se em programas de desenvolvimento de software voltados para a área de processamento de imagens e geoprocessamento, bem como adquirir softwares estrangeiros, e investir na compra de equipamentos, o que deu grande impulso à área de capacitação. Até esta época os softwares encontrados no mercado eram oriundos dos Estados Unidos e Canadá. Com o desenvolvimento dos softwares brasileiros, tais como o SITIM, o SGI e o SPRING, aumentou consideravelmente a procura por treinamentos. A partir daí passaram a ser solicitados e oferecidos treinamentos a todo o momento e, o mais interessante, os profissionais brasileiros começaram a ser convidados para ministrar treinamentos nos países vizinhos, como Bolívia, Uruguai, México e Honduras.

A partir da década de 90 passou-se a observar um fenômeno que está se acentuando cada vez mais, os países latino-americanos começaram a ver o Brasil como uma excelente opção para a capacitação de seus profissionais na área espacial. As razões para esta escolha devem-se principalmente à facilidade de comunicação, proximidade geográfica, similaridade de fenômenos naturais e paisagem, similaridade de estilo de vida, e principalmente porque estamos todos no mesmo barco, com relação às dificuldades econômicas. No início, muitos dos que vinham para cá fazer pós-graduação, não queriam retornar aos seus países, pois a diferença de infra-estrutura entre o Brasil e seus países de origem, na área espacial, era muito grande. Isto levava a frustração e muitas vezes ao abandono do interesse pela atividade espacial. Hoje ainda existe esta diferença, mas ela já não é tão assustadora como antes.

A EDUCAÇÃO ESPACIAL PARA A SOCIEDADE

No início dos anos 90, uma vez mais Canadá, Estados Unidos e Europa já haviam se antecipado a nós, e estavam desenvolvendo programas de educação espacial para crianças e adolescentes, ou seja, já estavam no terceiro momento. Eles já haviam percebido a importância de criar programas de capacitação para professores do ensino

fundamental, médio e superior, para jornalistas e formadores de opinião, tomadores de decisão, planejadores e, principalmente para alunos de escolas técnicas e cursos primários. Os treinamentos para os formadores de opinião e tomadores de decisão foram criados, porque eles perceberam que estes profissionais tinham o poder de difundir esta tecnologia e influenciar na obtenção de verbas para os projetos de pesquisa e aplicação. Para os alunos de escolas técnicas e crianças, foram criados treinamentos, porque eles são a geração do futuro.

Já promoviam também capacitação nos níveis não formais de educação, ou seja através de exposições, visitas a museus espaciais, como há em Cabo Kennedy, Washington e Houston, conferências, excursões aos centros de construção e de lançamento de satélites e de foguetes. Nesta época eles já haviam descoberto, principalmente, a necessidade da criação de materiais didáticos, algo que muito poucos se preocuparam na América Latina. Basicamente todos os programas de capacitação na região ainda fazem uso de materiais didáticos e textos em inglês. Felizmente nos últimos três anos este panorama está se modificando e estão surgindo materiais didáticos nos idiomas e com exemplos da região. Vale a pena conferir na Internet na página <http://www.ltid.inpe.br/selper/frame.html>.

Estes países também já haviam descoberto o poder da mídia e da Internet, desenvolvendo uma quantidade enorme de CD ROMs e cursos disponíveis na rede. A NASA criou uma área única e exclusivamente para educação espacial. A sua *home page* apresenta uma enormidade de treinamentos e links com outras instituições, nas mais diversas áreas espaciais. A Alemanha, a França, a Espanha, o Japão, a Comunidade Européia, a Índia, a Suécia, a Itália também se preocupam em desenvolver treinamentos e material didático com o auxílio da mídia.

Este terceiro momento da educação espacial está sendo percebido por todos os países da América Latina, que passaram a investir na capacitação de crianças e adolescentes, apesar de que muitos ainda não tenham completado o processo de capacitação de seus profissionais. O descompasso entre o Brasil e os outros países em termos de massa crítica na área espacial ainda continua muito grande, mas isto não impediu que eles investissem na capacitação de alunos do ensino fundamental e médio. A Argentina desenvolveu na década de 80 um programa de educação em atividades espaciais em geral, com ênfase em sensoriamento remoto, para alunos do ensino fundamental e médio. Este programa foi desenvolvido pela Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) e o Ministério da Educação argentino, com resultados bastante promissores. Atualmente, a Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), da Argentina, está preocupada com esta temática

e tem feito alguns avanços no sentido de criar programas regulares de capacitação. Está investindo em capacitação para formadores de opinião e tomadores de decisão.

O Chile também tem desenvolvido programas de capacitação para crianças, inclusive com a participação de uma escola em experimentos de microgravidade, oferecidos pela NASA. Há também algum material didático, na área de sensoriamento remoto e astronomia e astrofísica, em CD ROM e disponível na Internet.

Na Bolívia, a ABTEMA juntamente com os Ministérios da Educação e Ciência está desenvolvendo um programa de capacitação de aluno do ensino fundamental e médio na área de sensoriamento remoto e geoprocessamento, com o desenvolvimento de material no idioma espanhol e quechua, falado por grande parte da população do país. Foi instalado, recentemente, em Cochabamba, em parceria com o ITC da Holanda o *Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales* (CLAS), que ministra cursos de treinamento e especialização nestas duas áreas, além de desenvolver projetos de pesquisas e aplicações.

O Uruguai, que desde novembro de 1996 está sediando a III Conferência Espacial das Américas (CEA), também está investindo em cursos de treinamento nas áreas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, meteorologia, GPS e astronomia. Já realizaram treinamentos para professores do ensino fundamental e médio, na área de sensoriamento remoto. Em maio de 1998 a CEA e o INPE, com o apoio da AEB, da EMBRATEL, da FUNCATE, da SELPER, da CONAE do CNPq e da AUTOTRAC realizou um seminário para tomadores de decisão sobre "As atividades espaciais: os avanços tecnológicos no âmbito do MERCOSUL que contou com mais de 80 participantes e palestrantes dos países da região.

O Equador, através do *Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos* (CLIRSEN), também ministra treinamentos na área de sensoriamento remoto e geoprocessamento. O *Instituto Agustin Codazzi* da Colômbia, mesmo após o término da parceria com o ITC, continua com os seus programas de treinamento e cursos de especialização nestas duas áreas. O México, a Nicarágua, Honduras, a Venezuela, a Costa Rica investem principalmente na área de sensoriamento remoto, meteorologia, geoprocessamento e astronomia.

No Brasil, o INPE e a Secretaria Municipal do Planejamento e Meio-Ambiente da Prefeitura de São José de Campos (SP), desenvolveu em 1996 e 1997, com o apoio da Secretaria de Educação e PETROBRÁS, um

programa de treinamento para professores e alunos do ensino fundamental e médio, na área de sensoriamento remoto e meio-ambiente.

Foi realizado, também, em novembro de 1998 o I Ciclo de Conferências sobre “Direito Espacial”, com o apoio da OAB, da Associação dos Advogados de São José dos Campos, da NASA, da UNIVAP, da FUNCATE e do CTA. Em junho deste mesmo ano foi realizado um Workshop sobre “Fundamentos da Previsão do Tempo”, cujo objetivo era discutir o estágio atual da previsão de tempo na América do Sul e que contou com o apoio da FUNCATE e da TECSAT. Estes treinamentos se caracterizaram principalmente pelo apoio recebido por diversas instituições que de alguma forma estão envolvidas em atividades espaciais.

No mês de maio de 1999, foi realizado pelo “Campus Brasil” do INPE, um seminário para jornalistas e formadores de opinião cuja temática foi “Atualidades e Perspectivas das Atividades Espaciais no Brasil”, que contou com o apoio da FUNCATE, TV Vanguarda Paulista e jornal ValeParaibano.

O Setor de Treinamento do INPE, juntamente com várias divisões do Instituto, vem desenvolvendo treinamentos para professores do ensino médio e fundamental na área de sensoriamento remoto e astronomia.

O “Campus Brasil”, pertencente à Coordenadoria de Ensino, Documentação e Programas Especiais (CEP), do INPE, deverá realizar este ano a I Escola do Espaço para alunos de 13 a 17 anos. Além do INPE, várias universidades, empresas privadas e organismos governamentais oferecem treinamentos, e em algumas escolas de ensino fundamental e médio o sensoriamento remoto, a meteorologia por satélite e a astronomia, já são comuns durante os períodos letivos. Os treinamentos e eventos para os formadores de opinião e tomadores de decisão estão começando a ocorrer com mais frequência. Na Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) foi criado o curso de especialização em Direito Espacial, sendo sua primeira edição este ano, com bastante procura.

A Agência Espacial Brasileira (AEB), responsável pelo programa espacial brasileiro e grande incentivadora das atividades educacionais, criou, em parceria com UNESP Campus Guaratinguetá (SP), o curso de especialização de “Gestão, Normalização e Certificação com Ênfase na Atividade Espacial”. A proposta deste curso, que conta também com o apoio da Associação das Indústrias Brasileiras Aeroespaciais (AIAB), foi feita considerando as funções que o profissional desenvolve na indústria espacial, em especial no que se refere à produção de normas e

aprimoramento do produto, e na necessidade de formar especialistas para atuar em comitês de normalização e certificação espaciais.

E finalmente, desde 1997, tem sido realizada anualmente a “Jornada de Educação em Sensoriamento Remoto no Âmbito do MERCOSUL”, que este ano já está em sua terceira edição no Chile, as duas primeiras foram no Brasil e Argentina, e tiveram como objetivo discutir os rumos da educação nesta área, em todos os países do MERCOSUL.

Este ano a ONU deverá realizar no período de 19 a 30 de julho, em Viena, Áustria, a UNISPACE III, e um dos principais assuntos a serem discutidos será a educação espacial em todos os níveis, com ênfase para crianças e adolescentes. A América Latina deverá ter uma participação ativa neste evento, e com sugestões e contribuições efetivas na área de educação, conforme ficou demonstrado na Reunião Preparatória para a UNISPACE III realizada em Concepción, Chile, em outubro de 1998. Nesta ocasião as reuniões mais concorridas foram as que tratavam de educação. Inclusive, nesta reunião, somente a área de educação espacial realizou um trabalho prévio, sobre o seu estado-da-arte nas instituições latino-americanas, apontando os problemas e êxitos alcançados e apresentando sugestões para o ano 2000.

Como pudemos ver, a América Latina, apesar de todos os seus problemas econômicos, políticos e de desenvolvimento está em consonância com a tendência mundial da educação espacial (com destaque para o Brasil) e amplamente defendida pela Divisão de Espaço Exterior da ONU - “educação espacial para todos”. Desde 1997 esta tendência vem-se acentuando. Educação espacial para todos certamente permitirá que a sociedade faça uso pleno dos benefícios e determine os rumos de seus programas espaciais em função de suas reais necessidades.

BIBLIOGRAFIA

Chuvieco, E. Fundamentos de Teledetección Espacial, 2ª edición, Ediciones Rialp S.A., Madrid, Espanha, pp.568, 1990).

Harper, D. Eye in the Sky. Introduction to Remote Sensing. Canada Science Series, Multiscience Publications Limited, Montreal, Canada, 1976.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Caminhos para o Espaço, Editora Contexto, pp.112, São José dos Campos, SP, Brasil, 1991.

Organização das Nações Unidas. Tercera Conferencia Espacial de las Naciones Unidas sobre Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos; Formación y Capacitación en Ciencia y Tecnología Espaciales; Documento de antecedentes N° 10, A/CONF.184/BP/10; 26 de mayo de 1998.

RESUMO

Este artigo trata da educação espacial na América Latina, bem como da posição do Brasil no contexto regional. São apresentados alguns aspectos históricos sobre as atividades espaciais, as necessidades de educação espacial e as três fases pelas quais esta última passou, desde o lançamento do primeiro foguete. Observa-se que entre todos os países da América Latina, o Brasil foi o que fez mais investimentos na área espacial, por esta razão é o que apresenta maior número de oportunidades de capacitação e treinamento em todas as áreas do ensino (fundamental, médio, graduação e pós-graduação). É salientado também neste artigo a atuação da ONU como instituição motivadora das atividades educacionais na área espacial.

ABSTRACT

In this paper some historical aspects are presented on the space activities, the needs of space education and the three phases by which this last one passed, from the launch of the first rocket. It is observed that from all countries of Latin America, Brazil was the one that made more investments in the space area, for this reason it is the one that presents larger number of education and training opportunities in all levels of education (fundamental, medium, graduation and masters degree). It is also pointed out in this article the performance of UN as institution that promotes educational activities in the space area.

A Autora

Tânia Maria Sausen é geógrafa, mestre em sensoriamento remoto e doutora em geografia. Atualmente é pesquisadora titular III na Coordenadoria de Ensino, Documentação e Programas Especiais, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenadora do Curso Internacional em Sensoriamento Remoto e do Programa Educa SeRe, que se dedica ao desenvolvimento de material didático em sensoriamento remoto.

Interesses e Necessidades dos Países em Desenvolvimento no Direito Espacial *

JOSÉ MONSERRAT FILHO

“Assim como a missão da ciência é conceber o inconcebível, uma das missões mais apaixonantes do direito é conciliar o que muitas vezes parece irreconciliável.”

PIERRE-MARIE MARTIN¹

INTRODUÇÃO

Este trabalho procura examinar o significado, a amplitude e a importância da expressão “interesses e necessidades dos países em desenvolvimento” e de suas fórmulas correlatas e assemelhadas, introduzidas em importantes documentos internacionais destinados a regulamentar as atividades espaciais dos Estados.

A tarefa me parece oportuna e necessária diante da contradição que se constata hoje entre o princípio consagrado no Artigo 1º do Tratado do Espaço, segundo o qual “a exploração e o uso do espaço cósmico (...) deverão ter em mira o bem e o interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico, e são incumbência de toda a humanidade”², e o crescente desnível de conhecimentos científicos e tecnológicos, inclusive e especialmente na área

* Este trabalho foi preparado para ser apresentado na 51ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), de 11 a 16 de julho de 1999, no campus da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS), em Porto Alegre.

¹ Martin, Pierre-Marie, *Droit des activités spatiales*, Masson, Paris, 1992, p. 9

² Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes, aprovado pela Assembléia Geral da ONU em 19 de dezembro de 1966, aberto à assinatura em 27 de janeiro de 1967, em vigor desde 10 de outubro de 1967. Tem 93 ratificações (inclusive a do Brasil) e 27 assinaturas. *Direito Espacial – Coletânea de convenções, atos internacionais e diversas disposições legais em vigor*, organizado pela Núcleo de Estudos de Direito Espacial da Sociedade Brasileira de Direito Aeroespacial (SBDA) e editado pela Agência Espacial Brasileira (AEB) e SBDA, Brasília, 1997, pp. 13-17; Marrotta Rangel, Vicente, *Direito e Relações Internacionais*, São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1993, 4ª edição, pp. 317-322; Albuquerque Mello, Celso Duvivier, *Direito Internacional Público – Tratados e Convenções*, Rio de Janeiro: Editora Renovar, 1986, pp. 535-540.

espacial, que separa o grande número de países em desenvolvimento do pequeno grupo de países desenvolvidos.

O estudo do grave descompasso entre o princípio e a realidade em campo tão essencial para o desenvolvimento de todos os países e da humanidade como um todo é indispensável a qualquer esforço para primeiro conter, depois reduzir e afinal eliminar as diferenças cada vez maiores entre as populações pobres e ricas da Terra.

A superação deste problema crucial passa necessariamente por um progresso mais impetuoso, generalizado e abrangente da exploração e uso do espaço exterior, com a mobilização ativa de mais e mais países.

Penso que esse desafio exige decisiva intervenção dos Estados, em ações conjuntas, eqüitativas e planejadas – com a participação imprescindível e devidamente remunerada das empresas privadas - para definir, em termos precisos e práticos, e implementar, com eficiência e espírito público, um programa mínimo de atendimento aos interesses legítimos e às necessidades mais prementes dos países em desenvolvimento neste setor estratégico.

O objetivo central deve ser a criação de condições de vida bem mais equilibradas e justas em nosso planeta, o que, por sua vez, virá dar maior vigor e um sentido ético superior ao avanço do gênero humano pelo espaço cósmico e por outros corpos celestes.

AS REFERÊNCIAS AOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO NO DIREITO ESPACIAL

1. Não há menção direta aos países em desenvolvimento na principal fonte do Direito Espacial hoje, o já citado Tratado do Espaço.

Mas seu Artigo 1º, como vimos, reza que:

1) “A exploração e o uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, deverão ter em mira o bem e o interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico, e são incumbência de toda a humanidade.”

2) “O espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, poderá ser explorado e utilizado livremente por todos os Estados sem qualquer discriminação, em condições de igualdade...”

O primeiro parágrafo encerra o princípio do “interesse comum” de toda a humanidade nas atividades espaciais, proposto já no início da introdução do tratado. Ele determina que as atividades espaciais

beneficiem todos os países e levem na devida conta os interesses de todos os países, sejam eles desenvolvidos ou não do ponto de vista econômico e científico. Isto deixa claro que o bem e os interesses dos países em desenvolvimento não podem ser minimizados, desconsiderados ou excluídos. E a definição da exploração e uso do espaço como “incumbência de toda a humanidade” reitera o dever de incluir a totalidade dos países e povos neste empreendimento de extraordinário impacto econômico, social e cultural. Não é admissível, portanto, que uma atividade de tamanha relevância fique restrita aos poucos países desenvolvidos. Até porque, quanto mais países dela participarem, melhor para o conjunto da comunidade internacional.

O segundo parágrafo, que estabelece o princípio do livre acesso ao espaço por todos os países, pode ser interpretado como um reforço ao direito de acesso dos países em desenvolvimento. Ele enfatiza a exigência de tratamento não-discriminatório, em condições de igualdade, que têm especial significado, exatamente, nas relações entre países em desenvolvimento e desenvolvidos.

2. O termo “interesses e necessidades dos países em desenvolvimento” aparece, pela primeira vez em um documento do Direito Espacial, no polêmico Artigo 11 do Acordo que Regula as Atividades dos Estados na Lua e em outros Corpos Celestes, de 1979, conhecido como o “Acordo da Lua”³.

Este artigo é justamente aquele que define a Lua e seus recursos naturais “patrimônio comum da humanidade” e propõe a instituição de “um regime internacional (...) para regulamentar a exploração dos recursos naturais da Lua, quando esta exploração estiver a ponto de se tornar possível”.

Um dos quatro principais objetivos do regime internacional, segundo o ponto 7 do Acordo da Lua, é o de “promover a participação equitativa de todos os Estados-Partes nos benefícios auferidos destes recursos (lunares), tendo especial consideração para com os interesses e necessidades dos países em desenvolvimento, bem como para com os esforços dos Estados que contribuíram, direta ou indiretamente, na exploração da Lua”.

Este é o princípio da divisão de benefícios. Ele permitiria que os países em desenvolvimento tirassem proveito dos recursos lunares, ao lado dos países desenvolvidos detentores de recursos tecnológicos e

³Acordo sobre as Atividades dos Estados na Lua e nos Corpos Celestes, aprovado pela Assembléia geral da ONU em 5 de dezembro de 1979, aberto à assinatura em 18 de dezembro de 1979, em vigor desde 11 de julho de 1984. Tem 9 ratificações e 5 assinaturas. O Brasil não assinou. *Direito Espacial – Coletânea de convenções, atos internacionais e diversas disposições legais em vigor*, pp. 43-49.

financeiros para promover a exploração da Lua. Seu fim último seria impedir que a utilização dos recursos lunares aumentasse ainda mais a já grande diferença existente entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos.

Mas os países desenvolvidos acabaram recusando a idéia de compartilhar benefícios. Em função disto, o Acordo da Lua é hoje o instrumento com o menor número de países participantes e o mais questionado dos cinco tratados que compõem o *corpus juris spatialis*⁴, embora tenha sido o que mais longe foi na tentativa de regulamentar “a mais avançada utilização do espaço exterior”⁵.

Apesar de aprovado por unanimidade pela Assembléia Geral da ONU, em 5 de dezembro de 1979, e aberto à assinatura logo em 18 de dezembro, levou mais de quatro anos para receber as quatro ratificações necessárias à sua entrada em vigor, o que só aconteceu em 11 de julho de 1984. Foi ratificado, até março de 1999, por apenas 9 países: Austrália, Áustria, Chile, México, Marrocos, Países Baixos, Paquistão, Filipinas e Uruguai. E assinado por cinco: França, Guatemala, Índia, Peru e Romênia. Destes 14 países, apenas França e Índia desenvolvem programas espaciais de envergadura.

Assim, pode-se dizer que a referência aos interesses e necessidades dos países em desenvolvimento no Acordo da Lua ainda está longe de representar uma conquista jurídica efetiva para estes países. Mas, a rica experiência de negociação que resultou neste acordo e as propostas nele contidas não deverão ser facilmente descartadas, por maior que seja o desejo neste sentido de alguns países desenvolvidos. Por enquanto, porém, não há ganhos legais.

⁴Eis os cinco instrumentos internacionais da área espacial: 1. Tratado sobre os Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Exterior, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes (ver nota 2); 2. Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e Objetos lançados ao Espaço Cósmico, aprovado pela Assembléia Geral da ONU em 19 de dezembro de 1967, aberto à assinatura em 22 de abril de 1968, em vigor desde 3 de dezembro de 1968. Tem 83 ratificações (inclusive a do Brasil) e 24 assinaturas; 3. Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais, aprovada pela Assembléia Geral da ONU em 29 de novembro de 1971, aberta à assinatura em 29 de março de 1972, em vigor desde 1º de setembro de 1972. Tem 76 ratificações (inclusive a do Brasil) e 26 assinaturas; 4. Convenção sobre Registro de Objetos lançados ao Espaço Cósmico, aprovada pela Assembléia Geral da ONU em 12 de novembro de 1974, aberta à assinatura em 14 de janeiro de 1975, em vigor desde 15 de setembro de 1976. Tem 39 ratificações e 4 assinaturas. O Brasil não assinou; 5. Acordo sobre as Atividades dos Estados na Lua e nos Corpos Celestes (ver nota 3). *ireito Espacial – Coletânea de convenções, atos internacionais e diversas disposições legais em vigor.*

⁵ Van Traa-Engelman, H. L., *Commercial Utilization of Outer Space - Law and Practice*, The Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers, 1993, p. 25.

3. Os “Princípios Reguladores do Uso pelos Estados de Satélites Artificiais da Terra para Transmissão Direta Internacional de Televisão”⁶, aprovados na Resolução 37/92 da Assembléia Geral da ONU de 10 de dezembro de 1982, fazem três menções aos países em desenvolvimento, nos seguintes pontos:

“2. Estas atividades (transmissão direta internacional de televisão por satélite) devem promover a livre difusão e o intercâmbio de informações e conhecimentos nos campos cultural e científico, contribuir para o desenvolvimento da educação e para o progresso social e econômico, especialmente dos países em desenvolvimento, elevar a qualidade de vida de todos os povos e prover o lazer, respeitando devidamente a integridade política e cultural dos Estados.”

“6. As atividades no campo da transmissão direta internacional de televisão por satélite devem se fundamentar na cooperação internacional e estimulá-la. Esta cooperação deve ser objeto de acordos adequados. Especial atenção deve ser dada às necessidades dos países em desenvolvimento no uso da transmissão direta internacional de televisão por satélite para acelerar seu desenvolvimento nacional.”

“11. Sem prejuízo dos dispositivos pertinentes do Direito Internacional, os Estados devem cooperar em base bilateral ou multilateral, para assegurar a proteção dos direitos autorais e análogos por meio de acordos apropriados entre Estados interessados ou pessoas jurídicas competentes que atuem sob sua jurisdição. Nesta cooperação, eles devem conceder especial atenção ao interesse dos Estados em desenvolvimento no uso da transmissão direta internacional de televisão para acelerar seu desenvolvimento nacional.”

Esta resolução foi a primeira e única de todos documentos elaborados pelo Comitê das Nações Unidas para o Uso Pacífico do Espaço (Copuos) não aprovada por consenso, como é norma neste órgão. Patrocinada por um grupo de 16 países em desenvolvimento, entre os quais o Brasil, não logrou o apoio dos países desenvolvidos no Copuos e foi levada à votação na Assembléia Geral da ONU, onde recebeu 107 votos a favor, 13 contra e 13 abstenções.

Os países desenvolvidos lhe negaram apoio por se oporem ao princípio da autorização prévia para a transmissão direta internacional de televisão, que ela adotou por proposta dos países em desenvolvimento em aliança com a ex-URSS e os países do então chamado “bloco socialista”.

⁶ *Direito Espacial – Coletânea de convenções, atos internacionais e diversas disposições legais em vigor*, pp. 63-65.

O grupo majoritário dos países em desenvolvimento e socialistas defendia a regra do consentimento prévio como forma de resguardar sua soberania, impedir a interferência em seus assuntos internos e proteger seus valores nacionais e sua identidade cultural.

Os países desenvolvidos, embora minoritários, contestavam esta regra, argumentando com os princípios, a seu ver superiores a todos os demais, da liberdade de expressão e da livre circulação de informações.

Detentores dos recursos financeiros e tecnológicos necessários a qualquer projeto de comunicação por satélite, inclusive os de transmissão internacional direta de televisão, os países desenvolvidos sabiam que nada neste campo poderia ser resolvido sem eles e que, portanto, a simples decisão majoritária da Assembléia Geral da ONU, na prática, não significaria para eles uma derrota. Até porque as resoluções da ONU, meras recomendações, não têm força obrigatória como os tratados e não representam nenhum compromisso nem mesmo para os países que votaram a seu favor.

Apenas dois anos depois, reagindo à Resolução 37/92 e refletindo a posição dos países desenvolvidos, o Comitê de Ministros do Conselho Europeu adotou, em 7 de dezembro de 1984, a Recomendação R(84)22, que, além de instar os governos da Europa Ocidental a harmonizarem suas legislações sobre o uso de satélites, evidencia sua preferência pelos princípios da liberdade de expressão e livre circulação de informações.

A Europa Ocidental partiu, então, para a regulamentação regional das transmissões internacionais diretas de televisão, levando em conta sua especificidade geográfica e ignorando por completo a Resolução 37/92 da Assembléia Geral da ONU.

Com este espírito, o Comitê de Ministros do Conselho da Europa adotou, em 15 de março de 1989, a Convenção Européia sobre Televisão Transfronteira, dispondo sobre o conteúdo dos programas, sem, no entanto, estabelecer um sistema de controle de cada Estado europeu sobre as transmissões vindas de outros países da região. E a Comunidade Européia, por seu turno, aprovou a diretiva “Televisão sem fronteira”, não só permitindo como também estimulando as transmissões regionais de televisão sem qualquer restrição nacional.

Cabe ressaltar que, em função deste enfoque, na Europa, a responsabilidade pelas transmissões internacionais diretas de televisão não é atribuída aos Estados, mas às empresas promotoras das transmissões. Isto configura um afastamento do princípio lavrado no Artigo 6º do Tratado do Espaço de que os Estados são sempre responsáveis

pelas atividades espaciais de suas organizações nacionais, sejam elas públicas ou privadas.

Os países em desenvolvimento, portanto, alcançaram uma vitória apenas aparente ao conseguirem aprovar a Resolução 37/92 por larga maioria de votos na Assembléia Geral da ONU. Na realidade, como demonstra toda a experiência dos anos subseqüentes, seu ponto de vista não prevaleceu. Os “Princípios Reguladores do Uso pelos Estados de Satélites Artificiais da Terra para Transmissão Direta Internacional de Televisão” se revelaram impotentes para definir o rumo desta atividade cuja importância em todo o mundo só faz crescer.

Desautorizado pela prática o documento, suas propostas caíram no vazio. Nada consta de concreto ter sido feito, posteriormente, para regulamentar e efetivar os três princípios ali expostos destinados a favorecer os países em desenvolvimento, quais sejam:

- Transmissão direta internacional de televisão como contribuição ao desenvolvimento da educação e o progresso social e econômico, especialmente dos países em desenvolvimento;
- Atenção especial às necessidades dos países em desenvolvimento no uso desta transmissão para acelerar seu desenvolvimento nacional;
- Cooperação dos Estados para proteger os direitos autorais e análogos com atenção especial ao interesse dos Estados em desenvolvimento no uso da transmissão direta internacional de televisão para acelerar seu desenvolvimento nacional.

4. Nos “Princípios sobre Sensoriamento Remoto”⁷, aprovados na Resolução 41/65 da Assembléia Geral da ONU, de 9 de dezembro de 1986, há duas menções aos países em desenvolvimento:

“Princípio II

As atividades de sensoriamento remoto deverão ter em mira o bem e o interesse de todos os Estados, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico, levando em especial consideração as necessidades dos países em desenvolvimento.”

“Princípio XII

O Estado sensoriado deverá ter acesso aos dados primários e processados relativos ao território sob sua jurisdição, assim que forem

⁷ *Direito Espacial – Coletânea de convenções, atos internacionais e diversas disposições legais em vigor*, pp. 57-59.

produzidos, em base não discriminatória e a um custo razoável. O Estado sensoriado deverá ter acesso, também, em base não discriminatória e nas mesmas condições e termos, à informação analisada relativa ao território sob sua jurisdição, disponível nos domínios de qualquer outro Estado participante de atividades de sensoriamento remoto, levando-se em especial consideração as necessidades e interesses dos países em desenvolvimento.”

Os “Princípios sobre Sensoriamento Remoto”, de 1986, foram aprovados por consenso no Copuos, ao contrário dos princípios sobre transmissão direta internacional de televisão por satélite, em 1982. Em quatro anos, portanto, os países em desenvolvimento se convenceram de que não adiantava derrotar os países desenvolvidos no voto, sobretudo em matéria de tecnologia de ponta que só estes dominam.

A questão do sensoriamento remoto por satélite foi discutida no Subcomitê Jurídico do Copuos durante 15 anos. As divergências entre os dois grupos de países eram fundamentais. Os países em desenvolvimento, mais uma vez, estavam preocupados com a proteção da soberania nacional, o consentimento prévio e o controle pelos países sensoriados da distribuição dos dados coletados sobre seus territórios. Os países desenvolvidos, por sua vez, sustentavam a liberdade de uso e a não discriminação na distribuição das informações obtidas através do espaço.⁸ Apesar do confronto, chegou-se, afinal, a um texto consensual.

Mas, se em 1982 a estratégia de isolar os países desenvolvidos não trouxe nenhum ganho real para os países em desenvolvimento, em 1986 o empenho em lograr uma solução de compromisso com eles rendeu bem pouco. Em ambos os casos, no essencial, prevaleceram os interesses deles.

Isto fica claro nos dois princípios (II e XII) que se referem explicitamente aos países em desenvolvimento.

O Princípio II repete, em grande parte, o primeiro parágrafo do Artigo 1º do Tratado do Espaço, já referido. Reza ele que “as atividades de sensoriamento remoto deverão ter em mira o bem e o interesse de todos os Estados, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico”. Este, claro, é um modo de frisar que os países pobres e atrasados do ponto de vista científico e tecnológico também devem ser favorecidos por tais atividades. Como se

⁸ Cocca, Aldo Armando, *The Legal Aspects Relating to the Civil Applications of Space Technology*, in *Perspectives of International Law*, Edited by Nandasiri Jasentuliyana, London: Kluwer, 1995, p. 437.

não bastasse, acrescenta-se a expressão “levando em especial consideração as necessidades dos países em desenvolvimento”.

QUE NECESSIDADES SERIAM ESTAS? ELAS NUNCA FORAM DEFINIDAS.

Embora aprovados por consenso no Copuos, os Princípios sobre Sensoriamento Remoto, de caráter meramente recomendativo, jamais tiveram o apoio geral dos países desenvolvidos para se tornarem o ponto de partida da elaboração de amplo acordo (obrigatório) sobre a relevante matéria, que poderia detalhar e consolidar as necessidades dos países em desenvolvimento merecedoras de “especial consideração”.

O Princípio XII, por seu turno, trata de questão fundamental para os países em desenvolvimento: o acesso dos países sensoriados aos dados sobre seus territórios obtidos pelos países sensoridores, em geral países desenvolvidos.

Os países em desenvolvimento defendiam o princípio do acesso prioritário dos países sensoriados aos dados a respeito de seus territórios, mas a proposta foi recusada pelos países desenvolvidos.

O texto aprovado não concede nenhum direito preferencial ao estado sensoriado. Este terá “acesso aos dados primários e processados relativos ao território sob sua jurisdição, assim que forem produzidos, em base não discriminatória e a um custo razoável”.

É positivo que o estado sensoriado tenha acesso aos dados primários e processados sobre seu próprio território “assim que forem produzidos, em base não discriminatória e a um custo razoável”, mas isto é o mínimo que se poderia esperar. O mais lógico e justo seria que ele tivesse o direito de ser o primeiro a conhecer as informações a respeito de seu território. Os países desenvolvidos, porém, entenderam que tal privilégio seria um estorvo no regime de livre circulação de informações e no mercado aberto de imagens sensoriadas, como o que, afinal, se estabeleceu. Assim, o país sensoriado acabou sendo tratado como qualquer outro país com relação aos dados sobre seu próprio território, inclusive porque o conceito de “custo razoável”, elástico e impreciso, depende acima de tudo das chamadas “leis de mercado”.

Quanto à informação analisada, a situação do país sensoriado se complica ainda mais. Este tipo de informação tende a pertencer não ao Estado sensoridor mas a empresas privadas. Isto pode dificultar em muito o acesso em base não discriminatória e em condições e termos razoáveis. A informação analisada, no caso, é valioso objeto de comércio, que tem suas próprias normas. Como, então, neste contexto, levar “em

especial consideração as necessidades e interesses dos países em desenvolvimento”?

Pelo princípio do acesso não discriminatório aos dados (primados, processados ou analisados) de sensoriamento remoto, conforme a interpretação corrente, este dados:

- Devem estar sempre disponíveis, ainda que à venda — e neste caso não podem ser retirados arbitrariamente do mercado;

- Devem estar sempre disponíveis em condições iguais para todos os interessados, em direito de uso e em preço;

- Não podem ser oferecidos como exclusividade para um único comprador; e

- Não podem ser vendidos a preços que dificultem sua compra pelos países menos desenvolvidos.

À falta de um acordo internacional, no entanto, não há garantias legais de respeito a estas exigências, contra decisões unilaterais e arbitrárias. Vale lembrar que, durante a “Guerra do Golfo” em 1990 e 1991, a empresa francesa Spot-Image e a norte-americana Eosat cortaram a venda de imagens não só ao Iraque como a outros países árabes.

Os países em desenvolvimento, portanto, tem sérias razões para preconizarem a celebração de um acordo sobre sensoriamento remoto, embora na conjuntura atual do mundo isto seja muito pouco viável, dada a oposição dos mais poderosos países desenvolvidos.

É possível que a necessidade de regular mais apropriadamente este assunto venha a ser realçada pela comercialização por empresas privadas – a iniciar-se em 1999 – de imagens de resolução de 1 metro e até menos – antes de uso exclusivo de operações militares de reconhecimento – que levantam sérios problemas de controle de atividades humanas e industriais.⁹

Basta dizer que tal recurso já é considerado valioso para os programas de “inteligência competitiva”, que incluem: avaliação dos projetos de obras do concorrente durante sua construção para avaliar o tipo, a função e os possíveis níveis de produção dos equipamentos a serem instalados; observação dos movimentos de saída de uma fábrica para determinar sua capacidade e seu ritmo de produção; exame dos novos

⁹ Sgrosso, Gabriella Catalano, *Le point de vie du juriste*, in *Droit, Télédétection et Environnement*, sous la direction de Simone Sourteis, France, Sides, 1994, pp. 197-208.

tipos de containers para navios ou do aumento da frota de caminhões ou vagões utilizados na distribuição dos produtos; e monitoramento dos avanços da concorrência no campo das redes de comunicação.¹⁰

Também enfatizam a carência de um trabalho legislativo internacional mais sério a respeito, os comentários de Bin Cheng, professor emérito da Universidade de Londres sobre o que nos resta hoje em matéria de regulamentação do sensoriamento remoto por satélite: “extensão do limite do espaço nacional, criminalização pelo direito nacional dos danos e prejuízos causados fora do país, e apelo ao princípio da boa vizinhança.”

Isto significa que as atividades de sensoriamento remoto por satélite, apesar de seu inequívoco caráter internacional, continuam, na prática, sendo regidas pelo direito interno de alguns países, o que configura clara anomalia. Não por acaso, Bin Cheng conclui suas considerações perguntando se, afinal, valeu a pena gastar 15 anos na elaboração dos princípios aprovados em 1986. A seu ver, como na fábula de Esopo, a montanha deu à luz a um ridículo rato.¹¹

5. A Constituição da União Internacional de Telecomunicações (UIT), aprovada em Genebra em 1992, ora em vigor, salienta, em seu Artigo 44 (ex-Artigo 33 da Convenção da UIT de 1982), “as necessidades especiais dos países em desenvolvimento”.

Este artigo, de suma importância, estabelece os princípios gerais que regem a alocação e o uso de posições na órbita geoestacionária e de suas respectivas frequências de rádio.

Ele está assim formulado:

“1. Os membros devem empenhar-se para limitar o número de frequências e o espectro utilizado ao mínimo indispensável para assegurar, de maneira satisfatória, o funcionamento dos serviços necessários. Para este fim, tentarão aplicar, no menor prazo possível, os mais recentes avanços técnicos.

2. No uso das faixas de frequências para serviços de radiocomunicações, os membros devem considerar que as frequências e a órbita dos satélites geoestacionários são recursos naturais limitados e que devem ser utilizados de forma eficaz e econômica, conforme as disposições dos Regulamentos de Radiocomunicações, para permitir o acesso equitativo

¹⁰ *Space News*, May, 3, 1999. Título da matéria: “New imagers might reveal corporate secrets – Use of high-resolution data raises privacy concerns”.

¹¹ Cheng, Bin, *Studies in International Space Law*, Oxford University Press, New York, 1997, p. 597.

a essa órbita e a essas frequências aos diferentes países ou grupo de países, tendo em conta as necessidades especiais dos países em desenvolvimento e a situação geográfica de determinados países.”¹²

A expressão “necessidades especiais dos países em desenvolvimento”, neste caso, está relacionada, antes de mais nada, com a garantia de acesso destes países aos recursos órbita/frequência, definidos como “recursos naturais limitados”.

Já na Conferência da UIT de 1963, quando apenas se iniciavam as telecomunicações por satélite, os países em desenvolvimento frisaram que tais recursos naturais poderiam acabar monopolizados pelos países desenvolvidos, se fosse mantida a regra do “first come, first served” (quem primeiro chegar será servido), que também passava a ser adotado para a distribuição de posições orbitais e suas frequências.

Desde então, nunca mais os países em desenvolvimento deixaram de reiterar esta preocupação, que se tornou crescente. Tanto que dela nasceu a proposta de um novo princípio: o do acesso equitativo à órbita geoestacionária – a chamada “órbita milionária”, por onde ainda hoje se realizam os mais prósperos sistemas de telecomunicações por satélite, seja para serviços fixos ou móveis, seja para serviços de radiodifusão.

Na Conferência da UIT de 1977, o novo princípio materializou-se pela primeira vez na decisão adotada de congelar a regra do “first come, first served” para transmissão direta de televisão, abrindo caminho a uma solução que atendesse de alguma forma os anseios dos países em desenvolvimento.

A seguir, a Conferência da UIT de 1979 aprovou duas recomendações sobre o tema.

A primeira, formulando um apelo em prol dos direitos iguais de todos os países no uso dos recursos órbita/frequência, indica que o registro da frequência e seu uso não conferem prioridade permanente a qualquer Estado ou grupo de Estados e não podem impedir o estabelecimento dos sistemas espaciais de outros Estados.

E a segunda, que convoca a Conferência da UIT de 1985/88, define como um de seus objetivos o de “garantir na prática, para todos os países, o acesso equitativo à órbita de satélites geoestacionários e às faixas de frequência alocadas para os serviços espaciais”.¹³

¹² *Final Acts of the Additional Plenipotentiary Conference (Geneva, 1992), Constitution and Convention of the International Telecommunication Union – Optional Protocol, Resolutions, Recommendation*, International Telecommunication Union (ITU), 1993 (ISBN 92-61-04771-8), p. 36 (a tradução é de responsabilidade do autor).

¹³ *Final Acts, World Administrative Radio Conference, Geneva, 1979, RESPB-1.*

Em 1982, nesta mesma linha, a Unispace II – 2ª Conferência das Nações Unidas sobre a Exploração e o Uso Pacífico do Espaço Exterior (a 1ª fora realizada em 1968 e a 3ª está marcada para julho de 1999), convocada em grande parte por pressão dos países em desenvolvimento, tratou do acesso de todos os países aos benefícios das atividades espaciais, em especial aos benefícios da utilização da órbita geoestacionária e suas frequências. O encontro reconheceu que as posições na órbita geoestacionária e suas frequências são recursos únicos e que a otimização de seu uso exige um “planejamento e/ou organização” capaz de levar em conta necessidades presentes e futuras e, especificamente, as necessidades dos países em desenvolvimento.

A Conferência da UIT de 1985/88, por fim, ao mesmo tempo em que manteve a regra do “first come, first served”, aprovou um plano de alocação *a priori*, permitindo que cada Estado satisfaça suas necessidades para o estabelecimento de um serviço nacional, tendo assegurado, pelo menos, uma posição orbital, dentro de ato e de faixa pré-determinados. Segundo a decisão, o novo método de planejamento deve “garantir na prática, para todos os países, o acesso equitativo (aos recursos órbita/frequência), levando em consideração as necessidades especiais dos países em desenvolvimento”.¹⁴

Este tema foi ganhando maior dimensão na medida em que passou a se agravar o congestionamento de satélites nos trechos da órbita geoestacionária mais procurados para serviços de telecomunicações, como por exemplo na parte situada sobre a Ásia.

Hoje, portanto, há duas vias de acesso aos referidos recursos:

1) a do “first come, first served”, defendida pelos países desenvolvidos em nome da eficácia tecnológica e econômica no uso de um recurso limitado; e

2) a da planificação *a priori*, conquistada pelos países em desenvolvimento com base no princípio da equidade.¹⁵

Esta duplicidade consagrada pela Conferência da UIT de 1985/88, após tantos anos de acirrados debates, representou clara acomodação de interesses entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.¹⁶

¹⁴ Conference Document 324 (Rev. 1), 15 September 1985.

¹⁵ Ravillon, Laurence, *Les Telecommunications par satellite*, Université de Bourgogne – CNRS, France, Editions Litec-Credimi, 1997, pp. 53-57.

¹⁶ Christol, Carl Q., *Space Law, Past, Present and Future*, The Netherlands: Kluwer, 1991, p. 156.

Ocorre que apenas algumas formas de utilização dos recursos órbita/freqüência são de fato submetidas ao princípio do acesso equitativo. Isto demonstra que a solução encontrada é parcial e limitada. Além do mais, como salienta o professor francês Armand Roth, o regime (*a priori*) “não leva em conta os meios técnicos e financeiros necessários ao acesso às telecomunicações espaciais dos países em desvantagem”. Ainda falta, portanto, uma resposta global e profunda ao problema do acesso dos Estados à órbita geoestacionária.¹⁷

Assim, esta que provavelmente seja a maior vitória dos países em desenvolvimento nas lutas pelo reconhecimento de seus interesses e necessidades especiais, está longe de ter alcançado a dimensão política e jurídica que parecia ter ao longo das discussões.

6. Em caso de acidente com um objeto espacial movido a energia nuclear que retornou à Terra, “as necessidades especiais dos países em desenvolvimento” devem merecer atenção por parte do país lançador, bem como dos países e das organizações internacionais com capacidade técnica para prestar socorro em tal situação.

Esta deferência é recomendada pelo princípio 7 dos “Princípios Relativos ao Uso de Fontes de Energia Nuclear no Espaço Exterior”, documento aprovado pela Assembléia Geral da ONU, em 14 de dezembro de 1992, em sua Resolução 47/68.¹⁸

Este dispositivo diz:

“Princípio 7. Assistência aos Estados

1. Após a notificação de reingresso previsto na atmosfera da Terra de um objeto espacial portador de fonte de energia nuclear e seus componentes, todos os Estados que possuem instalações de vigilância e rastreamento, comunicarão, com a maior rapidez possível, ao Secretário Geral das Nações Unidas e ao Estado interessado, em conformidade com o espírito de cooperação internacional, a informação pertinente de que disponham sobre o funcionamento defeituoso do objeto espacial portador de fonte de energia nuclear, a fim de que os Estados que possam ser afetados avaliem a situação e tomem as medidas de precaução que considerarem necessárias.

2. Depois do reingresso na atmosfera da Terra de objeto espacial portador de fonte de energia nuclear e seus componentes:

¹⁷ Roth, Armand, *La prohibition de l'appropriation et les régimes d'accès aux espaces extra-terrestres*, Press Universitaire de France, Paris, 1992, pp. 245-6.

¹⁸ *Direito Espacial – Coletânea de convenções, atos internacionais e diversas disposições legais em vigor*, pp. 69-74.

a) O Estado de lançamento deverá oferecer imediatamente e, se o Estado afetado o solicitar, deverá prestar imediatamente a assistência necessária para eliminar os efeitos prejudiciais reais e possíveis, inclusive a assistência para se determinar a localização da zona de impacto da fonte de energia nuclear na superfície da Terra, detectar o material que reingressou e realizar operações de recuperação e limpeza;

b) Todos os demais Estados que tenham a capacidade técnica pertinente e as organizações internacionais que possuam esta capacidade técnica deverão proporcionar a assistência necessária, na medida do possível e sob prévia solicitação do Estado afetado.

Ao se prestar assistência em conformidade com o disposto nos parágrafos a) e b) *supra*, deverão ser levadas em consideração as necessidades especiais dos países em desenvolvimento.”

O monitoramento de um objeto espacial em pane, munido de fonte de energia nuclear, e os cálculos sobre sua trajetória de reingresso na atmosfera são operações especializadas e extremamente onerosas. O mesmo se pode dizer das ações de assistência necessárias em caso de acidente em Terra provocado pela caída de tal artefato.

Vale supor que os autores dos princípios sobre o uso da energia nuclear no espaço partiram, corretamente, da premissa de que os países em desenvolvimento afetados não teriam meios tecnológicos nem financeiros para enfrentar o desastre, sendo então indispensável a ajuda dos países desenvolvidos e organizações internacionais.¹⁹

Esta questão, no entanto, permanece até hoje não regulamentada em termos de um acordo internacional, como seria desejável, no qual o apoio específico aos países em desenvolvimento atingidos por um acidente nuclear espacial certamente poderia ganhar um ordenamento mais detalhado, preciso e seguro.

7. Os países em desenvolvimento aparecem com destaque já no próprio título da “Declaração sobre a Cooperação Internacional na Exploração e Uso do Espaço Exterior em Benefício e no Interesse de todos os Estados, levando em Especial Consideração as Necessidades dos Países em Desenvolvimento”, aprovada pela Assembleia Geral da ONU em sua Resolução 51/122, de 13 de dezembro de 1996.²⁰ Eles são citados nominalmente em três tópicos deste documento:

¹⁹ Benkö, Marietta, and Gebhard, Jürgen, *The Use of Nuclear Power Sources in Outer Space*, in *International Space Law in the Making – Current Issues in the UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, edited by Marietta Benkö and Kai-Uwe Schrogl, Editions Frontières, France, 1993, p. 41.

²⁰ *Direito Espacial – Coletânea de convenções, atos internacionais e diversas disposições legais em vigor*, pp. 77-8.

“1. A cooperação internacional na exploração e uso do espaço exterior para fins pacíficos (daqui por diante designada de “cooperação internacional”) deve ser conduzida de acordo com as normas do Direito Internacional, inclusive a Carta das Nações Unidas e o Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Exterior, inclusive a Lua e demais Corpos Celestes. Ela deve ter em mira o bem e interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico, e é incumbência de toda a humanidade. As necessidades dos países em desenvolvimento devem ser levadas em especial consideração.”

“3. Todos os Estados, especialmente aqueles com importante capacidade espacial e com programas de exploração e uso do espaço exterior, devem contribuir para a promoção e o avanço da cooperação internacional em bases equitativas e mutuamente aceitáveis. Neste contexto, atenção especial deve ser prestada ao bem e ao interesse dos países em desenvolvimento e países com programas espaciais incipientes decorrentes desta cooperação internacional promovida com países dotados de capacidade espacial mais avançada.”

“5. A cooperação internacional, ao levar em especial consideração as necessidades dos países em desenvolvimento, deve perseguir, *inter alia*, os seguintes objetivos, tendo em vista eficiente alocação de recursos:

- Promover o desenvolvimento da ciência e tecnologia espaciais e de suas aplicações;

- Estimular o desenvolvimento das capacidades espaciais relevantes e apropriadas nos países interessados;

- Facilitar o intercâmbio de especialistas e de tecnologias entre os Estados, em bases mutuamente aceitáveis.” Conhecida como “Declaração sobre Benefícios Espaciais”, esta resolução da Assembleia Geral da ONU, da mesma forma que as anteriores, não tem força obrigatória.

Ela é resultado de acalorado debate entre países em desenvolvimento e desenvolvidos, no Subcomitê Jurídico do Copuos, sobre como interpretar o § 1º do Artigo 1º do Tratado do Espaço (“A exploração e o uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, deverão ter em mira o bem e o interesse de todos os países, qualquer que seja o estágio de seu desenvolvimento econômico e científico, e são incumbência de toda a humanidade.”).

Em 1988, os países em desenvolvimento lograram aprovação consensual do Subcomitê Jurídico do Copuos para incluir em sua agenda de trabalho o item, cujo longo título por si só já refletia as dificuldades

políticas e jurídicas envolvidas: “Considerações sobre os aspectos legais relativos à aplicação do princípio de que a exploração e o uso do espaço exterior deverão ter em mira o bem e o interesse de todos os Estados, levando em especial consideração as necessidades dos países em desenvolvimento.”

Os países desenvolvidos concordaram com a proposta desde que ela fosse apenas discutida e não tivesse em vista a elaboração de um projeto de texto legal.²¹

Para sua surpresa, em 1991, nove países (Brasil, Chile, Mexico, Nigéria, Paquistão, Filipinas, Uruguai e Argentina) apresentaram um *working paper* com o projeto intitulado “Princípios sobre Cooperação Internacional na Exploração e Uso do Espaço Cósmico para Fins Pacíficos”²². Eis os principais pontos da proposta:

- Os países com destacada competência espacial têm “especial responsabilidade pela promoção e fomento da cooperação em ciência e tecnologia espaciais e em suas aplicações”;

- “Todos os Estados devem ter acesso aos conhecimentos e aplicações decorrentes da exploração e uso do espaço exterior, em bases equitativas, não discriminatórias e adequadas”;

- Os países com programas espaciais “devem permitir o acesso, aos conhecimentos e aplicações deles resultantes, dos outros países, em particular dos países em desenvolvimento, mediante programas de cooperação destinados a este fim”;

- As condições oferecidas a um país, em programas especiais de cooperação espacial, devem ser estendidas aos outros países;

- Os países em desenvolvimento devem gozar de tratamento especial; a eles deve ser dada preferência nos programas de difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos; e deles não deve se exigir reciprocidade;

- O principal objetivo da cooperação espacial deve ser o desenvolvimento da competência interna de todos os países em ciência e tecnologia espaciais e suas aplicações;

²¹ Benkö, Marietta, and Schrogl, Kai-Uwe, *The 1996 UN-Declaration on “Space Benefits” Ending the North-South Debate on Space Cooperation*, Proceedings of The 39th Colloquium on The Law of Outer Space, October 7-11, 1996, Beijing, China, p. 183.

²² UN Doc A/AC.115/C.2/L.182 of 9 April 1991. Monserrat Filho, José, *Novo conceito de cooperação espacial*, com o texto completo do projeto de “Princípios sobre Cooperação Internacional na Exploração e Uso do Espaço Exterior para Fins Pacíficos”, *Revista Brasileira de Direito Aeroespacial*, nº 56, de janeiro/fevereiro de 1992.

- Os Estados devem promover o intercâmbio de materiais e equipamentos para uso e exploração do espaço e a transferência de suas tecnologias em condições justas e equitativas de preço e pagamento; e

- Nenhum condicionamento arbitrário ou discriminatório pode ser aplicado aos conhecimentos ou aplicações referentes à exploração e uso do espaço para fins pacíficos.

Os países desenvolvidos reagiram de forma ríspida. Não aceitaram sequer discutir a proposta. Na visão deles, os países em desenvolvimento, com base na concepção de uma nova ordem econômica internacional surgida ainda nos anos 70, perseguiram objetivos inadmissíveis: a “cooperação forçada”, a “transferência automática de recursos financeiros e tecnológicos do Norte para o Sul”, a “revolução redistributiva na cooperação espacial internacional”.²³

Ante tão dura reação, em 1993, o mesmo grupo de países em desenvolvimento (mais a Colômbia) refez sua proposta, procurando torná-la palatável aos países desenvolvidos.²⁴

Onde antes se dizia que os países com destacada competência espacial têm “especial responsabilidade pela promoção e fomento da cooperação em ciência e tecnologia espaciais e em suas aplicações”, agora se afirmava que eles “devem contribuir” para a promoção e fomento da cooperação espacial. E adicionava-se um tópico de interesse dos países desenvolvidos: “Os Estados são soberanos para decidir as modalidades de sua cooperação, levando em conta a solidariedade e a equidade que deve prevalecer na exploração e uso do espaço exterior para fins pacíficos, como incumbência de toda a humanidade, especialmente no quadro da cooperação multilateral.” Na nova versão, em lugar de “permitir o acesso aos conhecimentos e aplicações” de seus programas espaciais, os países industrializados deveriam apenas “facilitar” este acesso.

Mantinha-se, contudo, o desenvolvimento da competência interna de todos os países como “principal objetivo” da cooperação espacial.

Em 1995, Alemanha e França, percebendo a possibilidade de negociação, formularam uma proposta²⁵ com as principais posições dos países desenvolvidos — basicamente duas:

²³ Berkö, M. & Schrogl, K. U., *International Space Law in the Making*, Editions Frontières, Gif-sur-Yvette, 1993, pp. 195-231.

²⁴ UN Doc A/AC.115/C.2/L.182/Rev. 1 of 31 March 1993.

²⁵ UN Doc. A/Ac.105/C.2/L.197 of 27 March 1995. Berkö, M. & Schrogl, “*Space Benefits*” – *towards a useful framework for international cooperation*, in *Space Policy* (11,1) 1995.

1) Os Estados são livres para determinar todos os aspectos de sua cooperação internacional, seja bilateral ou multilateral, comercial ou não-comercial; e

2) Os Estados devem escolher a forma mais efetiva e apropriada de cooperação tendo em vista aplicar eficientemente os seus recursos.

Também em 1995, os países em desenvolvimento ofereceram uma terceira versão de sua proposta²⁶, já visando uma solução de compromisso.

Apesar das divergências ainda subsistentes, o acordo veio mais rápido do que se esperava. Em março de 1996, os representantes da Alemanha, França e Brasil prepararam um projeto conjunto, que acabou aprovado logo em junho do mesmo ano pelo Copuos e em dezembro pela Assembléia Geral da ONU.

Segundo Marietta Benkö e Kai-Uwe Schrogl, da Alemanha, “longe o mais importante”, neste processo, é que “todos os Estados membros do Copuos, finalmente, concordaram com os fundamentos de um regime liberal, como o apresentado pela proposta germano-francesa, que ainda refletiram, em grande parte, o último projeto dos países em desenvolvimento”.²⁷

Vejamos o que a Declaração adotada recomenda com relação a estes países.

O § 1º apenas repete os Artigos 1º e 3º do Tratado do Espaço e reafirma que “as necessidades dos países em desenvolvimento devem ser levadas em especial consideração”.

O § 3º indica que os países com programas espaciais “devem contribuir para a promoção e o avanço da cooperação internacional em bases equitativas e mutuamente aceitáveis”, prestando “atenção especial” “ao bem e ao interesse dos países em desenvolvimento”. Ou, na interpretação dos já citados Marietta Benkö e Kai-Uwe Schrogl, “as potências espaciais não devem esquecer de integrar os países em desenvolvimento na exploração espacial”. Este parágrafo deixa a critério das partes a decisão de cooperar, o que, como mostra a experiência, coloca em situação de vantagem o lado mais forte do ponto de vista financeiro e tecnológico.

²⁶ UN Doc A/AC.115/C.2/L.182/Rev. 2 of 23 March 1995.

²⁷ Benkö, Marietta, and Schrogl, Kai-Uwe, *The 1996 UN-Declaration on “Space Benefits” Ending the North-South Debate on Space Cooperation*, Proceedings of The 39th Colloquium on The Law of Outer Space, October 7-11, 1996, Beijing, China, p. 185.

O § 5º alinha os objetivos da cooperação internacional que leva “em especial consideração as necessidades dos países”, ressaltando a importância da “eficiente alocação de recursos”. Entre os objetivos fixados estão o de estimular o desenvolvimento da competência interna nos “países interessados” e o de facilitar o intercâmbio de especialistas e tecnologias entre os países, “em bases mutuamente aceitáveis”. Este parágrafo reforça o espírito “liberal” que permeia a Declaração, vinculando a cooperação internacional à “eficiente alocação de recursos” e a transferência de tecnologia espacial às condições aceitáveis por quem a detém.

Esta visão, cabe salientar, aparece com extrema clareza no § 2, que reza:

“Os Estados têm liberdade para definir todos os aspectos de sua participação na cooperação para a exploração e uso do espaço exterior, em bases eqüitativas e mutuamente aceitáveis. Os termos contratuais destes empreendimentos cooperativos devem ser justos e razoáveis e estar em plena conformidade com os direitos e interesses legítimos das partes concernentes, como, por exemplo, com os direitos de propriedade industrial.”

Sintomaticamente, o prof. Manuel A. Ferrer, da Argentina, considerou “realista” o documento²⁸, enquanto o embaixador Raimundo Gonzáles Animat, representante do Chile no Copuos, notou muito bem que “em alguns de seus parágrafos operativos há uma porta de escape para que esta cooperação fique de certa maneira sujeita ao que opine o país que vai outorgar esta cooperação, o que, a meu juízo, de um ponto de vista estritamente jurídico, dá certa imprecisão e uma falta de consistência com os princípios fundamentais”.²⁹

O prof. Bin Cheng, do Reino Unido, por sua vez, ao mesmo tempo em que saudou a deliberação de que “a cooperação internacional deve ser voluntária e realizada em termos ‘justos’ e ‘razoáveis’”, fez questão de “lembrar aos países com competência espacial que deve ser de seu próprio interesse a longo prazo que a tecnologia e os benefícios espaciais sejam compartilhados na medida mais ampla possível”, pois “até o mais mercantilista dos Estados deve perceber que, numa visão larga, será melhor viver num mundo habitado, não por bocas famintas, mas por clientes abastados”.³⁰

²⁸ Ferrer, Manuel A., *Proyecto de Resolucion del Copuos sobre Cooperacion Internacional*, Cida-E, Revista del Centro de Investigaciones y Difusion Aeronautico-Espacial, Año XII, nº 22, 1997, p. 36.

²⁹ Gonzales Animat, Raimundo, *Reflexiones sobre el Desarrollo del Derecho Espacial*, Cida-E, Revista del Centro de Investigaciones y Difusion Aeronautico-Espacial, Año XII, nº 22, 1997, p. 43.

³⁰ Cheng, Bin, *The 1967 Space Treaty: Thirty Years On*, Proceedings of The 40th Colloquium on The Law of Outer Space, October 6-10, 1997, Turin, Italy, p. XXVI.

Na realidade, o documento resguarda plenamente os interesses essenciais dos países desenvolvidos e exorta-os a demonstrarem compreensão e boa vontade em seus programas de cooperação espacial com os países em desenvolvimento.

O lado forte desta relação são, de fato, os países desenvolvidos. Por isto, com certeza, N. Jasentuliyana, diretor do Escritório da ONU para Assuntos Espaciais e presidente do Instituto Internacional de Direito Espacial, observou diplomaticamente: “Enquanto a elaboração de um conjunto de princípios pode, ao final, revelar-se útil, medidas imediatas podem ser tomadas para melhorar o acesso de todos os países aos benefícios das tecnologias espaciais. Se todos querem, é possível estabelecer programas que estimulem a participação de todos os países e, através disso, todos os países deverão de se beneficiar.” Assim, frisa ele, “os países industrializados não de alcançar importantes benefícios na forma de maior estabilidade e segurança regionais e internacionais”.³¹

À GUIA DE CONCLUSÃO

Marietta Benkö e Kai-Uwe Schrogl assinalaram, otimistas, a propósito da aprovação da Declaração sobre Benefícios Espaciais, que este fato “marca o fim do debate Norte-Sul sobre a cooperação e a transferência de recursos como ações forçadas” e que “a Declaração, ao fornecer uma interpretação autorizada do princípio da cooperação constante no Artigo 1º do Tratado do Espaço, impede novos confrontos em nível político geral”.

Finda a Guerra Fria, os países desenvolvidos puderam acelerar o processo de globalização econômico-financeira, que, pelo menos neste período, lhes é francamente favorável. Eles estão hoje na liderança e no comando do mundo. Os países em desenvolvimento, por seu turno, perderam o campo de manobras e as oportunidades políticas que tinham graças, em grande parte, à longa rivalidade entre os blocos liderados pelos EUA e pela ex-URSS.

Neste novo contexto, a idéia de cooperação compulsória, imposta juridicamente, sobretudo em áreas de tecnologia de ponta, surge, mais do que nunca, como uma incongruência. A discussão em torno desta fórmula estreita, baseada em confronto direto e insustentável, parece, de fato, ter chegado ao fim.

³¹ Jasentuliyana, Nandasiri, *Ensuring equal access to the benefits of space technology for all countries*, Space Policy, Volume 10, Number 1, February 1994, pp. 17-18.

Mas, provavelmente, é prematuro afirmar que interpretação dada na Declaração sobre Benefícios Espaciais ao Artigo 1º do Tratado do Espaço esgote a questão e elimine a possibilidade de novas controvérsias entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Na verdade, os dramáticos problemas de relacionamento entre estes dois grupos de países, que hoje ocupam o centro da evolução social e humana do planeta, estão cada vez mais distantes de terem sido resolvidos. E, neste quadro, tratar como parceiros iguais em contratos e negócios países em crescente processo de desigualdade é também uma fórmula estreita e condenada ao fracasso, pois ignora as imensas dificuldades do subdesenvolvimento da maior parte dos países e agrava seus efeitos perversos.³²

Superar esta situação é um dos maiores desafios que se projetam no século XXI.

Felizmente já se amplia a consciência – como testemunham palavras do próprio diretor-geral da Organização Mundial do Comércio (OMC), Renato Ruggiero – de que “o desenvolvimento é desafio global que requer soluções globais”, envolvendo todos os atores internacionais e nacionais no mais alto nível, pois “sem um coerente plano para enfrentar a inaceitável marginalização que vemos no mundo de hoje, corremos o risco de construir esta nova economia global sobre alicerces de areia”.³³

Esta tarefa exige um labor político e jurídico sem precedentes. Ainda assim, a experiência acumulada pelo emprego em instrumentos internacionais da expressão “interesses e necessidades dos países em desenvolvimento” e versões similares, cujos pontos essenciais tentamos mostrar neste trabalho, é acervo nada desprezível na nova etapa, sobretudo para não lhe repetir os erros e levar adiante, mais competente e amadurecida, a luta ininterrompível pelo desenvolvimento e pela justiça.

O direito defronta-se com a mais impossível de suas missões na história.

³² Flory, Maurice, *Mondialisation et Droit du Développement*, Revue Générale de Droit International Public, N° 3, Juillet-Août-Septembre de 1997.

³³ Discurso do diretor-geral da Organização Mundial do Comércio (OMC), Renato Ruggiero, perante o Comitê Preparatório do Grupo dos 77 para a X UNCTAD (Conferência da ONU sobre Comércio e Desenvolvimento), em Genebra, em 13 de abril de 1999. Ver no endereço eletrônico <<http://www.wto.org/wto/speeches/unstad77.htm>>

BIBLIOGRAFIA

- Andem, M, *International Legal Problems in the Peaceful Exploration and Use of Outer Space*, University Lapland Publications in Law, Series B20, Rovaniemi, 1993. Baker, A. J. Young, *Law and Policy in the Space Station Era*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1989.
- Bender, R., *Launching and Operating Satellites – Legal Issues*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1998.
- Berkö, M. & Schrogl, K. U., *International Space Law in the Making*, Editions Frontières, Gif-sur-Yvette, 1993.
- Christol, Carl Q., *Space Law, Past, Present and Future*, The Netherlands: Kluwer, 1991.
- Chronique des Activités spatiales. Aspects juridiques et politiques*. Jan. 1991-Juin 1992, Centre d'études et de recherches sur le droit de l'espace, Paris, 1993.
- Couston, M., *Droit spatial économique, Régimes applicables à l'exploration de l'espace, Sides*, 1993.
- Diederiks-Verschoor, Isabella Henrietta Philepina, *An introduction to space law*, The Netherlands: Kluwer, 1993.
- Documents d'études, droit international public, Le droit de l'espace*, Textes réunis et commentés par Simone Courteix, La documentation Française, N° 3.04 édition 1990
- Droit de l'espace*, sous la direction de Jacqueline Dutheil de la Rochère, Editions Pedone, Paris, 1988.
- Ducasse, E., *L'Europe des télécommunications par satellite entre libéralisation et coopération*. Etude réalisée avec le concours de l'European Center of Space Law (ECSL) et sous la direction de Mme. Courteix, ECSL, 1993.
- El Cosmos y el Derecho, Instituto del Derecho y del Estado de la Academia de Ciências de la URSS, Moscú, 1985.
- Ferrer (h), Manuel Augusto, *Derecho Espacial*, Editorial Plus Ultra, Buenos Aires, 1976.
- Fisher, David, *Prior Consent to International Direct Satellite Broadcasting*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1990.
- Grove, Stephen, *Developments in Space Law*, Martinus Nijhoff Publishers, 1991.
- International Space Law in the Making – Current Issues in the UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, edited by Marietta Benkö and Kai-Uwe Schrogl, Editions Frontières, France, 1993.
- Jasentuliyana, Nandasiri, *The Future of International Telecommunication Law*, in Anghie and G. Sturgess (eds) *Legal Visions of the 21st Century*:
- Essays in Honour of Judge Christopher Weeramantry, pp. 391-423, Kluwer Law International, The Netherlands, 1998.

- Lachs, Manfred, *El Derecho del espacio ultraterrestre*, Fondo de Cultura Económica, México, 1977. Martin, Pierre-Marie, *Le droit de l'espace*, Presses Universitaires de France, Paris, 1991.
- Martin, Pierre-Marie, *Droit des activités spatiales*, Masson, Paris, 1992. Masouyé, Claude, *Un nouveau traité international en matière de communications spatiales*, Journal du droit international, N° 3, Juillet-Août-Septembre de 1980, Ed. Techniques, Paris.
- Monserrat Filho, José, *Introdução ao Direito Espacial*, Sociedade Brasileira de Direito Aeroespacial, Rio de Janeiro, 1998.
- Mosteshar, Sa'id, *EC Regulation of Telecommunications, Telecommunications Systems and Services*, Martinus Nijhoff Publications, 1993.
- Outer Space - A Source of Conflict or Co-operation?*, Edited by Bhupendra Jasani, United Nations University Press, 1991.
- Outlook on Space Law over the Next 30 Years – Essays published for the 30th Anniversary of the Outer Space Treaty*, Editor-in-Chief Gabriel Lafferranderie, Co-Editor Daphné Crowther, Kluwer Law International, The Netherlands, 1997.
- Perspectives on International Law*, edited by Nandasiri Jasantuliyana, Kluwer Law International, United Kingdom, 1995.
- Peyrefitte, Léopold, *Droit de l'espace*, Editions Dalloz, 1993.
- Postyshev, V. M., *Access of States to Results of Outer Space Exploration and Uses: Critical Review of Some Recent Proposals*, Proceedings 31st IISL Colloquium (Bangalore, 1988), pp. 143-146. Pritchard, Wilbur, *Satellites in Non-Geostationary Orbit: Coming Technical and Policy Issues of the 1990s*, Space Policy, Vol. 9, N° 3, Aug. 1993.
- Ravillon, Laurence, *Les Telecommunications par satellite*, Université de Bourgogne – CNRS, France, Editions Litec-Credimi, 1997.
- Reijnen, Bess C. M., *The United Nations Space Treaties Analysed*, Ed. Frontières, Paris, 1992.
- Roth, Armand D., *La prohibition de l'appropriation et les régimes d'accès aux espaces extra-terrestres*, Presses Universitaires de France, 1992.
- Smith, Milton L., *International Regulation of Satellite Communication*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1990.
- Space Law - Development and Scope, Edited by Nandasiri Jasantuliyana Praeger Publishers, Westport, Connecticut, USA, 1992.
- Space Law: Views of the Future, Tanja L. Zwaan, Editor-in Chief, Kluwer Law and Taxation Publishers, Deventer, The Netherlands, 1988.
- Traa-Engelmann, H. L. van, *Commercial Utilization of Outer Space*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrech, The Netherlands, 1993.
- Verechetin, V., Vassilevskaia, E. and Kamenetskaia, E., *Outer Space - Politics and Law*, Progress Publishers, Moscow, 1987.

Wassenbergh, Henri A., *Principles of Outer Space Law in Hindsight*, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1991.

Zukov, Genadi, and Kolossov, Iuri, *International Space Law*, Praeger Publishers, New York, 1984.

RESUMO

O presente trabalho procura examinar a evolução, o sentido, a amplitude e a importância da expressão “interesses e necessidades dos países em desenvolvimento” e dos termos similares, adotados nos documentos internacionais que regulam as atividades dos Estados na exploração e uso do espaço exterior. Esta análise parece necessária e oportuna diante da ampliação do desnível de conhecimento entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento, inclusive em matéria de pesquisas e aplicações espaciais. Não há definição precisa e segura dos interesses e necessidades espaciais dos países em desenvolvimento nos instrumentos universalmente reconhecidos que compõem o Direito Espacial em vigor. Tudo indica que tal questão precisará ser enfrentada com muito mais empenho e seriedade, se e quando a comunidade internacional resolver superar esta situação injusta, instável e perigosa, que se expande em nosso mundo interdependente.

ABSTRACT

This paper aims to examine the evolution, the meaning, the extent and the relevance of the expression “the interests and needs of the developing countries” and similar terms adopted in the international documents governing the activities of States in the exploration and use of outer space. Such an analysis is seen as necessary and suitable in the context of the widening knowledge gap between developed and developing countries, including in the space researches and applications. There is no clear and secure definition of the interests and special needs of developing countries in the instruments of the International Space Law universally recognised. That question must be faced more seriously if the international community wants to overcome the increasing unfair, unstable and dangerous situation in our interdependent world.

O Autor

JOSÉ MONSERRAT FILHO, jornalista e jurista, editor do “Jornal da Ciência”, da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), mestre em Direito Internacional pela Universidade da Amizade dos Povos, de Moscou, vice-presidente da Sociedade Brasileira de Direito Aeroespacial (SBDA), membro da Diretoria do Instituto Internacional de Direito Espacial, autor de “Introdução ao Direito Espacial”, editado pela SBDA com apoio da Agência Espacial Brasileira (AEB).

Codificação do Direito Espacial

VICENTE MAROTTA RANGEL

CONCEITO DE CODIFICAÇÃO

O interesse do tópico que nos propomos abordar se vincula com a questão mais genérica do processo legislativo do direito espacial. A indagação subsistente na codificação desse direito consiste em saber como se elaboram as normas e qual o conteúdo próprio desse mesmo direito. Importa igualmente em saber qual a sistematização - se é que existe - alcançada por essas mesmas normas.

Evidentemente, o tema da codificação não tem pertinência exclusiva com o direito espacial. Está ele relacionado, ao contrário, com todos os ramos do direito, público e privado, interno e internacional. Não há como negar que o direito espacial, conquanto possua incidência no direito interno de cada País, se insere propriamente no direito internacional, do qual é apenas um dos ramos, por sinal dos mais recentes e promissores. Releva fixar, a título preliminar, tal inserção, pois a codificação alcança, no direito internacional, características próprias, que serão adiante objeto de menção. Começemos, todavia, por indagar em que consiste a codificação e quais os propósitos em promovê-la.

A codificação consiste na conversão, em um corpo sistemático de regras escritas, das normas vigentes com pertinência a determinada matéria ou determinada relação. Tais normas, ainda que em vigor, nem sempre são escritas como ocorre, *verbi gratia*, com as de natureza consuetudinária.

Muitas vezes são avulsas, isoladas, como as que brotam de determinado fato social. Convém, pois, sistematizá-las num corpo de regras escritas. Eis, assim, o objetivo de toda codificação, pouco importando se refira ela a normas de direito público ou privado, a norma de direito interno ou do direito das gentes. Tal objetivo justifica, pois, tanto o pioneirismo de Napoleão Bonaparte na elaboração do Código Civil francês ou o empenho da Convenção de Filadélfia na gestação da primeira Constituição escrita de que se tem notícia, de 1787, como ainda o esforço envidado pela sexta conferência pan-americana, em 1928, na aprovação do Código de direito internacional privado, o chamado Código Bustamante.

Uma das características do direito espacial reside em sua origem relativamente recente, pois somente lhe seria possível existir após a colocação em órbita do primeiro satélite artificial de nosso planeta, último elo da progressão de uma cadeia tecnológica. O direito emerge dos fatos, confirmando-se assim o adágio dos antigos romanos: *ex facto jus oritur*. É, sobretudo a partir de 4 de outubro de 1957 que indagações começaram a formular-se em torno do conteúdo e da natureza das normas que deveriam compor o novo direito. Fatos relevantes subseqüentes concorreram por desafiar, como estímulo, o desenvolvimento do direito emergente, tais como o envio do primeiro homem ao espaço em 12 de abril de 1961, o desembarque na superfície lunar a 20 de julho de 1969, o acoplamento das naves Apollo e Soyuz 19, numa mesma experiência soviética-estadunidense, e o ciclo dos ônibus espaciais e das estações orbitais. Esse desenvolvimento não tem deixado prosseguir, não obstante o cunho trágico de alguns eventos, como a tragédia do Challenger, que explodiu em sua décima missão a 28 de janeiro de 1986, acarretando a morte dos seus sete tripulantes. Fatos outros estão a exigir respostas na âmbito jurídico: centenas de objetos espaciais que remanescem no cosmos ou que reentram na atmosfera terrestre; a variedade desses objetos cuja catalogação poderia abranger os satélites científicos, para telecomunicação ou para a observação da Terra, os quais incluem os satélites meteorológicos e os de sensoriamento remoto, assim como as sondas destinadas a saírem da zona de influência terrestre, e as plataformas espaciais concebidas para serem habitadas com permanência pelo homem.

A problemática da codificação nos impele a formular determinadas indagações, a saber: 1) quem codifica? ; 2) o que se codifica? ; como se codifica?

QUEM CODIFICA

A primeira indagação consiste, pois, em saber, quem codifica o direito espacial. A rigor, o poder de codificar, ou seja, o poder de elaborar ou identificar normas que rejam o comportamento dos homens e Estados no espaço exterior (ou astronáutico), pertence aos próprios Estados. Esta resposta exige, no entanto, complementação, pois a era espacial, que estamos a viver, surgiu no contexto da era das organizações internacionais que, segundo alguns, constituem mesmo a marca específica do século XX. Ora, as organizações internacionais têm personalidade jurídica própria; direção autônoma; e vontade própria à qual nem sempre é redutível a vontade dos respectivos Estados membros. O certo também é que o poder dos Estados na elaboração ou identificação das normas do direito espacial se faz a título individual ou regional. O reconhecimento ou a gestão dessas normas, que têm um alcance universal e interessam,

pois, concomitantemente aos habitantes do planeta Terra, exige a participação global de todos os Estados, e essa participação, conquanto pudesse em tese ocorrer fora do contexto das organizações internacionais, acaba se exercendo efetivamente no contexto delas, em particular no das Nações Unidas cuja legitimidade em matéria de codificação se assenta no propósito que os Estados lhe cometeram de alcançar a paz e o desenvolvimento de todos os povos. Assenta-se igualmente na competência deferida expressamente à Assembléia Geral da ONU, nos termos do art. 13, § 1º, alínea a da Carta de Organização - a de "incentivar o desenvolvimento progressivo do direito internacional e a sua codificação". Ora, a ONU é composta por Estados, os quais se fazem representar na Assembléia Geral. Em última análise, são os Estados, pois, os principais agentes da codificação do direito espacial.

O QUE SE CODIFICA

A segunda indagação que, como vimos, cabe suscitar é a seguinte: o que se codifica? Essa pergunta nos remete necessariamente ao tema das fontes do direito, ou seja, nos meios mediante os quais o direito é conhecido e aplicado. Como cada ramo tem suas próprias fontes, a codificação varia em função do ramo do direito a considerar e das fontes que lhe sejam respectivas. É fácil compreender que o conteúdo de codificação do direito interno difere do conteúdo da codificação do direito internacional. A razão está em que as fontes de um direito não coincidem necessariamente com as de outro direito. Como o direito espacial é um ramo do direito internacional (ou direito das gentes), saber qual o conteúdo efetivo ou potencial do direito espacial, requer que se explicitem as fontes do direito internacional. Tais fontes, como se sabe, estão elencadas no artigo 38 do Estatuto da Corte Internacional de Justiça.

Entre as fontes principais ali enunciadas, estão os tratados internacionais, em primeiro lugar. A codificação do direito espacial contemporânea exigiria que nela se abrangessem, quando e enquanto couberem, normas de convenções internacionais como as que já foram promulgadas entre nós, a saber, o tratado sobre princípios reguladores das atividades dos Estados na Lua e demais corpos celestes, de 27 de janeiro de 1967 (promulgado internamente pelo decreto nº 64.362, de 17 de abril de 1969); a convenção sobre salvação de astronautas, retorno de astronautas e restituição de objetos lançados no espaço exterior, de 22 de abril de 1968 (promulgada entre nós pelo decreto nº 71.989, de 26 de março de 1973), e a Convenção sobre Responsabilidade Internacional devida a danos causados por objetos espaciais, de 29 de março de 1972 (promulgada pelo decreto nº 71.981, de 22 de março de 1973). A esses atos plurilaterais, poder-se-ia acrescentar convenções a que o nosso país não se vincula como a concernente a registro de objetos lançados ao

espaço exterior, de 14 de janeiro de 1975 e a que rege as atividades dos Estados na Lua e em outros corpos celestes (o chamado Tratado da Lua), de 1979. Observe-se, porém, que o conteúdo da codificação cresce de relevância à medida que abrange normas de vigência efetiva e de aplicação difundida.

Entre as fontes principais do direito internacional, catalogam-se também os costumes internacionais e os princípios gerais de direito.

Quanto aos costumes internacionais como conteúdo de codificação, pareceria, a primeira vista, que o tempo transcorrido desde o início da era espacial, ou seja, menos de quadro décadas, não teria sido suficiente para gerá-los. O requisito de longa consuetudine há de ser visto, porém, com cautela em nossos dias em face do chamado processo vertiginoso da história. Certo é que duas regras se têm admitido como tendo natureza consuetudinária. Vigem, pois, independentemente do fomento de outras fontes. A primeira dessas regras afirma que a soberania do Estado não se estende ao espaço situado além da atmosfera terrestre; a segunda reconhece a liberdade de circulação nesse espaço, independentemente da vontade do Estado ou dos Estados que venham a ser sobrevoados. Ambas as regras são, aliás, mutuamente relacionadas; a segunda não é senão corolário da primeira. Antes do advento dessas duas normas, prevalecia, como se sabe, a regra pela qual a soberania territorial do Estado se estenderia na direção do céu, *usque ad sidera*. Tal regra era explicitada na doutrina e não possuía nenhum respaldo consuetudinário pela simples razão de inexistir outrora o uso do espaço cósmico, ou seja, o elemento objetivo apto à formação de costume. “O lançamento e colocação em órbita do primeiro satélite artificial soviético em 1957 comportou, de fato, em giro de poucas horas, o sobrevôo do território de numerosos Estados, nenhum dos quais formulava qualquer protesto, protesto esse também inexistente por ocasião da passagem de satélites subseqüentes. Essa ausência de protestos é ainda mais significativa pelo fato de que elas têm sido constantemente formuladas pelos Estados quando, sem autorização, o espaço aéreo respectivo é singrado por aviões estrangeiros. Basta recordar os numerosos incidentes aéreos levados à consideração da Corte Internacional de Justiça no curso da década de 50 e sobretudo o abatimento, em 1960, do avião U-2 dos Estados Unidos que estava efetuando um vôo de reconhecimento no espaço aéreo da União Soviética. Não apenas a União Soviética protestou energicamente contra a violação de sua soberania senão também a juridicidade da posição de Moscou foi reconhecida pela maioria dos Membros do Conselho de Segurança. Desde então, outros incidentes ocorreram como o do abatimento, igualmente em 1960, de um bombardeiro americano RB-47 ao longo da costa soviética, dos quais emerge a tese de que o reconhecimento do território somente é lícito quando efetuado a partir

do espaço aéreo superjacente do alto mar. É o que nos esclarece Pocar, em obra recente.

Quanto a princípios gerais de direito, cabe observar que, desde os primórdios da era astronáutica, se cuidou de precisá-los. A Assembléia Geral das Nações Unidas os consignou na resolução nº 1962 (XVIII), de 13 de dezembro de 1963, e os explicitou no tratado internacional por ela adotado cerca de três anos mais tarde, em 19 de dezembro de 1966, ou seja, o tratado concernente a “princípios reguladores das atividades dos Estados na exploração e uso do espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes”. Tais princípios são os seguintes: 1) a exploração e uso do espaço cósmico devem ter em mira o bem e interesse de todos os países e são incumbência de toda a humanidade; 2) o espaço cósmico não pode ser objeto de apropriação nacional; 3) o espaço cósmico poderá ser explorado e utilizado livremente por todos os Estados, sem qualquer discriminação, em condições de igualdade e em conformidade com o direito internacional, devendo haver liberdade de acesso a todas as regiões dos corpos celestes; 4) os astronautas são considerados como enviados da humanidade no espaço cósmico.

Quanto às fontes secundárias do direito internacional, cabe menção à jurisprudência internacional e à doutrina, sendo de notar inexistente, até agora, sentenças de Tribunais internacionais concernentes à utilização do espaço cósmico. A doutrina, sim, tem contribuição a registrar, tendo sido ela a primeira a dá-la no tempo. Recordo-me, a propósito, que, transcorrido pouco mais de um ano do lançamento do “Sputnik”, em artigo publicado na Revista da Universidade Católica de São Paulo (e depois reproduzido na Revista dos Tribunais, vol. 291, pp.28 e segs.), intitulado “A soberania dos povos na era astronáutica”, já me dava conta do estado da doutrina de então sobre “a natureza do espaço intersideral”, mencionando autores como Kroell, Cooper, Costadvat, Ambrosini, citava mesmo Danier e Saporta que, em artigo publicado até dois anos antes desse lançamento na “Revue Générale de l’Air”, de 1955, nº 3, intitulado “Le Droit Aérien et les Satellites Artificiels”, clamavam pela necessidade de refrear a corrida militar a esses satélites. Contribuição relevante da doutrina nesses primórdios foi o revigoramento do conceito de humanidade que, conhecido desde a Idade Antiga e realçado singularmente pelo cristianismo, se mantinha hibernado desde o advento do conceito e da prática de soberania dos Estados.

O consagrado e já referido artigo 38 dos Estatutos da Corte Internacional de Justiça transcreve disposição respectiva de outro Estatuto, o da Corte Permanente de Justiça Internacional, órgão principal de solução judiciária da extinta Sociedade das Nações. Na época de reedição desse artigo, a era das organizações internacionais que estamos

a viver se encontrava nos primórdios, razão pela qual o Estatuto não fazia menção às resoluções de órgãos internacionais cuja importância hoje é inegável. Essas resoluções, desde que se refiram ao cosmos, também constituem substância necessária do processo de codificação do direito espacial, pouco importando sejam elas fontes autônomas ou não do direito internacional; ou sejam catalogadas quer como acordos de forma simplificada, quer como declaratórias de costumes internacionais ou mesmo como elemento objetivo desses mesmos costumes.

COMO SE CODIFICA

A terceira indagação que, como vimos, cabe formular, é a seguinte: como se codifica? A pergunta comporta várias respostas. Efetivamente, é possível codificar de três maneiras: a) por via da doutrina; b) mediante resolução de órgãos internacionais; c) por intermédio de tratados internacionais.

Por via da doutrina, a codificação pode ser individual como por exemplo, a feita no pretérito, na Europa por Pasquale Fiore ou no Brasil, por Epiácio Pessoa, ambas em relação ao direito internacional público; ou pode ser institucional, como a que vem sendo realizada, em diferentes quadrantes do direito internacional, por sociedades científicas como a *American Society of International Law* ou o *Institut de Droit International*. No caso específico do direito espacial, poder-se-ia mencionar a Sociedade Brasileira de Direito Aeroespacial como visando colaborar mediante cursos e publicações, na realização de uma codificação doutrinária.

A segunda maneira de codificar é por via de resoluções de órgãos internacionais. Diferentemente do Pacto da Sociedade das Nações, omissos no concernente ao tema de codificação, a Carta das Nações Unidas tem, como acima se disse, disposição sobre codificação do direito internacional. Investida de competência a respeito, a Assembléia Geral instituiu, nos primórdios de suas atividades, a 21 de novembro de 1947, a Comissão de direito internacional. A contribuição desta Comissão ao progresso desse direito tem sido relevante, bastando mencionar, no rol dos tratados internacionais de cuja elaboração participou, as Convenções de Genebra sobre o direito do mar e as Convenções de Viena sobre relações diplomáticas, sobre relações consulares e sobre os próprios tratados internacionais, assinados respectivamente em 1961, em 1967 e em 1968. Embora houvesse tendência, no início, de conferir à Comissão de direito internacional, o monopólio na tarefa de codificação, tendência essa hoje praticamente insubsistente, os fatos acabaram revelando que, ao menos por exigências de tecnicidade e especialização, outros órgãos poderiam ser incumbidos da mesma tarefa. Foi o que ficou demonstrado logo após o início das atividades de exploração do espaço cósmico.

Notórias que são as implicações dessa exploração no âmbito do poder e da estratégia, principalmente das duas super potências de então, apresentaram estas, no correr do ano subsequente ao do lançamento do "Sputnik", sucessivamente, em 18 de março e em 2 de setembro de 1958, petição à Assembléia Geral visando à interdição do espaço cósmico para fins militares. A Assembléia Geral decidiu reunir ambas as petições e encaminhá-las ao exame de sua Primeira Comissão. A 13 de dezembro de 1958, ou seja, transcorrido pouco mais de um ano do lançamento do primeiro satélite, a Assembléia Geral, por via de resolução 1358 (XXII), enviou um Comitê especial de 18 membros, o qual pela resolução 1472 (XIV) de 12 de dezembro de 1959, se converteu no COPUOS, o Comitê das utilizações pacíficas do espaço extra-atmosférico (*United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*). Assim, pouco mais de dois anos do início das atividades espaciais, estava criada uma Comissão especial que, tanto quanto a Comissão de direito internacional instituída cerca de doze anos antes, se incumbiu de codificar o direito internacional mas num domínio particular, o do espaço cósmico. A contribuição tanto da Comissão de direito internacional quanto do COPUOS pode redundar em resolução da Assembléia Geral, mediante as quais se codifica o direito internacional em seus diferentes domínios. Exemplo de resolução com esse alcance, mas em domínio diferente do direito espacial, é a Carta Econômica dos Estados, que foi adotada pela Assembléia Geral da ONU e cuja ressonância no direito internacional do desenvolvimento é bastante conhecida. Exemplos de resoluções da Assembléia Geral no domínio espacial não a de nº 1962 (XVIII), a que acima nos referimos, intitulada "Declaração dos Princípios Jurídicos Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico", adotada por unanimidade a 13 de dezembro de 1963); e a de nº 1884 (XVIII) que insta os Estados a se absterem de colocar em órbita quaisquer objetos portadores de armas nucleares ou de qualquer outro tipo de arma de destruição em massa e de instalar tais armas em corpos celestes, adotada por unanimidade, a 17 de outubro de 1963.

Conquanto se admita possuam as resoluções da Assembléia Geral positividade e cogência, forçoso é reconhecer não alcançarem o mesmo grau de normatividade dos tratados internacionais de que elas são, o mais das vezes, preparatórias. Via de regra, as resoluções antecipam e preludiam tratados internacionais sobre os mesmos assuntos. Os tratados podem ser, nesse sentido, corolário de resolução e testemunham também etapa mais avançada do processo de codificação. São os tratados, pois, a terceira via de codificação do direito internacional em geral e do direito espacial em particular. Objetos de aprovação dos Estados em suas resoluções recíprocas, tanto no âmbito de organizações internacionais como fora desse âmbito, tais tratados se incorporam ao direito interno

desses mesmos Estados em conformidade com o instituído nos respectivos ordenamentos constitucionais.

A IMPORTÂNCIA DOS TRATADOS INTERNACIONAIS NO PROCESSO DE CODIFICAÇÃO

Ante a indagação que formulamos sobre como codificar, a resposta é que se pode fazê-lo por via da doutrina, de resolução de órgãos internacionais e, enfim, de tratados internacionais. São os tratados internacionais, pelo fato de serem providos de maior grau de positividade e de eficácia, os instrumentos mais adequados da codificação. Sucede também que os tratados internacionais não são apenas a resultante preferível do processo de codificação, mas também se constituem em matéria prima desse processo, indo nutrir a codificação doutrinária e a codificação por via de resoluções internacionais. A doutrina e as resoluções se convertem, por seu turno, em matéria prima de toda codificação cujo remate sai os próprios tratados internacionais. As demais fontes do direito das gentes, como os costumes e a jurisprudência internacional, que não são adequadas formalmente à tarefa de codificação, continuam necessariamente a alimentar o processo codificatório. Todas as fontes, aliás, quaisquer que sejam, em maior ou menor grau, constituem nutrientes indispensáveis desse mesmo processo. Há, pois, entre essas fontes, uma relação mútua necessária, de reversibilidade, que se insere na espiral de um processo dialético.

A título de ilustração do que acaba de ser dito, reportemo-nos, ainda que de modo sumário, às convenções internacionais de direito espacial.

Tomemos, de início, o tratado de 29 de dezembro de 1966, sobre princípios, que o Brasil ratificou e promulgou (decreto nº 64.362, de 17 de abril de 1969). Já o preâmbulo menciona três resoluções da Assembléia Geral, patamares intermediários que o são na construção normativa do tratado. Na parte dispositiva, o tratado se restringe a ser declaratório de costumes e de doutrinas então prevalecentes, ao consignar que o espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos, “poderá ser explorado e utilizado, livremente, por todos os Estados, sem qualquer discriminação” (art. 1º, alínea 2ª), não podendo “ser objeto de apropriação nacional por proclamação de soberania, por uso ou ocupação, nem por qualquer outro meio” (art. 2º). Porém, o tratado passa a ser cristalizador de doutrina e constitutivo de costume e outras fontes, ao declarar, por exemplo, que os Estados-parte “farão o estudo do espaço cósmico, inclusive a Lua e demais corpos celestes, e procederão à exploração de maneira a evitar os efeitos judiciais de sua contaminação, assim como as modificações nocivas no meio ambiente da Terra” (art. IX). Ou ainda, ao preceituar (artigo 10º) que os Estados-partes “examinarão, em condições de igualdade, as

solicitações dos demais Estados-parte do Tratado no sentido de contarem com facilidades de observação de vôo dos objetos espaciais lançados por esses Estados”, acrescentando, nesse mesmo artigo (artigo 2º), que “a natureza de tais facilidades de observação e as condições em que poderiam ser concedidas serão determinadas de comum acordo pelos Estados interessados”. Dada a natureza constitutiva do artigo 10º, explica-se que a delegação brasileira tenha formulado, no curso da 21ª Assembléia Geral da ONU, a 17 de dezembro de 1966, declaração interpretativa, confirmada ulteriormente na fase da ratificação do tratado, segundo a qual, para fins do mesmo artigo, “qualquer concessão de telemetria” pelas partes dependeria “de acordo entre os Estados interessados”. Assim sendo, o tratado passa a situar-se numa esfera de convergência entre os vetores de codificação propriamente dita e do desenvolvimento do direito internacional. Importa observar que entre os tratados espaciais há uma seqüência lógica de progressão temática e de detalhamento programático. Do primeiro tratado, de 1966, consta a famosa qualificação dos astronautas “como enviados da humanidade no espaço cósmico” e o dever consignado aos Estados de lhes prestar “toda a assistência possível em caso de acidente, perigo ou aterrissagem forçada de um outro Estado-parte do tratado ou em alto mar”, (art. 5º, 1ª alínea). Há uma solidariedade entre os astronautas que se comprometem, “sempre que desenvolverem atividades no espaço cósmico e nos corpos celestes” - a prestar “toda a assistência possível aos astronautas dos outros Estados-partes do tratado ou em alto mar” (ibidem). Tal disposição é o núcleo inicial a partir do qual se desdobrou o processo de codificação que culminou dois anos mais tarde no Acordo sobre Salvamento de Astronautas e de Objetos lançados ao Espaço Cósmico. Concluído em Londres, Washington e Moscou, a 22 de abril de 1968, esse Acordo, vigente entre nós nos termos do decreto nº 71.989, de 26 de março de 1973, se refere também à restituição de objetos lançados ao espaço cósmico.

Não estacionou aí o mecanismo de desenvolvimento das normas espaciais. Sobre responsabilidade internacional também versou a convenção de 1967. Os Estados-partes, assim como organizações internacionais têm essa responsabilidade em decorrência de atividades nacionais realizadas no espaço cósmico (art. VI). Todo Estado-parte “que proceda ou manda proceder ao lançamento de um objeto ao espaço cósmico” - acrescenta o art. VII - “e qualquer Estado-parte cujo território ou instalações servirem ao lançamento de um objeto será responsável, do ponto de vista internacional, pelos danos causados a outro Estado-parte do Tratado ou a suas pessoas naturais pelo referido objeto ou por seus elementos constitutivos, sobre a Terra, no espaço cósmico ou no espaço aéreo”. Tal foi o núcleo normativo do qual germinou e se desenvolveram as disposições componentes da Convenção sobre

responsabilidade por danos causados por objetos espaciais, aberta à assinatura em Londres, Moscou e Washington, a 29 de março de 1972 e que o Brasil promulgou, por via do decreto nº 71.981, de 23 de março de 1973.

Também a convenção pioneira de 1967 se referia a registro de objeto lançado ao espaço cósmico, registro esse que direta ou indiretamente é contemplado nas convenções de 1968 e de 1972, a que acabamos de nos reportar. Eis aí precedentes que acabaram por convergir na convenção sobre registro de objetos lançados no espaço exterior, aberta à assinatura em Nova York, a 14 de janeiro de 1975, convenção essa a qual o Brasil não está vinculado.

O âmbito das ações dos Estados no satélite da Terra não ficou excluído das quatro convenções espaciais, que temos citado. A quinta convenção, adotada pela Assembléia Geral das Nações Unidas em 5 de dezembro de 1979 e aberta à assinatura em Nova York treze dias depois, e da qual o Brasil ainda não é Parte, intitula-se, precisamente, Tratado Regulamentador das Atividades dos Estados na Lua e Outros Corpos Celestes. Assim é que, exemplificativamente, o artigo III demanda seja a Lua usada pelas Partes exclusivamente para propósitos pacíficos, enquanto o artigo IV dispõe ser ela província de toda a humanidade e deve ser utilizada em benefício e interesse de todos os Países, independentemente do respectivo grau de desenvolvimento econômico ou científico. “Atenção devida (diz esse artigo) deve ser prestada no interesse das atuais e futuras gerações assim como para a necessidade de promover níveis mais altos de vida e condições de progresso e desenvolvimento econômico e social”.

OBSERVAÇÕES CONCLUSIVAS

Esta disposição do Tratado sobre a Lua nos encaminha para características do direito espacial até agora não sublinhados e que devem sê-lo nesta oportunidade, concernentes aos fatores tecnológico, científico, militar e econômico e que contribuem para explicar a gênese e o desenvolvimento desse direito. Tais fatores concorrem para explicar o papel relevante exercido pelas superpotências no processo de codificação, papel esse que, todavia, não chega a ser exclusivo. Não se pode menosprezar a contribuição dos demais Estados, assim, como das organizações internacionais, em particular das Nações Unidas, no plano da codificação desse direito, o que explica a influência do COPUOS na elaboração de resoluções e, principalmente, na preparação de tratados internacionais aplicáveis ao espaço cósmico. Todavia o direito não é apenas ordenamento normativo, senão também constelação de valores, no âmbito da qual se situa a evocação da humanidade como realidade

fática mas, igualmente, como expressão de transcendência. Adquirem hoje, pois, relevo singular temas relativos ao espaço exterior, quais sejam, *verbi gratia*, o do patrimônio comum da humanidade e o da condição do astronauta como emissário ou embaixador dessa mesma humanidade.

RESUMO

Tendo como observações introdutórias o percurso histórico e a análise do conceito de codificação, o artigo focaliza a problemática do direito espacial, examinando três indagações básicas, a saber: 1) quem codifica; 2) o que se codifica; 3) como se codifica. Quanto à primeira questão, permanecem os Estados, em última análise, como os principais agentes, não obstante a progressiva tendência de privatização e sem embargo de terem eles deferido competência específica à Assembléia Geral da ONU, nos termos do art. 13, § 1º, da Carta das Nações Unidas, ou seja, “a de incentivar o desenvolvimento progressivo do direito internacional e a sua codificação”. A segunda questão se reporta às fontes do direito internacional (art. 38 do Estatuto da Corte Internacional de Justiça). A terceira indagação nos conduz, enfim, à apreciação da competência e atividade do COPUOS, instituído pela Assembléia Geral da ONU, transcorridos dois anos do início da era espacial. Após o exame dessas três questões, o artigo conclui por enfatizar a relevância dos tratados multilaterais até agora vigentes relativos ao espaço exterior, os quais foram elaborados pelo COPUOS e aprovados pela Assembléia Geral da ONU.

ABSTRACT

International law, like all living law, is in a process of continuous growth and adaptation to new needs and circumstances. It often seems to consist of a vast and growing mass of partly contradictory practices, decisions, treaties and analogies drawn from municipal law. This large number of materials and rules requires speedier means for clarifying and developing the law than the traditional process can supply. In recent years, the search for new methods has centered of the U. N. General Assembly and its subsidiary organs. Two years after the launching of the “Sputnik”, on December 13, 1958, the Assembly set up the United Nations Committee on the Peaceful uses of Outer Space (COPUOS). The outer space law procedures are required to deal with three questions: who codifies; what is codified; how to codify. The answer to these questions is taken up by the paper which underlines in its concluding remarks the paramount meaning of the current multilateral treaties related to the outer space. They were drafted by the COPUOS and approved by the United Nations General Assembly.

O Autor

O professor VICENTE MAROTTA RANGEL é juiz do Tribunal Internacional do Direito do Mar. Dirigiu a Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, onde foi catedrático de Direito Internacional Público, e a Procuradoria Jurídica da Agência Espacial Brasileira. Doutor pela Universidade de Paris, é membro do *Institut de Droit International*, da Sociedade Brasileira de Direito Aeroespacial, da Corte de Arbitragem de Haia e da Lista de Árbitros do Protocolo de Brasília para a Solução de Controvérsias (Tratado de Assunção).

O Projeto CBERS de Satélites de Observação da Terra

CARLOS EDUARDO SANTANA
JOSÉ RAIMUNDO BRAGA COELHO

PRECEDENTES DO PROJETO DE COOPERAÇÃO

Os recursos naturais e o meio ambiente da Terra estão em mudanças contínuas em resposta à evolução natural e às atividades humanas. Para compreender o complexo inter-relacionamento dos fenômenos que causam estas mudanças é necessário fazer observações com uma grande gama de escalas temporais e espaciais. A observação da Terra por meio de satélites é a maneira mais efetiva e econômica de coletar os dados necessários para monitorar e modelar estes fenômenos, especialmente em países de grande extensão territorial. Os satélites empregados para estes propósitos são complexos, dispendiosos e de alto conteúdo tecnológico. Muitos países dependem das imagens obtidas através dos poucos satélites de observação da Terra disponíveis atualmente, entretanto, em muitos casos, estes não são inteiramente adequados às peculiaridades do território ou dos recursos naturais investigados. Para maior eficácia, é necessário que os sensores do satélite tenham sido projetados para a aplicação específica desejada. Além do mais, existem as óbvias implicações estratégicas e políticas de se utilizar um satélite que pode não estar disponível ao país sempre que requerido.

Em julho de 1988, durante uma visita do presidente José Sarney, os governos do Brasil e da República Popular da China assinaram um acordo para iniciarem um programa de desenvolvimento de dois satélites avançados de sensoriamento remoto. O Projeto CBERS (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) agrega a capacidade técnica e os recursos financeiros dos dois países para estabelecer um sistema completo de sensoriamento remoto competitivo e compatível com as necessidades internacionais atuais. O engajamento do Brasil no CBERS marcou o início de uma nova etapa do programa espacial brasileiro e serviu como fator estratégico para a diversificação de parcerias no escopo mais amplo da ciência e da tecnologia.

Na China, a implementação do projeto CBERS ficou a cargo da CAST (Academia Chinesa de Tecnologia Espacial) e no Brasil, do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que pertence ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

MOTIVAÇÕES PARA A INICIATIVA DO BRASIL E DA CHINA

No fim da década de 80, a China apresentava consideráveis avanços em vários setores – incluindo o espacial – que favorecia a criação de alternativas interessantes de cooperação em áreas consideradas de fundamental importância para o Brasil. Apesar de ter experimentado um longo período de isolamento, contando por mais de duas décadas apenas com os seus próprios recursos, a China emergia dessa situação estabelecendo diretrizes estratégicas de desenvolvimento para a intensificação das transformações de sua indústria, através da utilização de novas tecnologias e do emprego seletivo de tecnologias complexas. Estabelecia como áreas prioritárias a biotecnologia, a informática e automação, os novos materiais, as fontes alternativas de energia, o laser e a tecnologia espacial, com a convicção de que o desenvolvimento dessas áreas deveria propiciar, não somente a competência chinesa em C&T, mas principalmente, deveria viabilizar a formação de grandes contingentes de especialistas em P&D de alta qualificação.

No âmbito mais abrangente de C&T, podia-se constatar consideráveis semelhanças entre as posturas da China e do Brasil. No setor espacial, o Brasil vivia momentos de rara expectativa em razão dos avanços obtidos em seu programa de satélites, parte da denominada Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Subjacentes a esses aspectos, convergiam também os interesses em direcionar as atividades espaciais para o fortalecimento da indústria e da economia de cada país.

Às semelhanças e convergências, adicionava-se a complementaridade – fator fundamental para o sucesso de empreendimentos em parceria. A China carregava em sua bagagem realizações de considerável envergadura na área de construção de satélites e foguetes lançadores, iniciadas na segunda metade da década de 50 e pontuadas pelo lançamento do primeiro veículo da série Longa Marcha em 1964, pelo lançamento do primeiro satélite científico em 1970 e pelo lançamento de mais de vinte outros satélites (incluídos os recuperáveis e os de órbita geoestacionária), através de veículos lançadores, bases de lançamento e estações de rastreamento e controle construídos por meios próprios.

RAZÕES ADICIONAIS PARA A COOPERAÇÃO

Além da importância geopolítica da cooperação e da obtenção de um parceiro para dividir os custos financeiros de um empreendimento já iniciado, a China buscava também alternativas que lhe permitisse a aquisição de itens provenientes de terceiros países, classificados na categoria de produtos “sensíveis”. Em contraposição, o Brasil dispunha

de maior familiaridade e tradição com a eletrônica e componentes sofisticados, recursos humanos treinados em países desenvolvidos do ocidente, parque industrial mais moderno e principalmente encontrava-se em estágio mais avançado em matéria de utilização de metodologias de sensoriamento remoto e meteorologia por satélites. Além disso a capacitação já adquirida com o desenvolvimento do seu próprio programa, a MECB, assegurava ao parceiro chinês a contrapartida almejada de capacitação técnica da parte brasileira.

Para aumentar os aspectos de semelhança entre o Brasil e a China, contribuía fatores de natureza puramente físicas, como a vasta extensão territorial com grandes áreas despovoadas e de difícil acesso, assim como a acentuada vocação agrícola de ambos os países. O Brasil e a China conceberam então um satélite com sensores projetados especialmente para suas aplicações comuns nas áreas de gerenciamento de recursos terrestres, monitoramento de florestas, geologia e hidrologia, além da inclusão de um moderno sistema de monitoramento ambiental.

Paralelo a tudo isso, a cooperação entre os dois países apresentava-se como um esforço autenticamente bilateral no sentido de romper o bloqueio erigido pelas nações desenvolvidas à transferência de tecnologias avançadas, consideradas ou simplesmente classificadas e denominadas sensíveis. Experimentavam também a prática de um modelo inédito de cooperação entre dois países em desenvolvimento – o de construção conjunta de dois satélites operacionais de grande porte – completamente diferente do padrão usual de assistência técnica e intercâmbio de pesquisadores, muito difundido e praticado entre nações.

CARACTERÍSTICAS DOS SATÉLITES CBERS

Os satélites CBERS são equipados com câmaras para observações ópticas de todo o globo terrestre, além de um sistema de coleta de dados ambientais. São sistemas únicos devido ao uso de sensores que combinam características especiais para resolver a grande variedade de escalas temporais e espaciais características de nosso ecossistema. Os satélites voarão em uma órbita síncrona com o Sol a uma altitude de 778 km, completando 14 revoluções da Terra por dia. Este tipo de órbita é tal que o satélite sempre cruza o equador às 10:30 da manhã, hora local, provendo assim as mesmas condições de iluminação solar para tornar possível a comparação de imagens adquiridas em dias diferentes.

Uma característica única do CBERS é a diversidade de seus instrumentos sensores:

Imageador de largo campo de visada (WFI): O WFI faz imagens de uma faixa de 890 km de largura, fornecendo uma visão sinóptica com resolução de 260 m. Em cerca de 5 dias obtém-se uma cobertura completa do globo em duas faixas espectrais, o verde e o infravermelho próximo.

Câmara CCD de alta resolução: A câmara CCD fornece imagens de uma faixa de 113 km de largura, com uma resolução de 20 m. Esta câmara tem capacidade de orientar seu campo de visada dentro de 64 graus, possibilitando a obtenção de imagens estereoscópicas de uma certa região. Além disso, qualquer fenômeno detectado pelo WFI pode ser focalizado pela câmara CCD através do apontamento apropriado de seu campo de visada, dentro de no máximo 3 dias. As imagens obtidas através desta câmara são utilizadas em agricultura e planejamento urbano, além de aplicações em geologia e hidrologia. São necessários 26 dias para uma cobertura completa da Terra com a câmara CCD.

Câmara de varredura no infravermelho (IRMSS): A câmara de varredura IRMSS estende o espectro de observação do CBERS até o infravermelho termal. O IRMSS produz imagens de uma faixa de 120 km de largura com uma resolução de 80 m (160 m no canal termal). Em 26 dias obtém-se uma cobertura completa da Terra que pode ser correlacionada com aquela obtida através da câmara CCD.

Sistema de coleta de dados: O CBERS incorpora um sistema de coleta de dados destinado à retransmissão, em tempo real, de dados ambientais coletados na Terra e transmitidos ao satélite por meio de pequenas estações autônomas. Os dados provenientes de milhares destas estações localizadas em qualquer ponto da Terra são dirigidos, ao mesmo tempo, a centrais de processamento e aos usuários finais. Trata-se de um eficiente sistema de coleta de dados em países com infra-estrutura de telecomunicações convencionais deficiente.

A DIVISÃO DE RESPONSABILIDADES

O projeto orçado originalmente em 150 milhões de dólares, dos quais o Brasil deveria participar com 45 milhões, correspondentes a 30% do investimento total, prevê a construção de dois satélites idênticos – 100 milhões – e seus lançamentos através de veículos da série Longa Marcha 4 – 50 milhões – a partir da base chinesa de Taiyuan.

Consoante à orientação original de otimização de troca de divisas entre os dois Governos, prevista no acordo de cooperação, e tendo em vista a preocupação com o fortalecimento da indústria nacional, inseriu-se no contrato assinado com os chineses para o lançamento dos dois satélites, cláusula que os obriga a investir toda a quantia recebida do Brasil, na importação de produtos brasileiros.

Posteriormente à aprovação do acordo básico para a fabricação dos dois satélites, foram acrescentados ao projeto por iniciativa do lado brasileiro, uma câmara semelhante à que equiparia os satélites de sensoriamento remoto da MECB, denominada *Wide Field Imager*.

O controle dos satélites em órbita e a integração e testes de um dos modelos de vôo no Brasil, foram também objeto de discussões e preocupações do lado brasileiro durante a fase de preparação do acordo de cooperação. A insegurança do parceiro chinês com relação a esses dois tópicos, principalmente com relação ao primeiro, por se tratar de assunto sob a esfera de responsabilidade de órgãos militares da estrutura de poder do governo chinês, fizeram com que esses dois quesitos fossem mencionados no acordo como anseio da parte brasileira, passíveis de discussão e resolução posteriores.

No que concerne a fabricação das partes dos satélites, coube ao Brasil fornecer as suas estruturas mecânicas, todos os equipamentos para o sistema de geração de energia elétrica (incluindo os painéis solares), a câmara WFI e os sistemas de coleta de dados e de telecomunicações de bordo. Os chineses se responsabilizaram pelo fornecimento das outras partes dos satélites mas, contrataram junto a empresas brasileiras, as fabricações dos computadores de bordo e dos transmissores de microondas.

Após o início das atividades conjuntas das equipes brasileira e chinesa, seguiram-se anos de dificuldades para o projeto pelo lado brasileiro, devido a vários fatores de ordem política, iniciando-se com as modificações introduzidas no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia, a quem o INPE é subordinado, e culminando com o processo de impedimento do presidente do Brasil, em dezembro de 1992.

Registrou-se, entretanto, durante essa fase, tentativas várias de resolver a questão do controle e rastreamento dos satélites pelo lado brasileiro e a integração e testes do segundo modelo de vôo no Brasil.

A área de Ciência e Tecnologia, anteriormente submetida a períodos de grandes mudanças, readquiriu sua estabilidade com a instalação do novo governo em dezembro de 1992, criando assim um quadro propício à retomada das atividades do projeto e à solução de todas as questões pendentes relacionadas ao projeto CBERS, dentre elas, a questão do controle dos satélites pelo lado brasileiro e a integração e testes do segundo modelo de vôo no INPE.

Restabelecidas as condições para a retomada do projeto, o lado brasileiro intensificou sua participação através da contratação de

empresas para o desenvolvimento dos equipamentos e subsistemas sob sua responsabilidade.

O apoio dado ao projeto CBERS pelo governo brasileiro nestes últimos anos, elevando-o inclusive ao nível de projeto estratégico de prioridade do governo e o atendimento às suas propostas orçamentárias permitiu que se projetasse o lançamento do primeiro satélite para o final do ano de 1999.

A fase de integração e testes do segundo modelo de vôo do CBERS deve iniciar-se no INPE alguns meses após o lançamento do CBERS1, permitindo assim o lançamento do CBERS2, até o final de 2001.

Considerando-se a introdução da câmara WFI, as novas responsabilidades introduzidas com a participação do lado brasileiro no controle e rastreamento do satélite, as atividades de montagem, integração e testes do segundo modelo de vôo no Brasil, os investimentos necessários aos segmentos de solo e aplicações, e os atrasos provocados pelas razões já mencionadas e outras, a estimativa para a execução das atribuições brasileiras junto ao programa CBERS é de 100 milhões de dólares, aproximadamente. Razões de natureza semelhantes indicam que as estimativas para o investimento do lado chinês devem ter sido majoradas por um fator de 70%, aproximadamente.

A TROCA DE CONHECIMENTOS

No modelo adotado para a cooperação, além dos investimentos de parte a parte, são envolvidas apenas as capacitações técnicas de cada um, sem nenhum compromisso formal com a chamada transferência de tecnologia de um para o outro. Inevitável entretanto que trocas de conhecimentos e experiências não se concretizem, devido à metodologia de trabalho e ao envolvimento conjunto dos técnicos de ambas as partes em tarefas de interesse mútuo.

A constatação da capacitação de cada país para o desenvolvimento de segmentos específicos encarregou-se já desde o início, da interação inevitável dos técnicos. Em alguns casos, como o da estrutura dos satélites, os chineses desenvolveram o projeto técnico e a estrutura secundária e o Brasil encarregou-se da fabricação da estrutura principal. No subsistema de suprimento de energia, os chineses entraram com as células solares e as baterias sendo o restante do subsistema desenvolvido no Brasil. Outras atividades desenvolvidas em conjunto serviram e continuam servindo à troca de informações e conhecimentos.

Durante a fase de Definição Preliminar do Projeto (fase B), equipes conjuntas, compostas por especialistas do INPE e da CAST, elaboraram

o plano para o desenvolvimento do projeto CBERS, contendo além das especificações técnicas básicas do projeto, toda a estrutura conjunta de seu gerenciamento. Durante essa fase beneficiaram-se sobremaneira, os chineses, dos conhecimentos de metodologias de gerenciamento modernas dominadas pelos parceiros brasileiros. Pode-se considerar esta como tendo sido a primeira “transferência” concreta de conhecimentos acontecida ao longo da cooperação entre as duas instituições.

A fase de montagem, integração e testes dos satélites, também executada por equipes conjuntas do INPE e da CAST, tem sido uma boa oportunidade para a troca de conhecimentos e informações entre as duas equipes. Os resultados de testes realizados em presença e conduzidos pelas duas equipes, ao mesmo tempo, e principalmente a oportunidade de discussão dos problemas detectados durante os testes, constitui uma outra fonte rica de informações geradoras de conhecimentos acessíveis a ambas as equipes.

Ao término de cada fase importante do desenvolvimento do projeto, reúnem-se equipes conjuntas, técnicas e gerenciais, formadas por especialistas de cada instituição, para examinar em detalhes o desempenho da etapa em questão. Essas são outras oportunidades naturais para troca de informações e conhecimentos sobre os equipamentos dos satélites desenvolvidos por ambas as partes.

CONSEQUÊNCIAS DO PROJETO

A importância atribuída pelos governos do Brasil e da China ao projeto CBERS foi atestada pela atenção que os presidentes de ambos os países demonstraram por seu desenvolvimento, durante suas respectivas visitas de estado. O apoio continuado ao projeto é a melhor indicação de que se trata de um empreendimento de sucesso.

A inserção do Brasil e China no clube seletivo de fornecedores de imagens de satélites de sensoriamento remoto tem sido considerada prioridade dos dois governos, não somente devido ao prestígio que tal empreendimento significa, como também pelas dimensões de ambos e por suas demandas de imagens para uso interno. Motivados por estes sentimentos os dois governos assinaram durante a visita do presidente Fernando Henrique à China, em dezembro de 1995, documento consignando o interesse e designando grupos técnicos de estudo para o desenvolvimento de mais dois satélites da série CBERS, desta feita com participações iguais dos dois parceiros.

A cooperação sino-brasileira para a fabricação dos satélites CBERS tem contribuído fortemente para o estabelecimento de um setor industrial na área espacial no Brasil. Além de poder servir como estímulo para o

engajamento de outros setores em projetos de cooperação com países em desenvolvimento, o CBERS veio comprovar que o Brasil está hoje preparado para envolver-se em tarefas mais complexas e ambiciosas na área espacial. De fato, a recente inclusão do Brasil entre os poucos países que participam do desenvolvimento da Estação Espacial Internacional, é, em grande parte, devida à experiência adquirida através do projeto CBERS.

RESUMO

Este artigo descreve o Programa Sino-Brasileiro de Satélite de Recursos Terrestres, CBERS, um projeto de cooperação em alta tecnologia entre duas nações em desenvolvimento. Após uma análise das razões que levaram os dois países a estabelecer uma parceria para desenvolver satélites avançados de sensoriamento remoto e explicar as implicações do trabalho conjunto, apresenta-se as potencialidades dos satélites e conclui-se avaliando os ganhos políticos e técnicos associados ao empreendimento.

ABSTRACT

This paper describes the China-Brazil Earth Resources Satellite Program, CBERS, a high technology cooperation project between two developing nations. After analyzing the reasons that led the two countries to establish a partnership to develop advanced remote sensing satellites and explaining the implications of the joint work, it presents the potentialities of the satellites and concludes by evaluating the technical and political gains associated with the enterprise.

Os Autores

CARLOS EDUARDO SANTANA é coordenador geral de Engenharia e Tecnologia Espacial do INPE. Engenheiro eletrônico pela PUC/RJ, mestre em telecomunicações pelo INPE e PhD em eletrofísica pela NYU.

José Raimundo Braga Coelho é o Gerente Administrativo (EMG) do CBERS, pelo lado brasileiro. Bacharel em Física pela Universidade de Brasília e mestre em matemática pelo Courant Institute of Mathematical Sciences (NYU).

Tecnologia Espacial como Suporte à Gestão dos Recursos Naturais

THELMA KRUG

INTRODUÇÃO

Desde a constatação da potencialidade da obtenção de dados a partir do espaço, que se converteriam em valiosas informações sobre a superfície terrestre, a evolução de satélites de sensoriamento remoto tem sido contínua. Fixando a atenção exclusivamente nos sistemas civis (e não militares) desenvolvidos para aplicações, destacam-se os que compreendem aplicações meteorológicas, como é o caso do Meteosat e NOAA, que provêm informações valiosas para previsão meteorológica e climática, e os voltados para aplicações sobre os recursos terrestres, como é o caso dos satélites americano Landsat, francês SPOT, europeu ERS, indiano IRS, japonês JERS, russo Resours, etc.

No Brasil, as primeiras iniciativas na capacitação de recursos humanos na área de sensoriamento remoto foram motivadas pelo lançamento eminente do então denominado satélite ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) da NASA, que operou de 1972 a 1978. Por volta de 1970, uma equipe de brasileiros foi treinada nos Estados Unidos para interpretar imagens do futuro satélite, com vistas a aplicações em distintas áreas do conhecimento: agricultura, oceanografia, geologia, estudos aquáticos, estudos de vegetação, entre outras. Ao retornar ao país, a equipe brasileira basicamente se dividiu em duas: uma que se estabeleceu no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), dando origem ao curso de mestrado em sensoriamento remoto no país, visando ampliar o número de especialistas na utilização da nova tecnologia, e outra que se concentrou no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), tendo ativamente participado do Projeto Radambrasil, projeto este que propiciou o mapeamento dos recursos naturais do país a partir de uma missão aerotransportada equipada com um sistema de radar.

A partir das primeiras imagens do satélite ERS-1 (posteriormente renomeado Landsat-1), ficou evidente que a utilização de dados orbitais seria a única forma de se obter dados e informações sobre o território nacional de maneira sistemática e regular, tendo em vista a extensa área geográfica do país. Sensoriamento remoto provia um meio sistemático e

eficiente de se obter informações sobre a superfície terrestre a um custo relativamente baixo, quando comparado às técnicas de aerofotogrametria. Adicionalmente, outras características dos dados orbitais, tais como aquisição simultânea de dados em diferentes faixas do espectro eletromagnético, periodicidade de aquisição de dados sobre uma mesma área no terreno, larga faixa de imageamento, independência das condições atmosféricas para coleta de dados, estimularam o país a investir na criação da infra-estrutura necessária para recepção de dados de satélite, seu pré e pós-processamento, e na capacitação de recursos humanos.

Atualmente, vários projetos relacionados ao monitoramento de recursos naturais do país são desenvolvidos com a utilização de tecnologia espacial. Aqui, serão mencionados os que mais se destacam, como o Projeto **Prodes** (Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia), **Proarco** (Projeto de Controle de Queimadas e Prevenção de Incêndios Florestais, Zoneamento Ecológico Econômico, etc.), assim como se apontará para as áreas consideradas prioritárias para desenvolvimento de novas metodologias.

PROJETO PRODES

O Prodes é considerado o maior projeto de monitoramento de florestas do mundo utilizando técnicas de sensoriamento remoto por satélite. O INPE, há muitos anos, promove a interpretação de imagens do satélite norte-americano Landsat para acompanhar a evolução do desflorestamento bruto da Amazônia brasileira. O primeiro levantamento feito pelo Instituto correspondeu aos anos 1974 e 1978. A partir de 1988, foram feitos levantamentos anuais, gerando estimativas periódicas da extensão e taxa média do desflorestamento bruto da Amazônia.

Para este projeto, conhecido como Prodes, desflorestamento é entendido como a conversão de áreas de fisionomia florestal primária por ações antropogênicas, detectadas a partir de plataformas orbitais. O termo desflorestamento bruto indica que não são deduzidas, no cálculo da extensão e da taxa, áreas em processo de sucessão secundária ou recomposição florestal. Desta forma, alterações em áreas florestais decorrentes de atividades de extração madeireira ou manejo florestal (corte seletivo) não são consideradas no PRODES, sendo objeto de outro projeto específico, também apoiado em análise de imagens orbitais.

A Amazônia brasileira compreende nove estados, totalizando uma área de aproximadamente 5 milhões de quilômetros quadrados. Desses, cerca de 4 milhões correspondem a áreas com fisionomia florestal primária, identificadas nas 229 imagens do satélite Landsat na escala

1:250.000 que cobrem a região. Cada levantamento envolve aproximadamente 50.000 pessoas x hora, 10.000 máquinas x hora e várias empresas nacionais especializadas em sensoriamento remoto.

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam a extensão do desflorestamento bruto em km², a taxa média do desflorestamento bruto em km²/ano e em porcentagem/ano, respectivamente.

Tabela 1 – Extensão do desflorestamento bruto (km²) de janeiro 1978 a agosto 1997

Estados da Amazônia	Jan/78	Abr/88	Ago/89	Ago/90	Ago/91	Ago/92	Ago/94	Ago/95	Ago/96	Ago/97
Acre	2500	8900	9800	10300	10700	11100	12064	13306	13742	14203
Amapa	200	800	1000	1300	1700	1735	1736	1782	1782	1846
Amazonas	1700	19700	21700	22200	23200	23999	24739	26629	27434	28140
Maranhão	63900	90800	92300	93400	94100	95235	99979	97761	99338	99789
Mato Grosso	20000	71500	79600	83600	86500	91174	103614	112150	119141	125023
Pará	56400	131500	139300	144200	148000	151787	160355	169007	176138	181225
Rondônia	4200	30000	31800	33500	34600	36865	42055	46152	48648	50529
Roraima	100	2700	3600	3800	4200	4481	4961	5124	5361	5563
Tocantins	3200	21600	22300	22900	23400	23809	24475	25142	25483	25768
Amazônia Brasileira	152200	377500	401400	415200	426400	440186	469978	497055	57069	532086

Tabela 2 – Taxa média do desflorestamento bruto (km²/ano) de 1978 a 1997

Estados da Amazônia	77/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/94	94/95	95/96	96/97
Acre	620	540	550	380	400	482	1208	433	358
Amapa	60	130	250	410	36	-	9	-	18
Amazonas	1510	1180	520	980	799	370	2114	1023	589
Maranhão	2450	1420	1100	670	1135	372	1745	1061	409
Mato Grosso	5140	5960	4020	2840	4674	6220	10391	6543	5271
Pará	69900	5750	4890	3780	3787	4284	7845	6135	4139
Rondônia	2340	1430	1670	1110	2265	2595	4730	2432	1986
Roraima	290	630	150	420	281	240	220	214	184
Tocantins	1650	730	580	440	409	333	797	320	273
Amazônia Brasileira	21130	17860	13810	11130	13786	14896	29059	18161	13227

Tabela 3 – Taxa média do desflorestamento bruto (%/ano) de 1978 a 1997

Estados da Amazônia	77/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/94	94/95	95/96	96/97
Acre	0,42	0,39	0,39	0,28	0,29	0,35	0,86	0,31	0,26
Amapá	0,06	0,12	0,23	0,37	0,03	-	0,01	-	0,02
Amazonas	0,10	0,08	0,04	0,07	0,06	0,03	0,14	0,07	0,04
Maranhão	1,79	1,30	1,03	0,63	1,07	0,35	3,21	2,01	0,40
Mato Grosso	1,01	1,31	0,90	0,64	1,05	1,40	2,43	1,56	1,25
Pará	0,62	0,55	0,47	0,37	0,37	0,42	0,74	0,62	0,41
Rondônia	1,11	0,78	0,91	0,62	1,27	1,46	2,75	1,45	1,18
Roraima	0,18	0,39	0,10	0,27	0,18	0,15	0,14	0,14	0,11
Tocantins	2,97	2,00	1,61	1,61	1,17	0,95	2,29	0,94	0,81
Amazônia Brasileira	0,54	0,48	0,37	0,30	0,37	0,40	0,81	0,51	0,37

A partir da utilização de um Sistema de Informação Geográfico, é possível também identificar as fisionomias florestais alteradas, integrando os incrementos anuais de desflorestamento ao Mapa de Vegetação do Radam (Fibge). Adicionalmente, o PRODES apresenta também a distribuição dos novos desflorestamentos por classe de tamanho, de forma a fornecer aos órgãos governamentais e não-governamentais indicadores sobre as possíveis causas do desflorestamento na Amazônia. A Figura 1 (a e b), na página a seguir, mostra a espacialização da Floresta Ombrófila Densa na Amazônia e a distribuição da taxa média do desflorestamento bruto por classe de tamanho para os anos 1995, 1996 e 1997.

Finalmente, o PRODES permite também identificar as áreas críticas na Amazônia, definidas como as áreas contidas em um conjunto de cenas TM Landsat (*Thematic Mapper*) que compreende aproximadamente 75% da taxa média anual do desflorestamento bruto da Amazônia. Este conjunto envolve menos de 50 cenas, as quais vem sendo utilizadas para fornecer a estimativa provisória da taxa média do desflorestamento bruto ocorrido a cada ano. Esta estimativa provisória, baseada em uma amostra de imagens, antecipa ao governo as estimativas baseadas na análise de todas as cenas que cobrem a região, permitindo que ações sejam tomadas com razoável antecedência.

PROJETO PROARCO

Sob o ponto de vista ambiental, os temas que mais frequentemente sensibilizam a mídia em níveis nacional e internacional estão relacionados às atividades de desflorestamento e de queimadas, principalmente na região amazônica. Através do Projeto Prodes, a tecnologia espacial vem permitindo um monitoramento contínuo, auxiliando a tomada de decisão por parte das autoridades governamentais. No tangente às queimadas, cada vez mais as técnicas de sensoriamento remoto vêm sendo utilizadas

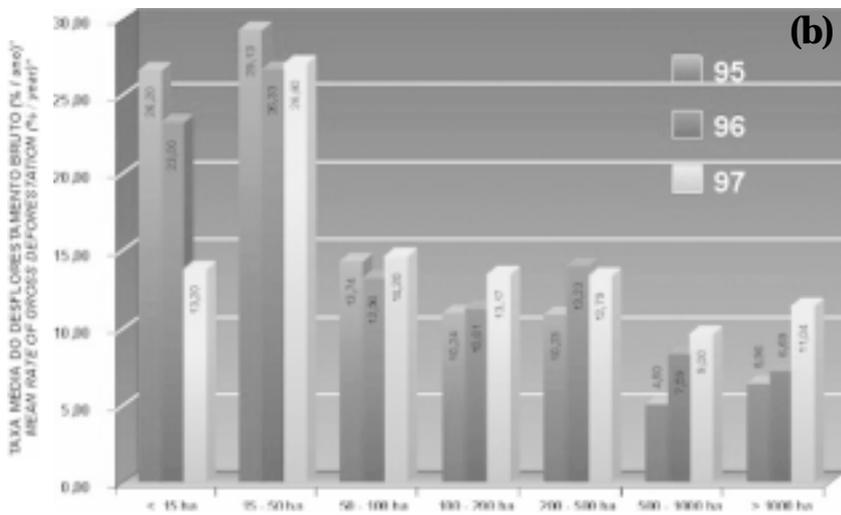
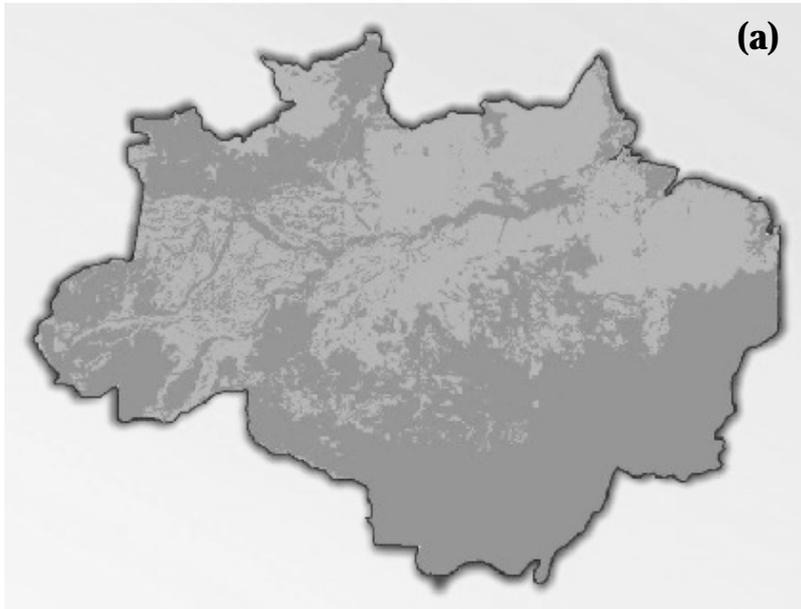


Figura 1 (a) – Espacialização da Floresta Ombrófila Densa na Amazônia; **(b)** Distribuição da taxa média do desflorestamento bruto por classe de tamanho para os anos 1995, 1996 e 1997.

para apoiar ações voltadas à fiscalização e controle de queimadas, com vistas a prevenir a ocorrência de incêndios florestais, como o ocorrido no estado de Roraima, no início de 1998.

Há mais de 10 anos, o país reconheceu a importância de tratar o assunto de maneira sistemática. Através de uma cooperação estabelecida em 1988 entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF, hoje IBAMA), foi criado um projeto específico voltado para a detecção de focos de calor em praticamente toda a extensão do território nacional. Este projeto se apoiou no uso de dados coletados por um satélite meteorológico, que tinha à bordo um equipamento (sensor) sensível à temperatura dos alvos na superfície por ocasião do momento de passagem do satélite. A constatação de que esses dados poderiam ser extremamente relevantes para a detecção de alvos com altas temperaturas resultou de um projeto conjunto realizado entre o INPE e a agência espacial americana (NASA) em 1986. Foi a partir desta data que se identificou o potencial do satélite meteorológico da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), concebido originalmente para prover imagens meteorológicas duas vezes ao dia para fins de previsão de tempo, em estudos relacionados a focos de calor na superfície terrestre. O projeto desenvolvido entre o INPE e o Ibama tornou-se operacional, e está em pleno funcionamento até o presente.

Hoje, o país é dotado de um sistema para prevenção de incêndios florestais que vem sendo considerado internacionalmente como um dos melhores do mundo. Este sistema, na realidade, surgiu em decorrência do incêndio florestal ocorrido no estado de Roraima no início de 1998, e que foi responsável pela queima (total ou parcial) de significativa área de fisionomia florestal no estado.

Diariamente, focos de calor extraídos de imagens dos satélites meteorológicos NOAA-12 e NOAA-14 e informações pluviométricas produzidas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do INPE são incorporados a uma base de dados composta por mapas de vegetação, mosaico de imagens do satélite Landsat, divisão política municipal e estadual, rede de drenagem e malha rodoviária, fornecendo indicadores que orientam as ações do IBAMA (órgão responsável pela implantação do Programa PROARCO) e outros órgãos governamentais e não-governamentais na prevenção de incêndios florestais.

Esta base de dados é construída utilizando-se a tecnologia Spring, desenvolvida na Divisão de Processamento de Imagens do INPE e de domínio público. A sua visualização é feita pela Internet, de forma interativa, permitindo a descentralização das ações de fiscalização, controle e prevenção em níveis municipal e estadual. O Proarco inclui também

um mapa de risco de fogo, atualizado diariamente, resultado da integração de dados de precipitação, estresse hídrico da vegetação, incidência histórica de focos de calor, entre outros dados extraídos de produtos orbitais.

A importância de dados de sensoriamento remoto para monitorar queimadas ativas e transporte de aerossóis, visando conhecer melhor o papel dos efeitos radiativos dos aerossóis originados pela queima de biomassa nos cálculos de mudanças climáticas, já foi reconhecida (Prins e Menzel, 1992). Prins et al. (1998) menciona que a maior parte da queima de biomassa ocorre nos países em desenvolvimento nos trópicos e subtropicais da África, América do Sul e Sudoeste da Ásia, onde o sensoriamento remoto é frequentemente a melhor forma de se quantificar a extensão e distribuição das queimadas e fumaça em escalas local, regional e continental.

Devido à ampla cobertura fornecida pelos satélites meteorológicos em várias passagens diárias, constatações sobre a dinâmica das queimadas no país, sua quantidade e distribuição espacial são possíveis. Por exemplo, durante uma campanha realizada em 1995 na região amazônica (denominada SCAR-B - *Smoke, Clouds and Radiation-Brazil*), para estudos relacionados à queima de biomassa, Prins et al. (1998) observou o seguinte, a partir da análise de dados do satélite meteorológico GOES-8 coletados às 11:45, 14:45; 17:45 e 20:45 UTC, no período de junho a outubro de 1995: (a) embora o pico de queimadas geralmente ocorra em meados da tarde, queimadas ocorrem durante todo o dia, com condições de flamabilidade durando somente algumas horas; (b) somente 20% dos pixels foram identificados em mais do que um período de tempo; (c) a maior parte das queimadas se concentrou na Amazônia; (d) uma composição das queimadas durante toda a estação mostrou padrões de queimada distintos ao longo de rios e em áreas próximas a estradas recém construídas e instalações associadas; (e) em média, 35% das queimadas se distribuíram em áreas de floresta densa; mais do que 45% se concentrou em áreas de cerrado, formações arbustivas e gramíneas. A tecnologia espacial é fundamental para propiciar um conhecimento mais completo da situação de queimadas no país. Com a evolução na área espacial e a expectativa de lançamento de novos satélites de sensoriamento remoto, várias questões que atualmente não são bem conhecidas poderão ser melhor compreendidas.

INCÊNDIO DE RORAIMA

O incêndio de Roraima, ocorrido no início de 1998, resultou da combinação de uma condição de extrema seca na região, provocada pelo fenômeno El Nino e a estação seca. Esses dois elementos, em associação, foram responsáveis pelo fato das tradicionais queimadas em

áreas savânicas terem saído fora de controle, adentrando áreas de floresta e caracterizando uma situação de incêndio florestal. Durante os meses de janeiro e fevereiro, a distribuição do fogo foi muito semelhante àquela observada em período semelhante em 1995. Foi somente a partir de março que se intensificou a expansão do fogo em áreas com fisionomia florestal, provocando uma situação de incêndio (queimada fora de controle) somente debelado em 1º de abril, com o início das chuvas. Essas constatações foram também feitas a partir da análise dos dados do satélite meteorológico americano, chamado *Defense Meteorological Satellite Program*. Foi somente a partir da análise dessas imagens, processadas para os meses de janeiro a março de 1998 que se identificou, pela primeira vez, a real extensão da área afetada pelo fogo no estado de Roraima. Apesar de hoje se conhecer, com relativa confiança, a extensão da área de floresta afetada, não se pode ainda afirmar com exatidão o impacto real do incêndio no que se refere ao grau de queima efetivo. Desta forma, algumas áreas afetadas podem ter sido somente superficialmente atingidas, enquanto outras tiveram suas florestas totalmente carbonizadas. Esta questão ainda está sendo conjuntamente analisada por todos os órgãos (instituições de pesquisa, universidades, órgãos governamentais, etc.) que, direta ou indiretamente, estiveram envolvidos na questão. Para estimar a área afetada, o INPE utilizou dados de diversos satélites além de dados obtidos com uma câmara digital acoplada na sua aeronave Bandeirante e dados de campo obtidos por diversas equipes de técnicos e cientistas que se deslocaram para a região durante o evento (INPA, INPE, IBAMA, UnB, UFRJ, Brigada de Infantaria de Fogo, etc.). Esses dados foram confrontados com outros, indicando alto grau de concordância.

DESAPROPRIAÇÕES AMBIENTAIS

Um dos projetos que utilizam Sistemas de Informação Geográfica para integração de dados de sensoriamento remoto e outros (cartográficos, topográficos, etc.) e que teve um impacto significativo no processo de indenização por desapropriação surgiu em decorrência da criação de parques e reservas florestais, gerando uma metodologia para indicar as áreas de proteção permanente (APP) e avaliar o uso e ocupação do solo. Essas informações são utilizadas para contestar laudos realizados por peritos que pleiteiam indenizações milionárias para as áreas desapropriadas. Como exemplos da aplicação da metodologia desenvolvida pelo INPE, em conjunto com técnicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), foram selecionados um imóvel localizado no Parque Estadual de Jacupiranga no estado de São Paulo e outro na área de proteção ambiental (APA) de Guaraqueçaba, no estado do Paraná. Esses imóveis foram indicados pelo Ministério Público do Estado de São Paulo. As APAs são áreas onde a vegetação não pode ser

explorada e, portanto, não são passíveis de indenização e incluem: (a) as áreas com declividade superior a 45°; (b) as margens e nascentes dos rios; e (c) o terço superior dos morros. Adicionalmente, áreas com declividade de 25° a 45°, somente podem ser exploradas mediante Plano de Manejo Florestal.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento permitiu a geração de um mapa de uso do solo, indicando áreas com cobertura de vegetação com valor econômico; com cobertura de vegetação sem valor econômico significativo e áreas desmatadas ou campo de altitude. Sobre o mapa de uso do solo foram identificadas as APPs. Foram também identificadas sobre o mapa de uso do solo as áreas com declividade de 25° a 45°. Com base nessas informações, extraídas de dados orbitais (Landsat e SPOT), fotografias aéreas de arquivo e cartas topográficas, foi avaliada a área de vegetação com valor econômico passível de ser explorada.

A definição das áreas passíveis de exploração foi utilizada pelo IPT para avaliar o valor da indenização, estimada, pelo perito, em R\$ 325 milhões (podendo resultar em um precatório de cerca de R\$ 1 bilhão). O estudo em questão indicou que o valor da indenização não deve exceder R\$ 12 milhões.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

O Programa de Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal foi estabelecido em 1991 pelo Governo Federal, sendo definido como *um dos instrumentos para a racionalização da ocupação dos espaços e redirecionamento de atividades e para o fornecimento de subsídios a estratégias e ações para a elaboração e execução de planos regionais, em busca do desenvolvimento sustentável.*

O zoneamento é entendido como um instrumento básico para o desenvolvimento sustentável, na medida em que incorpora a dimensão ambiental e a produtiva, considerando o desenvolvimento humano e da consolidação institucional. Para tanto, a definição das zonas ecológico-econômicas deve ser resultante de uma metodologia integradora, de atualização permanente e em tempo real, o que só é possível hoje com o desenvolvimento de técnicas de coleta, tratamento e análise de informações, dos quais deve-se destacar os Sistemas de Informação Geográfica, que permitem o estabelecimento de relações espaciais entre informações temáticas georreferenciadas (MMA, 1997).

O procedimento metodológico do ZEE contempla a elaboração de três cartas: duas temáticas (vulnerabilidade natural e potencialidade

social) e uma carta síntese de subsídio à gestão do território, baseada nos níveis de sustentabilidade e na legislação existente.

A contribuição de dados de sensoriamento remoto no ZEE é significativa, principalmente na elaboração da carta temática de vulnerabilidade natural, que envolve a análise integrada do conjunto rocha, solo, relevo e vegetação, bem como do clima e uso da terra.

SISTEMA DE ALERTA DE DESASTRES NATURAIS

Dados de sensoriamento remoto são considerados uma ferramenta de informação extremamente poderosa e o seu uso tem sido demonstrado em um variedade crescente de iniciativas para suporte ambiental. Uma iniciativa importante e que se apoia fortemente em dados orbitais refere-se ao estabelecimento de centros de informação para administração de desastres naturais (*disaster management*). Obviamente, nenhuma sociedade está livre da ameaça de desastres naturais. Entretanto, é imperativo que os recentes avanços tecnológicos nas áreas de comunicações, sensoriamento remoto (incluindo sistemas de informação geográfica), capacidades computacionais sejam utilizados no sentido de permitir acesso a um conjunto maior de informações, de forma a reduzir perdas de vida e perdas econômicas. Tem sido crescente a utilização de Sistemas de Informação Geográfica, Sistemas de Posicionamento Global (GPSs) e no desenvolvimento de modelos e técnicas de simulação. Cada um desses elementos adiciona valor na caracterização de áreas de risco e zonas de desastres, e são essenciais para tornar mais eficiente a utilização de recursos escassos.

Os Estados Unidos têm uma das mais elevadas taxas de desastres naturais no mundo, afetando todos os seus estados (GDIN, 1997). Terremotos e ciclones atingem os grandes centros populacionais da costa leste e oeste do país, provocando danos significativos. Um sistema de informações compreendendo dados de diversas fontes (sensoriamento remoto, mapas, relatórios) certamente contribuirá para melhorar o conhecimento de áreas de risco, predição e levantamento de danos.

Técnicas de sensoriamento remoto podem contribuir significativamente nos seguintes eventos: poluição industrial, catástrofe nuclear, derramamento de petróleo; deslizamentos, vulcões, terremotos; incêndios; enchentes, tempestades de vento, ciclones tropicais, tornados, por meio de fenômenos mensuráveis tais como contaminação da água, estresse da vegetação, variações do solo, tipo de vegetação e estatus, etc.

Possivelmente, os dois sistemas mais utilizados no suporte a administração de desastres são os sensores multiespectrais e os sistemas de radar. A vantagem dos sensores multiespectrais é que eles provêm

informação sobre uma variedade de bandas selecionadas do espectro eletromagnético. Isto permite uma melhor discriminação dos alvos na superfície terrestre. Dados de radar tendem a complementar dados multiespectrais, provendo melhores representações da topografia e de padrões de drenagem, além de ter uma capacidade de imageamento à noite e em condições meteorológicas adversas.

AGENDA 21

A Agenda 21 é um programa mundial de ação voltado para o desenvolvimento sustentável, e que constitui o início de uma parceria global voltada para melhorar a qualidade de vida de todo o mundo, sem sacrificar a integridade ambiental. Com suas ações voltadas principalmente na proteção do meio ambiente e no início de desenvolvimento sustentável, necessariamente requer o monitoramento de um meio ambiente em contínua alteração. Um pré-requisito para o acompanhamento efetivo do meio ambiente está relacionado à habilidade de se monitorar o status do ambiente e suas variações nos domínios espacial e temporal. O excelente potencial da tecnologia espacial para prover medidas sinóticas e repetitivas de amplas (ou mesmo inacessíveis) áreas, faz com que ela se constitua em uma ferramenta única para o monitoramento e administração do meio ambiente em escala global (Rao et al., 1995).

Segundo o mesmo relatório (Rao et al., 1995), a tecnologia espacial, utilizada para se atingir desenvolvimento sustentável e integrado, está emergindo como uma ferramenta poderosa para combater a pobreza. Devido à capacidade dos satélites de sensoriamento remoto gerar informações sobre os recursos naturais em várias escalas e com alta relação custo/benefício, ela é ideal para o levantamento das bases de recursos de uma região em nível micro, até monitorar os fatores que contribuem para a degradação ambiental e mudanças globais. A integração de informações extraídas do espaço sobre características do solo, cobertura florestal, potencial agrícola, potencial de água profunda e superficial, e meteorológicas, com dados sócio-econômicos permite delinear estratégias apropriadas de desenvolvimento que podem ser implementadas em nível micro, para melhorar a produtividade. Dados de sensoriamento remoto estão sendo utilizados operacionalmente para mapear a extensão da desertificação, gerando métodos apropriados para evitar a sua expansão e administração ótima de áreas áridas. Monitoramento de florestas tropicais, erosão do solo, poluição ambiental, status agrícola, padrões de uso da terra, recursos aquáticos, e mudança do nível do mar ao longo da costa são atividades fundamentais para se atingir uma administração integrada dos recursos.

SENSORIAMENTO REMOTO: O FUTURO

Constantemente, novos satélites são lançados, incorporando aperfeiçoamentos que incluem alta resolução espacial, cobertura mais ampla e menores tempos de revisita. Em alguns sistemas, esses aperfeiçoamentos incluem melhor qualidade dos dados, em função do desenvolvimento de técnicas mais avançadas de calibração. Os novos (ou recentes) tipos de satélites de sensoriamento remoto buscam prover alta resolução espacial (tipicamente 3 metros na banda pancromática); coletar dados em centenas de bandas estreitas, com resolução de aproximadamente 20 metros, e bandas variando do visível até o infravermelho médio (satélites hiperespectrais); ou operar com sistemas radar (SAR – *Synthetic Aperture Radar*, Satélites de Abertura Sintética) que, além de serem insensíveis às condições meteorológicas adversas e horário de aquisição de dados, fornecem informações sobre relevo, umidade do solo, entre outros, que não são passíveis de serem providas por sistemas óticos (Landsat, SPOT, por exemplo). Infelizmente, duas iniciativas recentes de lançamento de satélites óticos de alta resolução espacial, não foram bem sucedidas. É o caso dos satélites *Early Bird* (*Earthwatch*, EUA) e *Ikonos* (*Space Imaging*, EUA), com resoluções espaciais de 3 m (na banda pancromática); e 3,27 m nas bandas azul, verde, vermelho e infravermelho próximo e 0,82 m na banda pancromática, respectivamente.

A oportunidade de monitorar a superfície da Terra com maior detalhe contribui para um melhor entendimento dos efeitos ambientais previamente ignorados, exagerados ou inadequadamente relatados. Os novos satélites têm inúmeras aplicações. Os dados de radar possibilitam monitorar áreas anteriormente escondidas pela presença de nuvens; dados de elevação do terreno (em três dimensões) constituem elementos de análise extremamente valiosos para monitorar processos e mudanças ambientais. Quando combinados com imagens multiespectrais, são importantes na análise de formas geológicas, previsão de enchentes e secas críticas para vegetação, erosão, e muitos outros processos naturais.

As imagens multiespectrais de alta resolução também serão relevantes na identificação de variações em plantios, auxiliando a detecção de anomalias tais como doenças, infestação de insetos, estresse de nutrientes, falhas de irrigação, em áreas tão pequenas quanto 1 metro quadrado e, muitas vezes, antes da condição estar visível a olho nu. Contribuirão também para estender as técnicas de agricultura de precisão, que reduzem perdas e poluição pela aplicação precisa de fertilizantes, pesticidas ou água em doses que variam muito no campo de acordo com as necessidades imediatas.

Segundo Kilston (1998), uma empresa americana está desenvolvendo um sistema para processar e integrar informações utilizando imagens de alta resolução e exatidão, para mapeamento de campos cultivados, extraíndo informação da cultura a partir de dados

arquivados de satélite e fotografias aéreas, registro de crescimento, dados meteorológicos, mapas de elevação, e outros dados. Essas informações podem ser de extrema importância na agricultura.

Cada um dos novos satélites programados contribuirá não só para um aumento significativo em desempenho e número, como também melhorarão a informação e o entendimento que contribuirão para a melhor tomada de decisão para o planeta e para as futuras gerações.

MUDANÇAS GLOBAIS

Temas relativamente recentes, como o relacionado a Mudanças Globais, promoveram o desenvolvimento de novos satélites voltados não somente para identificar/mapear/monitorar recursos naturais, mas para melhor entender como a Terra está mudando, promovendo o desenvolvimento e validação de modelos preditivos globais. Assim, o *Earth Observing System (EOS) Program* foi concebido em 1979 para focar, mais precisamente, os vários elementos não só terrestres como atmosféricos para atender os objetivos propostos. Temas tais como radiação, nuvens, vapor d'água, precipitação e circulação atmosférica; circulação oceânica, produtividade, e trocas com a atmosfera; química da atmosfera e gases de efeito estufa; ecossistemas terrestres e hidrologia; ozônio e química da estratosfera; vulcões e efeitos climáticos de aerossóis.

As medidas do EOS permitirão melhor conhecimento dos aspectos físicos e biológicos dos oceanos, incluindo sua circulação, produtividade, e seu papel na troca de gases (tais como dióxido de carbono) com a atmosfera. As observações relacionadas com gases de efeito estufa e química da baixa atmosfera promoverão um melhor entendimento dos eventos que controlam a produção de ozônio estratosférico, incluindo a ocorrência de queimadas e as mudanças na cobertura terrestre que estão ocorrendo em todo o mundo.

O EOS foi concebido para prover um melhor conhecimento de todo o sistema terrestre em escala global, por meio de uma compreensão mais profunda dos componentes deste sistema, suas interações, e como a Terra está mudando. As medidas globais homogêneas, de longo prazo, proporcionadas pelo EOS resultarão em um melhor levantamento das mudanças globais, resultando numa maior habilidade para prever variabilidades climáticas sazonais e interanuais. Através do EOS pode-se antecipar uma melhoria significativa na nossa habilidade de entender e prever mudanças globais e seus efeitos nas atividades humanas (EOS, 1999).

COMENTÁRIOS FINAIS

Nesta breve apresentação foram relatados alguns exemplos de utilização de dados obtidos a partir de plataformas orbitais, para suporte a projetos envolvendo recursos naturais. Obviamente, a gama de aplicações de dados de sensoriamento remoto é enorme, principalmente se explorados todos os sistemas de observação da Terra atualmente em operação. Com os satélites da nova geração, novas aplicações ou melhoramentos significativos em algumas das atuais aplicações certamente aparecerão. Os satélites de sensoriamento remoto estritamente nacionais deverão ser lançados a partir de 2003. Hoje, o país possui dois satélites operacionais de coleta de dados, cujos dados servem de entrada a modelos de previsão de tempo e clima. Esses satélites, entretanto, não são imageadores, como é o caso do Landsat, SPOT, ERS, Radarsat etc. O primeiro satélite imageador com parceria brasileira está sendo construído com a China (*China-Brazil Earth Resources Satellite – CBERS*) e será lançado ainda neste ano. Este satélite terá resoluções espacial, espectral, radiométrica e temporal muito semelhantes às do Landsat. A autonomia de se ter dados de sensoriamento remoto a partir de um sistema com participação nacional certamente permitirá uma distribuição mais interessante sob o ponto de vista econômico para o usuário, além de representar independência de sistemas que são controlados por agências externas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GDIM (The Global Disaster Information Network). Harnessing Information and Technology for Disaster Management. Disaster Information Task Force Report. Nov. 1997. 115p.
- Rao, U.R.; Chandrasekhar, M.G.; Jayaraman, V. Space & Agenda 21. Caring for the Planet Earth. Prism Books PVT Ltd., Bangalore, Índia, 1995. 229p.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal) Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, DF, 1997.43p
- Kilston, S. Capabilities of new remote sensing satellites to support sustainable development. In: International Symposium on Earth Observation System for Sustainable Development. Proceedings, vol. XXXII, Part I. Bangalore, Índia, 25-27 Feb. 1998, pp.183 – 190.
- EOS Science Plan. Ed. King, M., NASA Goddard Space Flight Center. EUA, 1999.

RESUMO

Este trabalho fornece uma breve introdução sobre os benefícios do uso da tecnologia espacial na administração de recursos naturais. Com o advento de satélites cada vez mais sofisticados, o conjunto de aplicações se torna cada vez maior. No Brasil, dados do satélite norte-americano Landsat estão disponíveis desde os anos 70. O seu uso foi explorado em muitas áreas, tais como geologia, oceanografia, estudos florestais, agricultura, estudos de água, planejamento regional e urbano, etc. Mais recentemente, há um interesse significativo em se entender melhor o impacto de mudanças no uso da terra/cobertura da terra no clima regional e global. Novos satélites, tais como o Terra (previamente denominado Sistema de Observação da Terra -EOS), a ser lançado este ano, e o europeu Envisat, a ser lançado no ano 2000, certamente trarão um novo conjunto de observações que melhorará nosso conhecimento sobre o funcionamento do sistema terrestre. Para países com extensão continental, como o Brasil, ou para estudos globais, o uso de tecnologia espacial é imprescindível e constitui uma das ferramentas mais importantes.

ABSTRACT

This paper gives a very brief introduction to some of the benefits of the use of space technology for natural resources management. With the advent of increasingly more sophisticated satellite systems, the range of applications becomes larger and larger. In Brazil, data from the North-American satellite Landsat is available since the 70's. Their use have been explored in many areas, such as geology, oceanography, vegetation, agriculture, water studies, regional and urban planning etc. More recently, there is a strong scientific interest to understand better the impact of land use/land cover change in the regional and global climate. New satellites, such as the Terra (previously named Earth Observing System - EOS), to be launched this year, and the European Envisat, to be launched in the year 2000, will certainly bring a new set of observations which will enhance our knowledge about the Earth System functioning. For large countries such as Brazil, or for global studies, the use of space technology is unavoidable and constitutes one of the major working tools.

A Autora

THELMA KRUG é presentemente coordenadora geral de Observação da Terra do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). É também membro do Comitê Científico do *Land Use/Cover Change (LUCC)* um projeto conjunto do *International Geosphere-Biosphere Program* e *International Human Dimensions Program*, sendo líder do Focus 2 do Projeto, voltado para estudos e modelagem da dinâmica da cobertura da Terra. Faz parte do Comitê Científico do LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia), assim como de seu Comitê Organizador. Até recentemente, atuava na gerência do Programa Institucional da Amazônia, onde os estudos sobre desflorestamento e queimadas são desenvolvidos. Obteve o seu PhD em estatística espacial em 1992, pela Universidade de Sheffield, Inglaterra.

Microssatélites do INPE e o Programa Espacial Brasileiro

JOSÉ ÂNGELO DA COSTA FERREIRA NERI

HISTÓRICO

Sabe-se que no início da era espacial a ex-URSS (com os satélites Sputnik, Luna e Kosmos), os EUA (com Explorer e Pioneer) e a França (com o Eole) trabalhavam com pequenos artefatos. Entre 1957 e 1987, foram lançados por volta de 270 pequenos satélites (TRW Space LOG, 1998), embarcando experimentos científicos. Isto representa cerca de 9% do total de lançamentos com sucesso, no mesmo período. Os pequenos satélites que constituem a maioria das missões científicas são incontestavelmente responsáveis pela expansão dos conhecimentos sobre o nosso planeta e o Sistema Solar (Valenzuela 1982).

O que realmente vem ocorrendo nos últimos anos é o aparecimento de uma nova geração de pequenos satélites, os microssatélites (J. M Radbone & N. M. Sweeting, 1992), que incorporam novos avanços tecnológicos que permitem a construção de sistemas espaciais confiáveis, de alto desempenho, e ao mesmo tempo mais econômicos. O mais importante é que estas são, em sua maioria, iniciativas privadas que se impõem pela competitividade e pela lucratividade financeira, desvinculadas do espírito de demonstração de poder tecnológico ou do caráter puramente científico do início da era espacial. Um exemplo que ilustra esta visão comercial associada aos microssatélites é o caso da SSTL (Inglaterra) que vendeu sua plataforma para o Chile, Portugal, França (CNES) e Coréia do Sul.

O projeto dos satélites de aplicações científicas SACI-1 (José Ângelo C.F.Neri and Ijar M. Fonseca, 1998) e SACI-2 (Ijar M. Fonseca, José A. C. F. Neri, and Milton S. Ribeiro, 1999), que vem sendo implementado com sucesso pelo INPE, tem como base a tecnologia de vanguarda dos microssatélites e os conhecimentos e experiência adquiridos no decorrer do programa espacial brasileiro. O SACI-1 foi concebido como uma plataforma multimissão para satélites entre 60 e 100 kg, e esta plataforma está sendo utilizada, com pequenas modificações, também no projeto do SACI-2. A recorrência trouxe uma significativa redução de custos e de tempo de execução, ou seja, o conhecimento, a experiência e as lições aprendidas no projeto do primeiro satélite são utilizadas diretamente no desenvolvimento do SACI-2. O SACI-1 teve um custo de 4,6 milhões

de dólares com duração de desenvolvimento de quatro anos e o SACI-2 apenas 2 milhões de reais, com duração prevista de apenas um ano.

Um aspecto relativamente recente é o lançamento de pequenos satélites como carga secundária de lançamento de satélites maiores (John R. London III). O SACI-1 será colocado em órbita como carga secundária *piggyback satellite* no lançamento do satélite sino-brasileiro CBERS (*China Brazil Earth Resources Satellite*), pelo lançador chinês Longa Marcha 4, em outubro de 1999. O SACI-1 contou com o financiamento integral da FINEP (Convênio 5.6.94.0742.00). O desenvolvimento desta plataforma foi realizado em colaboração com universidades e outras instituições de pesquisa.

ALTO DESEMPENHO E BAIXO CUSTO

Sem sombra de dúvida os microssatélites avançaram muito nesses últimos anos devido justamente ao grande progresso dos microcomputadores e das ferramentas (computacionais para desenvolvimento) das áreas de eletrônica, mecânica e térmica, juntamente com a redução dos seus custos. Tomemos como exemplo a massa das memórias dos computadores, que como na eletrônica em geral, cai a uma razão média de 1,52 ao ano, para a mesma capacidade, ou seja, caiu de um fator superior a um milhão desde o início da era espacial em 1957, até 1990. Nessa proporção a massa de um determinado dispositivo eletrônico a cada onze anos tem uma redução de um fator 100. O ganho em massa de uma missão espacial representa uma enorme redução no custo de lançamento, cujo valor é tipicamente a metade do custo das missões.

Com relação à confiabilidade, nos últimos 25 anos mais de duas dezenas de microssatélites AMSATs, lançados e operados por radioamadores, cumpriram sem falhas todas suas missões e superaram suas perspectivas de vida útil. As taxas de sucesso dos microssatélites superam em muito aquelas dos grandes programas das renomadas agências espaciais. O mais intrigante é que nos grandes programas o quilograma custa entre 20 e 1000 vezes mais, e só na teoria supera a confiabilidade de uma missão de microssatélite. Os microssatélites atingem altos índices de sucesso graças à utilização de tecnologia simples e atual, calcados nos avanços de confiabilidade dos produtos industriais e nos testes efetuados sob a responsabilidade da própria equipe envolvida na realização do satélite.

Sabe-se, por outro lado, que nos últimos anos a indústria aumentou muito sua preocupação com a confiabilidade e vida útil de seus produtos. Nos veículos automotivos o tempo de exposição às vibrações e os níveis de temperatura são superiores aos exigidos em missões espaciais. O

esforço industrial traz, em termos de componentes, o alargamento das faixas de temperatura, o cuidado com a embalagem para proteção mecânica e eletrostática e mais recentemente, a preocupação com a umidade e até mesmo com as radiações nos componentes para uso no solo. Sem contar que a estatística do produto industrial é muito mais apurada que a do produto espacial, simplesmente por ter maior amostragem.

Os satélites convencionais, com o pretexto de serem mais confiáveis utilizam tecnologia de 11 a 20 anos atrasada. É como se voltássemos a usar um computador dos anos 80 cujo custo e o desempenho estariam enormemente defasados dos atuais. Por outro lado não se pode utilizar qualquer tecnologia recente simplesmente com a alegação de que é mais moderna.

No projeto SACI foi preciso conhecer a tecnologia envolvida na fabricação de cada um dos componentes selecionados, avaliar os históricos, e testar exaustivamente as partes confeccionadas. Com isso se conseguiu maior desempenho e menor risco a menor custo. No SACI conseguiu-se também uma relação massa/carga útil bem superior à da maioria dos satélites atualmente em órbita. A plataforma multimissão SACI é dotada de um sistema de computadores triplo que possibilita autonomia e dispensa intervenção humana na estação de recepção e controle, e que é capaz de funcionar mesmo que dois dos seus computadores venham a falhar.

O SACI-1 conta com 60kg dos quais 30kg distribuídos entre quatro experimentos científicos selecionados pela Academia Brasileira de Ciências. Estes experimentos são de relevância internacional e visam conhecer melhor os fenômenos físicos e químicos que ocorrem no espaço, em particular, sobre o território brasileiro. Os experimentos são:

- ORCAS, observação de raios cósmicos anômalos na magnetosfera que estuda as partículas carregadas aprisionadas na magnetosfera;
- FOTOEX, fotômetro de aeroluminescência, estuda fenômenos fotoquímicos da alta atmosfera;
- MAGNEX, magnetômetro de alta precisão para estudar as correntes elétricas alinhadas com o campo magnético da Terra;
- PLASMEX, experimento para estudo de bolhas do plasma atmosférico que mede suas características e procura elucidar o fenômeno das bolhas, muito intenso sobre o território nacional.

Os responsáveis pelos experimentos são cientistas brasileiros que trabalham em colaboração com outros países (Japão com ISAS e o RIKEN, e os EUA com o *Naval Research Laboratory*).

Já o SACI-2 com apenas 80kg embarca carga útil idêntica ao dos Satélites de coleta de Dados (SCD1 e 2) que pesam 110kg. Estes satélites funcionam como um espelho, retransmitindo para grandes estações no solo, os sinais de diversas plataformas que coletam dados como níveis de rios, temperaturas, ventos e outros dados importantes. Estas plataformas estão espalhadas pelo território nacional e no oceano Atlântico. Além disso o SACI-2 carrega também um outro transmissor que permite que usuários recebam dados diretamente através de pequenas estações de recepção no solo (estacionetes) sem passar pelas grandes estações de Cuiabá ou Alcântara (11m de diâmetro de antena). E por fim, o SACI-2 leva ainda os quatro experimentos científicos do SACI-1.

OS MICROSSATÉLITES E O PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

A capacitação tecnológica que vem da simplificação das técnicas empregadas em missões espaciais, tem como conseqüência a geração de produtos de alta tecnologia a partir de elementos industriais disponíveis. Isto implica em uma maior participação das indústrias convencionais locais em missões espaciais aumentando assim o nível de nacionalização dos componentes nos veículos lançadores e nos satélites, e proporciona maior independência tecnológica nessa área.

Em conseqüência da redução dos custos das missões espaciais (Wertz, J. R, 1996; Neri at all, 1996), hoje uma agência espacial com investimentos relativamente modestos mas, se estrategicamente aplicados, pode conseguir os meios necessários, tecnologia, infraestrutura computacional e oportunidades de lançamentos superiores aos utilizados nas grandes agências na época da corrida espacial. Isso significa que uma nação emergente pode se tornar independente e até mesmo competitiva ao buscar a lucratividade na área espacial, como é o caso da China e da Índia.

O mercado dos pequenos satélites vem aumentando verticalmente (Jean-Paul Lafevre et Bernard Dejean, 1993). Os consultores da NASA e da ESA sugerem maiores investimentos nesta área. E analisando 200 satélites (Euroconsult) com massas inferiores a 1000kg, previstos para entrar em órbita entre 1992 e 2002 as seguintes tendências são observadas quanto as suas missões:

- 70% para comunicações;

- 15% aplicações militares;
- 8% observação da Terra e caráter científico;
- 7% aplicações tecnológicas.

Considerando-se a implementação recente das constelações de satélites, esta tendência se revela cada vez mais acentuada para as comunicações. Isto se dá simplesmente pelo fato de que o retorno médio dos programas de comunicação por satélites é de 1 bilhão de dólares para cada 200 milhões investidos num prazo médio de 5 anos, incluindo os satélites, os lançadores, as estações de controle e os equipamentos dos usuários.

Seguindo esta corrente, uma forma que pode vir a impulsionar o programa espacial brasileiro é portanto a materialização de um projeto de comunicação comercialmente viável, aproveitando nossa localização privilegiada no planeta. Contando apenas com os clientes no Brasil, como bancos, correios, militares etc., um programa destes pode obter retorno financeiro. Desta maneira pode se consolidar os investimentos na área espacial e dotar o parque empresarial nacional de tecnologia competitiva em foguetes com propulsores líquidos e satélites avançados para atender também outras áreas, como as de imageamento da terra para monitoramento das florestas e da agricultura, meteorologia, pesquisas científicas e outras aplicações.

Para implementar um programa como este são necessárias estruturas semelhantes às implementadas com sucesso no projeto dos microsatélites SACI:

- A identificação de clientes no País que devem ter participação na definição detalhada da missão;
- A utilização de uma estrutura mais ágil e mais autônoma (uma Fundação, uma organização social ou uma empresa especialmente constituída para este fim), para implementação do projeto e para buscar investimentos fora da esfera estatal;
- A elaboração de uma política industrial que permita a aplicação dos recursos no País e, quando não for viável, a associação das nossas empresas com empresas estrangeiras sob o nosso controle.

Um outro aspecto importante é que deve ser considerado como indivisível o conceito lançador-satélite. Por exemplo, no caso dos requisitos da missão não serem compatíveis com o atual VLS, deve ser escolhido um veículo estrangeiro tal que ao longo dos lançamentos, a

partir de Alcântara, garantam a transferência de tecnologia nesta área possibilitando a concreta participação e o domínio nacional da tecnologia de foguetes lançadores.

CONCLUSÃO

A consolidação das metas do programa espacial brasileiro passa necessariamente por uma abordagem realista, competitiva e sustentável. Um projeto de comunicação por satélites pode manter toda a máquina espacial em movimento e se apresenta como o único lucrativo da área, não há como se esquivar.

A iminente homologação do VLS como lançador na Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) e toda a tecnologia dominada e aplicada no projeto e construção dos microssatélites constituem um cenário extremamente favorável ao planejamento de missões utilizando pequenos satélites recorrentes com fins comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- TRW Space LOG 1957-1987, TRW Space & Technology Group, Redondo Beach, CA, USA, 1998, Vol. 23
- Valenzuela, A; International Symposium – Small Satellites Systems and Services, ESA/CNES, Arcachon, France, June 29 – July 3, 1992
- Radbone, J.M. & Sweeting, M.N.; International Symposium – Small Satellites Systems and Services, ESA/CNES, Arcachon, France, June 29 – July 3, 1992
- José Ângelo C. F. Neri and Ijar M. Fonseca; The Brazilian Scientific Satellite SACI-1, 4th International Symposium on Small Satellites Systems and Services, Sept 14-18 1998, France
- Ijar M. Fonseca, José Â. C. F. Neri, and Milton S. Ribeiro; After Separation Attitude Dynamics of the Brazilian Scientific Satellite SACI-2, 14th International Symposium on Flight Dynamics, ISSFD XIV, 08-12 February 1999, Foz do Iguaçu, Brazil.
- Neri et al; The Brazilian Microsatellite SACI-1, Acta Astronautica, Vol. 39, 9-12, November-December, 1996.
- John R. London III, Reducing Launch Cost, in Reducing Space Mission Cost, James Wertz and Wiley Larson Editors, Space Technology Series, Space Technology Library, 1996
- Wertz, J. R. and Wiley Larson, Reducing Mission Cost, James Wertz and Wiley Larson Editors, Space Technology Series, Space Technology Library, 1996

Neri, J.A.C.F.; Rabay, S.; Dos Santos, W.A.; De Souza, P.N.; Fonseca, I.M.; De Paula Júnior, A.R., Key Technological Solutions Towards The Saci-1 Microsatellite Design, Proceedings of the Tenth Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, September 1996

Jean-Paul Lafevre et Bernard Dejean, Petits Satellites et Moyens Associés, Dossier Technique, Avril/93.

RESUMO

Este artigo apresenta as estratégias implementadas nos projetos dos satélites de aplicações científicas SACI-1 e SACI-2. Consta nesta apresentação a metodologia de trabalho utilizada para o desenvolvimento de microsatélites e faz-se um paralelo com a metodologia usada no desenvolvimento de satélites em programas espaciais convencionais. Apresenta-se também considerações sobre a política industrial bem como sobre as aplicações e os benefícios que podem advir dos microsatélites. Sugere-se também uma opção para impulsionar o programa espacial brasileiro.

ABSTRACT

This paper presents the strategies applied in the development of the Scientific Applications Satellites SACI-1 and SACI-2. It is presented the work methodology used in the microsatellites and comparisons with the methodology used on conventional space program. It is also analyzed some points of the industrial participation as well as the benefits and applications raised by microsatellites. Some interesting options for the activities of the Brazilian Space Program are also analyzed.

O Autor

JOSÉ ÂNGELO DA COSTA FERREIRA NERI engenheiro eletricitista com doutorado em astrofísica e técnicas espaciais pela Universidade Paul Sabatier, França, é tecnologista sênior no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e gerente do Projeto Microsatélites Científicos.

Veículos Lançadores de Satélites - Cenário Atual e Futuro

BRIG.-DO-AR TIAGO DA SILVA RIBEIRO

INTRODUÇÃO

As atividades espaciais brasileiras estão organizadas em grandes programas abrangendo iniciativas de cunho científico, de aplicações e de capacitação tecnológica, e também aquelas voltadas à implantação, manutenção e ampliação da infra-estrutura operacional e de apoio às atividades de pesquisa e de desenvolvimento. Em amplitude nacional, como previsto na lei de criação da Agência Espacial Brasileira (AEB), estes programas e atividades constam do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), e compreendem as ações destinadas a concretizar os objetivos da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (Pndae). A política e o programa nacional são os balizadores para a participação dos órgãos componentes do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (Sindae), onde o Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento (Deped), do Comando da Aeronáutica, integra-se como órgão setorial.

Dentre os programas do PNAE, dizem respeito ao Deped os veículos lançadores de satélites e parte do programa de infra-estrutura espacial, particularmente os referentes à implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e à atualização e manutenção do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI).

Os investimentos nas atividades espaciais dos programas do PNAE sob a responsabilidade do Comando da Aeronáutica visam, além de outros objetivos, tornar o Brasil independente quanto à capacidade de lançar os seus satélites e estar em condições de competir no mercado internacional. Outro objetivo é a comercialização do CLA para veículos estrangeiros.

CENÁRIO MUNDIAL DE VEÍCULOS LANÇADORES DE SATÉLITES

O desenvolvimento na área espacial sempre foi restrito a um número reduzido de países e sua exploração comercial ainda é privilégio de poucos. Até recentemente a principal e mais expressiva participação mundial na pesquisa espacial, tem sido dos EUA e da Rússia, seguindo-se de países da Europa por meio do programa espacial gerenciado pela

Agência Espacial Européia (ESA). A França e a Alemanha participam do programa com os maiores orçamentos. No ano de 1997, a França participou com 30 % do programa e a Alemanha com 25 %, de um total aproximado de 2,8 bilhões de dólares. Outros países que desenvolvem programas espaciais são a China, o Japão, a Índia, Israel e o Brasil. A Ucrânia tem procurado, por meio de associações com outros países, utilizar veículos remanescentes da antiga União Soviética.

Os veículos lançadores são normalmente classificados como pequenos, médios, intermediários e pesados. As órbitas nas quais os satélites são colocados designam-se de : LEO (Low Earth Orbit), para órbitas até 2000 km; MEO (Medium Earth Orbit), para órbitas entre 2000 km e 35.786 km; GTO (Geostationary Earth Orbit), para órbita a uma distância de 35.786 km da Terra e HEO (High Earth Orbit), para órbitas além de 35.786 km.

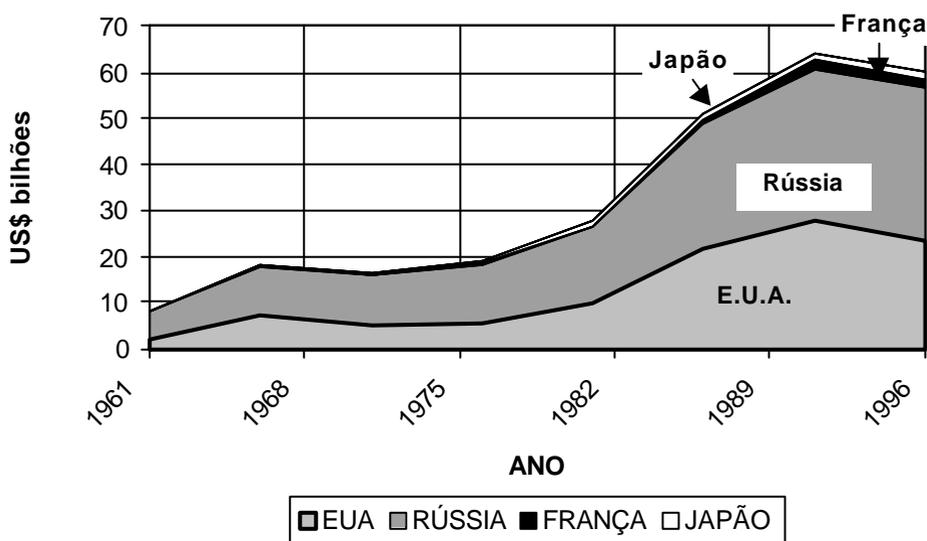
Os veículos lançadores atualmente em uso no mundo são os apresentados na tabela 1.

Tabela 1 : Veículos Lançadores de Satélites em Uso no Mundo

PAÍS	VEÍCULOS LANÇADORES			
	PEQUENOS	MÉDIOS	INTERMEDIÁRIOS	PESADOS
EUA	TAURUS	TITAN II	ATLAS II	SPACE SHUTTLE
	ATHENA 2	DELTA II		TITAN IV
	PEGASUS XL			
RÚSSIA	START 1	-	SOYUZ	PROTON
EUROPA	-	-	ARIANE IV	ARIANE V
CHINA	-	LONGA MARCHA	-	LONGA
		2C		MARCHA 3B
UCRÂNIA	-	CYCLONE 3	-	ZENIT-2
JAPÃO	-	-	H-2	-
ÍNDIA	-	PSLV	-	-

O esforço das nações nas pesquisas e no desenvolvimento das atividades espaciais tem sido altamente gratificante em relação aos serviços prestados para a sociedade em geral. Os benefícios gerados são proporcionais aos investimentos realizados no setor. Os dispêndios orçamentários mais significativos dos países que investem na área espacial, aplicados ano-a-ano, são apresentados na figura 1, em anexo.

Figura 1 : Dispêndios Mais Significativos de Alguns Países na Área Espacial



Os dispêndios realizados com as atividades espaciais brasileiras, se comparados com os dos países acima mostrados, não podem ser representados graficamente na mesma escala apresentada, devido a seus valores serem muito aquém daqueles aplicados por eles.

O MERCADO COMERCIAL MUNDIAL DE LANÇAMENTOS ESPACIAIS

Os países que se destacam nas aplicações comerciais de lançamentos espaciais são os EUA, a Europa, com o programa Ariane, e a China.

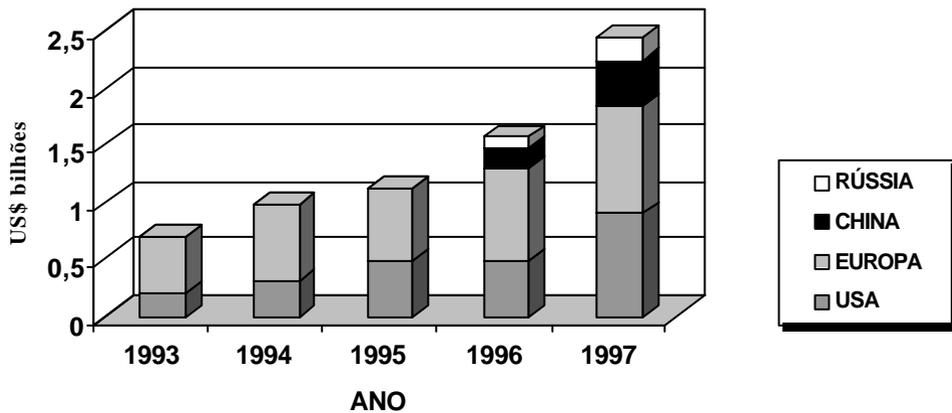
No período de 1993-1997, os lançamentos no mundo, comerciais e não comerciais, foram os constantes da tabela 2.

No período 1993-1997 os lançamentos comerciais proporcionaram as receitas para os respectivos países, mostradas na figura 2, em anexo.

Tabela 2 : Lançamentos de Veículos Lançadores de Satélites no período 1993-1997

PAÍS	LANÇAMENTOS NÃO COMERCIAIS	LANÇAMENTOS COMERCIAIS	TOTAL
EUA	117	36	153
RÚSSIA	177	9	186
EUROPA	7	42	49
CHINA	9	10	19
JAPÃO	8	0	8
ÍNDIA	1	0	5
ISRAEL	5	0	1
BRASIL	1	0	1
TOTAL	325	97	422

Figura 2: Receitas de Lançamentos Comerciais no Período 1993-1997



As figuras 3 e 4, em anexo, apresentam os preços de lançamento de veículos lançadores de satélites em função de seus desempenhos.

Figura 3: Preço de Lançamento de Veículos Pequenos e Médios em Função do Desempenho Relativo à Órbita Circular Polar de 700 km

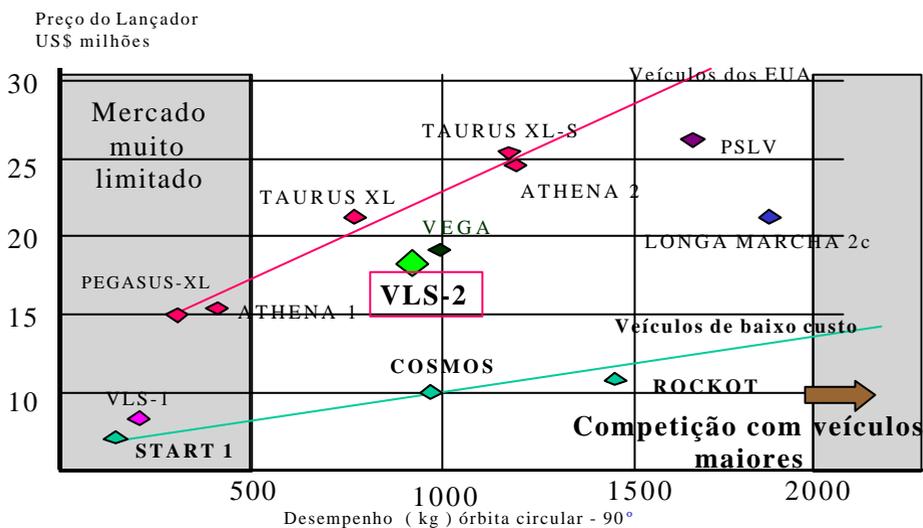
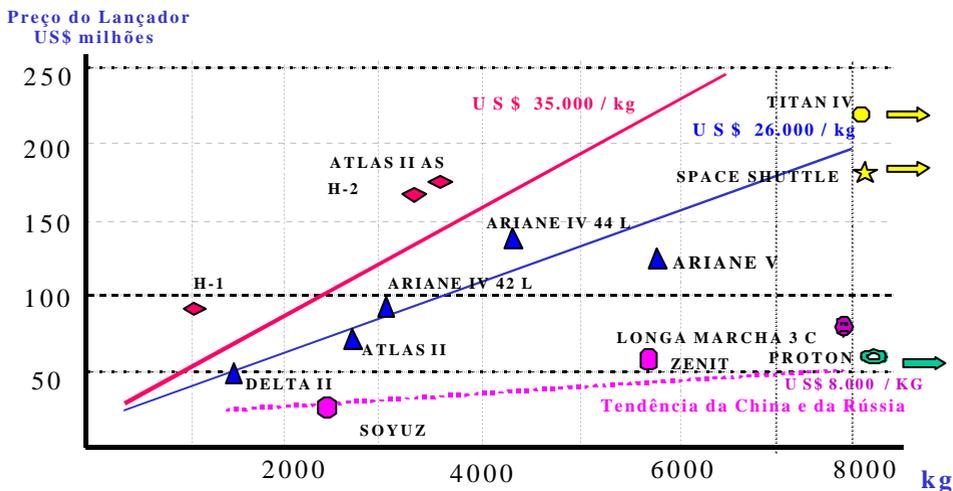


Figura 4: Preço de Lançamento de Veículos Intermediários e Pesados em Função do Desempenho Relativo à Órbita Circular Polar de 700 km



RETORNO OS RECURSOS APLICADOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES ESPACIAIS

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.

Como visto anteriormente, 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? Óbvio que todos conhecem os benefícios indiretos trazidos por esse tipo de desenvolvimento de tecnologia, dentre eles pode-se destacar: o aumento da capacitação de recursos humanos de uma nação, benefício este difícil de ser quantizado, mas que sem dúvida representa a alavanca do setor intelectual e produtivo dos países que se dedicam a essa área do conhecimento. As facilidades colocadas à disposição do ser humano em termos de qualidade de vida e lazer são também exemplos de aplicações indiretas das pesquisas espaciais. Outro ponto importantíssimo é o 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 o desenvolvimentos espaciais, com orçamentos compatíveis, sem contar com o retorno dos investimentos a curto prazo.

TECNOLOGIAS DE VEÍCULOS ESPACIAIS JÁ DESENVOLVIDAS PELO BRASIL E SUA INSERÇÃO NO MERCADO MUNDIAL

O Brasil iniciou suas atividades espaciais na área de foguetes lançadores em 1965, em cooperação com a NASA (National Aeronautics and Space Administration), agência espacial americana. Naquela década, foi construído o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), de onde foram realizados vários lançamentos com especialistas da NASA e, também, do Centro Aeroespacial Alemão (DLR).

Já em 1965 era lançado o primeiro foguete de sondagem brasileiro, o Sonda I. Dessa iniciativa, seguiram-se vários outros projetos que levaram o Centro Técnico Aeroespacial (CTA), por meio do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), fortemente apoiado pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), a desenvolver a família de foguetes de sondagem : os Sonda II; III; e IV; o VS-30 e o VS-40. No final da década de setenta, o CTA já dominava a tecnologia de foguetes de sondagem estabilizados aerodinamicamente e iniciava estudos para o

desenvolvimento de um veículo que seria pilotado, seguindo uma trajetória previamente programada no solo.

O estágio de desenvolvimento atingido pelos órgãos do Comando da Aeronáutica nas pesquisas espaciais nas áreas de foguetes de sondagem e de cargas-úteis, e as pesquisas de aplicações espaciais levadas a efeito pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, levaram a então Comissão Brasileira de atividades Espaciais (Cobae) a criar a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) que estabelecia o objetivo de realizar um programa espacial completo, onde seriam desenvolvidos, em uma primeira fase, satélites de aplicações de coleta de dados e de sensoriamento remoto para serem lançados com veículos lançadores de satélites brasileiros, utilizando bases de lançamento aqui construídas.

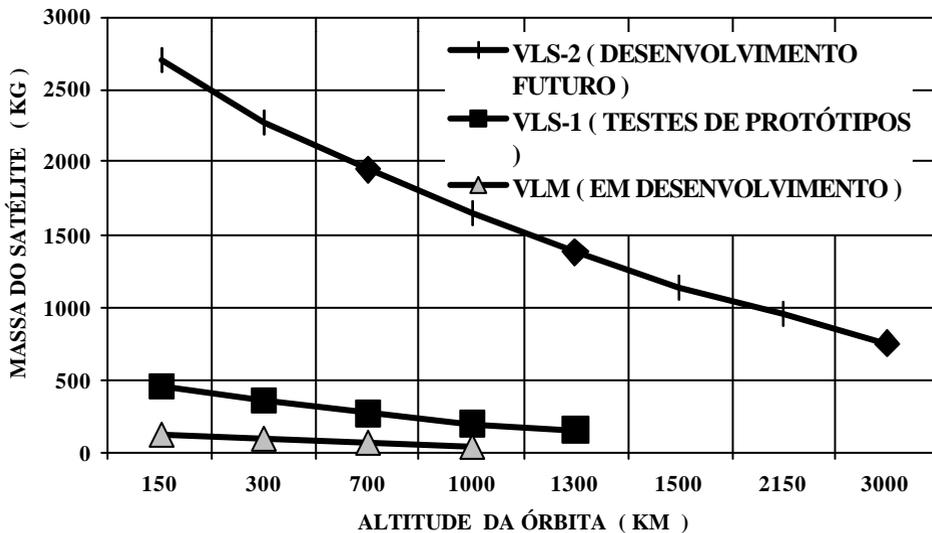
Hoje, a MECB está em pleno desenvolvimento e pode-se constatar que a decisão, à época, foi acertada, considerando-se que, apesar dos poucos recursos aplicados na execução da missão, seus objetivos estão sendo atingidos : dois satélites de coleta de dados já foram lançados e estão operando com sucesso, infelizmente por meio de veículos lançadores estrangeiros; o Centro de Lançamento de Alcântara está qualificado para foguetes de sondagem e em fase final de qualificação para veículos lançadores de satélites de pequeno porte, inclusive sendo cobiçado por outros países para realizar lançamento de seus veículos lançadores de satélites, devido a sua excelente localização em relação ao equador. O Veículo Lançador de Satélites (VLS-1) está em fase de qualificação de seus cinco protótipos, tendo sido lançado o primeiro em novembro de 1997, que apesar do insucesso, permitiu a validação de várias partes do projeto, inclusive, de forma parcial, o sofisticado software de bordo e o sistema de guiagem em sua fase inicial de voo.

O mercado mundial de lançadores de satélites é muito restrito e quase sempre é suprido pelos próprios países detentores das tecnologias espaciais. Portanto, no momento, o mercado mais promissor é o de foguetes de sondagem do tipo VS-30 e do VS-40, veículos que utilizam tecnologias do Sonda III e do Sonda IV, respectivamente. Estes veículos são os que apresentam os melhores desempenhos quando comparados com os veículos de suas classes no mundo. O VS-40 apresenta as melhores condições para realizar experimentos em ambiente de microgravidade.

O Brasil já realizou experimentos em cooperação com os EUA e a Alemanha, utilizando veículos do tipo Sonda III e, recentemente, a Alemanha, por meio do Instituto DLR, e a Holanda, pela empresa Fokker, têm utilizado os veículos VS-30 e VS-40 para realizar seus experimentos.

A oportunidade de uma participação no mercado de lançadores será quando tivermos finalizado o projeto do veículo lançador de microssatélites (VLM) e, numa escala maior, quando qualificarmos o VLS-1. Para participar do mercado de colocação de satélites de constelações de órbita baixa será necessário desenvolver veículos com tecnologias de propulsão líquida, usando veículos totalmente a propulsão líquida ou, parcialmente, com o uso de motor-foguetes a propulsão líquida e a propulsão sólida. Este último caminho parece ser o que se apresenta com um tempo mais curto de desenvolvimento, pois parte da tecnologia já é dominada pelo Brasil, embora seja uma solução aquém da ideal que seria o desenvolvimento do veículo VLS-2. Isto pode ser visto na figura 5, em anexo, que permite comparar os respectivos desempenhos.

Figura 5: Desempenho de Veículos Lançadores de Satélites Brasileiros



BENEFÍCIOS GERADOS PELO DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS ESPACIAIS BRASILEIROS

Dentre as tecnologias desenvolvidas ao longo de mais de trinta anos de pesquisas espaciais, destacam-se como as mais expressivas: na área de propulsão, o domínio dos propelentes sólidos, suas matérias-primas e sistemas de carregamento de motores-foguetes; na área de estruturas, o desenvolvimento de materiais especiais e ablativos, aços especiais de ultra-alta resistência e cálculos estruturais utilizando métodos computacionais dedicados; na área de pilotagem, controle e guiagem, por meio do desenvolvimento de sistemas de injeção secundária e tuberias móveis e os respectivos programas computacionais para o controle e a navegação de veículos lançadores; na área de pirotecnia, o acionamento dos sistemas

propulsivos; sistemas de separação de estágios e abertura de painéis e ogivas e sistemas de tele-destruição do veículo; na área de infra-estrutura de ensaios e complexos de lançamentos, a avaliação dos componentes e sistemas ao longo do desenvolvimento e, também, dos centros de lançamento com a implantação de instalações de localização e recepção de dados dos veículos e satélites, de monitoração meteorológica e sistemas computacionais para a visualização, segurança de lançamentos e controle de operações pré-lançamento.

Para executar os projetos espaciais no Comando da Aeronáutica, foi necessário implantar o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), criado em 1969, pertencente ao Centro Técnico Aeroespacial (CTA); e para realizar o lançamento dos veículos espaciais, foram implantados o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), criado em 1965 e o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), criado em 1984. Porém, a criação e a implantação de toda a infra-estrutura espacial só foi possível devido à formação de recursos humanos altamente especializados para fazer frente aos desafios tecnológicos encontrados nos desenvolvimentos espaciais.

Os projetos de veículos lançadores são multidisciplinares e necessitam de equipes de especialistas muito qualificadas para a execução do projeto, o desenvolvimento, a qualificação e a operação de um veículo lançador. Essas necessidades de desenvolvimento fizeram com que fossem criadas equipes nas áreas de : engenharia de sistemas; gestão de grandes projetos espaciais; sistemas propulsores a propelente sólidos e líquidos; estrutura de propulsores; química de propelentes; aerodinâmica computacional; aerotermodinâmica; cargas em vôo; análise modal de estruturas; componentes e sistemas pirotécnicos; eletrônica embarcada; sistemas de atuação para controle de veículos lançadores; pilotagem e guiagem; software embarcado; mecânica fina; plasmas metálicos; sistemas de alta e baixa pressão, para ensaios no solo e em vôo; meios mecânicos e elétricos de solo e plataforma de preparação e operação de lançamento.

Estas equipes especializadas foram formadas ao longo de vários anos e seu trabalho tem gerado uma série de benefícios, não só em relação às tecnologias dos veículos desenvolvidos, mas também pelo envolvimento de mais de cem empresas nacionais que participam dos projetos e da transformação em produto industrial. O segmento espacial na área de veículos lançadores de satélites gera empregos no setor público e de forma multiplicativa no setor privado.

PARTICIPAÇÃO DO SETOR PRODUTIVO NACIONAL NO DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULOS LANÇADORES

O PNAE 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, em conformidade com normas nacionais e internacionais; 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.

A iniciativa acima, 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. Esta situação, deve-se ao fato da incerteza e escassez do orçamento brasileiro para o setor espacial, especificamente para o desenvolvimento e manutenção de planos-de-garga, para a indústria, de veículos lançadores de satélites e de foguetes de sondagem.

Apesar desta 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.

TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS NO SETOR DE VEÍCULOS LANÇADORES

O mundo hoje vive uma fase de transição. A exploração espacial tem sido realizada pelo uso de veículos remanescentes da Guerra Fria. A Rússia com seus veículos Proton, e os esforços da Ucrânia para competir no mercado de lançadores com os veículos Zenit. Por seu turno, os EUA optaram pelo desenvolvimento do veículo *Space Shuttle*, iniciativa que se mostrou não competitiva no mercado de lançadores, abrindo caminho para a liderança do projeto europeu Ariane, que tem dominado o mercado de lançadores por seu alto percentual de confiabilidade. A China, apesar de ter um programa espacial menos expressivo, também tem conseguido realizar lançamentos comerciais com seus veículos Longa Marcha.

A iniciativa do projeto *Space Shuttle* parecia ser uma solução para o mercado de lançadores, fazendo com que a Europa e a Rússia tivessem projetos similares, mas os abandonaram ao perceberem as dificuldades mercadológicas enfrentadas pelo projeto americano.

Para o futuro, o objetivo é atingir uma tecnologia que garanta a colocação de cargas-úteis no espaço com confiabilidade, baixos custos e com um tempo mínimo para nova preparação e lançamento em seu retorno à base. A meta é a utilização de veículos lançadores de satélites reutilizáveis com custos, aos usuários, na ordem de US\$ 1,000/libra, para colocar satélites em órbitas baixas. Atualmente, os custos variam entre US\$ 5,000 a US\$ 15,000/libra. Os principais projetos em andamento são: o Kistler K-1, o X-34 e o Venture Star. Estes veículos, no futuro próximo, só serão capazes de colocar cargas-úteis em órbitas baixas.

Atualmente, não existem tecnologias disponíveis para realizar, a curto prazo, tais desenvolvimentos. Do ponto de vista tecnológico, o desenvolvimento de veículos de um único estágio (SSTO - Single Stage To Orbit) necessita de tecnologias que apresentam desafios e excitam os especialistas. Para atender ao mercado com baixo custo, é necessário partir para o desenvolvimento de veículos de dois estágios (TSTO- Two Stage To Orbit). Estas tecnologias deverão permitir a colocação de satélites em órbita com baixo custo, estando disponíveis, provavelmente, em 15 anos, se houver o aporte de bilhões de dólares para desenvolver as tecnologias, sua infra-estrutura de solo e os respectivos veículos lançadores.

O mercado de veículos lançadores para satélites de órbita baixa está em franco crescimento. Estudos recentes do Departamento de Transportes dos EUA, usando um modesto cenário de crescimento, prevê que haverá nos próximos 10 anos, pelo menos três constelações de órbitas baixas do tipo *Big LEO*, e duas constelações de órbitas baixas do tipo *Little LEO*, para aplicações de comunicações e transferência de dados. Complementarmente, o mercado comercial de satélites de sensoriamento remoto terá também um aumento. O estudo considerado conservador, conclui que o mercado emergente será capaz de absorver 5 a 10 lançamentos do porte intermediário e pesado por ano, durante a fase de colocação das constelações em órbita e de 9 a 12 veículos lançadores pequenos por ano, até 2005. O uso de lançadores de porte intermediário e pesado para constelações será esporádico. Pequenos lançadores poderão ser preferíveis para a manutenção e recolocação de novos satélites em substituições dos satélites das constelações. Portanto, a conclusão do relatório conservador do Departamento de Transportes dos EUA é de que haverá um potencial mercado para veículos lançadores pequenos.

CONCLUSÃO

É de extrema importância que se faça uma reflexão sobre a posição atual conquistada pelo Brasil, por meio de equipes especializadas do Comando da Aeronáutica, no programa de veículos lançadores de satélites e em relação a toda a infra-estrutura implantada de laboratórios, de ensaios e de lançamento. O estágio de desenvolvimento atingido torna

o País o nono no mundo com o conhecimento de tecnologias para colocar satélites em órbita. Deve-se ressaltar que à medida que o potencial nacional cresce em termos de ciência e tecnologia, cresce também seu segmento produtivo. Porém, também crescem os mecanismos exteriores para dificultar os fluxos de informações e o acesso às novas tecnologias. Além das dificuldades de acesso às tecnologias, existem também os perigos da globalização, que induz à utilização de produtos já prontos e disponíveis nos países desenvolvidos e ávidos por contratos para que mantenham seus empregos e a continuidade de seus programas espaciais.

No Brasil, os orçamentos escassos levam à redução dos projetos espaciais a cargo da Agência Espacial Brasileira, aí inclusos os de veículos lançadores de satélites e de foguetes de sondagem, fazendo com que os cronogramas de desenvolvimento sejam dilatados, muitas vezes levando à opinião pública o entendimento distorcido de que as equipes que trabalham nos programas espaciais são incompetentes, pois não conseguem concluir os projetos em tempo hábil. Esta situação coloca em risco o futuro das equipes especializadas, as organizações criadas e a infra-estrutura implantada para o desenvolvimento e o lançamento de veículos lançadores de satélites.

O domínio das tecnologias espaciais é vital para qualquer nação. Hoje e no futuro, quem não participar da exploração espacial estará à margem da história, da evolução científica e das oportunidades do mercado espacial.

RESUMO

As atividades espaciais brasileiras estão organizadas em grandes programas, abrangendo iniciativas de cunho científico, de aplicações espaciais, de capacitação tecnológica e também aquelas voltadas à implementação, manutenção e ampliação da infra-estrutura operacional e de apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento. Paralelamente, o artigo apresenta o contexto internacional, primeiramente abordando-se o cenário mundial de veículos lançadores de satélites, o respectivo mercado mundial de lançamentos espaciais e o retorno dos recursos aplicados em pesquisa e desenvolvimento de atividades espaciais. Em seguida, são apresentadas as tecnologias de veículos espaciais já desenvolvidos no Brasil e sua inserção no mercado mundial, bem como os benefícios gerados pelo desenvolvimento de veículos espaciais brasileiros. Por último, é realizada uma abordagem da participação do setor produtivo no desenvolvimento de veículos lançadores e as respectivas tendências tecnológicas para o setor.

ABSTRACT

Brazilian space activities are organized in programs and activities called National Space Activities Program. Part of the Brazilian programs are the satellite launch vehicle development, the implementation of Alcântara Launch Center and the maintenance of Barreira do Inferno Launch Center. This paper focus the attention on commercial satellite launch vehicle world scenario, the research and development budget and commercial revenues. It is included some data related to research and development budget and commercial revenues. Some words are addressed about the technology acquired in the Brazilian space program and its possible insertion in the international market. The space activities benefits for the Brazilian industry and the development of human resources are presented.

O Autor

TIAGO DA SILVA RIBEIRO, Brigadeiro-do-Ar, atualmente é chefe do Subdepartamento de Capacitação do Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento do Comando da Aeronáutica. É piloto militar formado pela Escola de Aeronáutica, engenheiro mecânico pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica e mestre em sistemas de armas pela Naval Postgraduate School - Monterey, CA, EUA. Foi diretor do Instituto de Aeronáutica e Espaço (1993-1995).

O Futuro das Comunicações Por Satélites¹

WERNHER VON BRAUN

Um dos mais importantes engenheiros da curta história da astronáutica, o alemão Wernher Von Braun iniciou suas atividades na foguetaria em 1930, junto à Sociedade Alemã para a Viagem Espacial. Primeiro diretor do *Marshall Space Flight Center* (Huntsville, AL, EUA), Von Braun foi um dos arquitetos do programa espacial norte-americano, unificado após 1958 com o estabelecimento da NASA. Criador da série de foguetes *Saturno* (I, IB e V), o maior sucesso de sua equipe de cientistas, engenheiros e técnicos alemães, trabalhando nos Estados Unidos após 1945, foi o primeiro pouso tripulado na superfície lunar, em 20 de julho de 1969. Como executivo de uma empresa norte-americana do setor espacial, Von Braun visitou o Brasil em 1972 e 1973. Na primeira ocasião, proferiu uma conferência no EMFA, aqui publicada pela primeira vez. Autor de inúmeros artigos e livros, Von Braun teve traduzida em nosso país, uma excelente, mesmo que agora desatualizada, introdução à astronáutica intitulada *Fronteira do Espaço* (São Paulo, IBRASA, 1969).

Na realidade, muito cedo no programa espacial, com as tentativas de colocar alguma coisa em órbita, tornou-se claro que se poderia receber sinais de um satélite itinerante, a partir dos dois continentes e simultaneamente. Mesmo que a potência transmitida fosse muito fraca, de apenas um ou dois watts, poder-se-ia conseguir sinais claros.

Assim, tornou-se evidente que havia uma nova ferramenta disponível para levar mensagens. Mensagens telefônicas, de televisão, telegramas, através dos oceanos e, muito mais eficientemente e por menor preço, que os cabos submarinos de até então.

A partir desse início, da prova do que poderia ser feito, uma organização mundial foi criada, hoje incluindo oitenta e oito nações e conhecida como Intelsat. O Brasil, os Estados Unidos e muitas outras nações, são membros do consórcio Intelsat, o que significa que eles declararam: “nós queremos participar da utilização de um conjunto de satélites geoestacionários, estrategicamente colocados em órbita nas posições corretas. Equiparemos nossos próprios países com estações terrenas que possam comunicar-se com estes satélites, seja para receber mensagens vindas deles, seja para transmitir nossas próprias mensagens

¹ Palestra proferida no Estado Maior das Forças Armadas – EMFA, em Brasília, no dia 13 de novembro de 1972.

que eles retransmitirão para outros pontos”. Era bastante claro, no começo do programa que, fosse qual fosse o objeto a entrar em órbita, seria provavelmente muito dispendioso e, assim, quase instintivamente veio a conclusão: se tem que haver complexidade em algum ponto do sistema, vamos tentar manter essa complexidade na Terra e fazer com que a coisa que vai entrar em órbita seja a mais simples possível.

Isto levou a satélites de potência relativamente pequena, como todos os Intelsat ainda o são até hoje. Deste enfoque resultaram estações terrenas bastante elaboradas, tais como a da Embratel, em Tanguá, no Rio, a qual visitei ontem.

Uma estação típica como aquela da Embratel custa oito milhões de dólares (o que é muito dinheiro), quase o custo do próprio satélite. Por isso, no momento, a regra na Intelsat é de uma estação por país. Poucos países acham que devem ter mais de uma. Neste meio tempo, mais e mais países pensam que tudo funciona sem maiores percalços. Suas estações terrenas típicas atingem o satélite Intelsat, e de lá a uma estação equivalente, perto de Londres, Paris ou Roma, de maneira que o sistema leva o sinal pelo satélite que está sobre o Atlântico, com muita eficiência e clareza. Mas, a grande dificuldade começa quando se tenta completar uma chamada telefônica para um ponto remoto do seu próprio país. Uma pessoa quer telefonar de Manaus: o grande problema é conseguir colocar sua voz na estação da Embratel. Alguns dos países em desenvolvimento na África, membros da Intelsat, têm essas dificuldades em maior grau. São países para os quais a estação da Intelsat foi o primeiro elo de contato com o mundo. Nunca tiveram uma linha telefônica ligando suas próprias cidades e podem agora ver um programa de televisão da América, da Europa, com a mesma facilidade com que conseguem completar uma telefonema diretamente no sistema DDD de Nova York ou Chicago, partindo de sua pequena cidade no Congo ou em Tchad. Mas a dificuldade é: como sair da estação e atingir os usuários? Esse é um problema cada vez maior, porém, se nós nos reequiparmos e sairmos com os Intelsat V (Intelsat IV é o conjunto que usamos no momento, a quarta geração do satélite Intelsat), será que não poderemos fazer um satélite mais potente? Será que não poderemos usar estações terrenas mais simples, estações que não necessitem mais de tantas medidas de segurança, como a de Tanguá, mas que nós possamos colocá-la num reboque dentro do nosso quintal? Isto é possível se nós aumentarmos o sinal vindo do satélite. Assim nos livraremos dos amplificadores paramétricos que trabalham em baixíssima temperatura e de todas as sofisticções que as estações atuais contêm. Passaremos então a usar estações de recepção de baixo custo.

Teremos, pois, Intelsats V com 10 ou talvez 50 vezes mais potência do que a dos Intelsats IV e, assim, poderemos comprar uma estação

para o sistema Intelsat por apenas 800 mil dólares em vez de 8 milhões. E mais: talvez fiquemos satisfeitos em apenas ter recepção e aí baixaremos o custo para 100 mil dólares. É para aí que nós vamos. Penso que, no caso do Brasil, isto significará que, em vez de termos uma única estação, teremos 20 ao longo das cidades e centros regionais mais importantes do País. O povo terá então acesso de primeira qualidade e diretamente ao satélite. A próxima pergunta é a seguinte: se Manaus pode falar com Paris e Brasília com Paris, poderá Manaus falar também com Brasília? Em outras palavras, podemos usar satélites para fins domésticos? A resposta é, enfaticamente, sim.

Acredita-se que para fins domésticos o satélite pode dar conta de muito maior tráfego do que as microondas de superfície. Eles são apropriados particularmente para troncos. Com isto quero dizer entre grandes centros como Paris e Nova York, ou Londres e Nova York, em confronto com o caso de uma vila na França e outra no estado do Colorado. Assim, a possibilidade de ter satélite doméstico acontecerá quando a série Intelsat V se tornar realidade. Vejamos a próxima pergunta: trata-se da propriedade do sistema. Naturalmente é muito claro que, para tráfego doméstico, nenhum país quer depender de um satélite de propriedade internacional a não ser que queira alugar alguns dos seus canais. Mas, sem dúvida, um país que tem um tráfego doméstico palpável quer ser proprietário do seu próprio satélite e também controlá-lo.

Este país não vai querer que um Doutor Strangelove qualquer ligue e desligue todas as suas comunicações. O primeiro país que decidiu equipar-se com um satélite doméstico, somente para o seu próprio uso, foi o Canadá. Este país está construindo no momento um satélite que levará telefonemas, digamos de Ottawa a Vancouver, ou qualquer cidade intermediária, levando também televisão e provendo ligações telefônicas para as suas áreas remotas do norte, o chamado território do Yucon, para onde há pouco tráfego mas que pode representar um tráfego vital. Pode transformar-se, por exemplo, no salvamento da vida de um moribundo, de um acidentado, ou ajudar uma mulher esquimó num parto. Digamos, uma parteira que já fez ou que sabe, e necessita do conselho médico de algum hospital. Para esses fins onde nada existe hoje, o sistema será de grande utilidade. O sistema do satélite canadense está projetado para atingir estas finalidades. Acredito que os senhores percebem uma certa semelhança entre os problemas canadenses e os do Brasil.

Os EUA decidiram recentemente lançar um satélite doméstico de telecomunicações e ofereceram o problema à sua indústria, para fins competitivos. Há neste país um órgão chamado Comissão Federal de Comunicações. É a agência do Governo que permite às companhias a

operação de sistemas de comunicações, autoriza o uso de frequências, enfim, é um órgão regulador de todo o tráfego de comunicações. Muitas companhias estão apresentando propostas para o satélite doméstico dos EUA. Este serviço se incumbirá de, por exemplo, tráfego para as redes de televisão, telefônico, de facsimile quando se deseja informação ilustrada ou a reprodução de cartas manuscritas, podendo ainda interligar computadores espalhados pelo país. Por exemplo: para uma organização como a General Motors, com todas suas revendedoras, em vez de estocar um enorme número de peças de automóveis em diferentes lugares, torna-se muito mais barato fazer com que um computador indique imediatamente onde a peça possa ser adquirida e a envie por avião. Pode-se imaginar o grande interesse, do ponto de vista de custo, colocar motores, pneus, freios, etc., em armazéns onde eles sejam realmente necessários. Em outras palavras, tem-se comunicação em vez de grandes estoques.

As indústrias modernas estão interessadas em interligar suas companhias de âmbito nacional por intermédio de ligações terrestres ou satélites, através das quais os computadores se entendam e decidam o que deve ser feito. Assim, penso que o impulso que o programa de satélite doméstico americano gerará será muito útil para o Brasil. Pelo menos, esta é a minha conclusão depois de dois dias de conversações com os especialistas brasileiros desse campo. Os satélites podem ser mais ou menos idênticos, seja para o Canadá, para os EUA ou para o Brasil. A idéia principal é a mesma. Deseja-se estações terrenas baratas, satélites com grande potência e muitos canais, e confiabilidade. O fato de que se deseja possuí-lo e controlá-lo não significa que também já possa ser feito aqui. Mas você pode ter uma série idêntica de satélites os quais podem até ser desenvolvidos e construídos com a participação dos engenheiros brasileiros. Afinal, de nada adianta ter um satélite, mesmo de sua propriedade, se ninguém conhecê-lo. Assim, deseja-se o conhecimento geral do assunto aliado à propriedade.

Acredito que o momento é muito favorável porque o assunto está se tornando moda em todo o mundo e há vários países, no meu entender, que são naturalmente indicados para esse sistema. Acho também que o Brasil está no topo da lista por causa de sua imensidão e relativa falta de comunicação, e este sistema lhes dará maior número de canais por menor preço que qualquer outro. Penso também que outros países terão o mesmo interesse. Vocês verão, muito em breve, que a Indonésia, por exemplo, espalhada por várias ilhas com vasta população, grande potencial de crescimento e muita dificuldade de comunicações, certamente já estará falando sobre isso.

Penso perceber uma tendência aqui no Brasil, no sentido de que, assim como muitos países que não chegaram a construir estradas de

ferro partindo diretamente para o avião, muitos países caminharão diretamente para o satélite antes mesmo de desenrolar cabos. Não é mais hora de se fazer isto. Certa ocasião, um especialista em telefonia disse-me: “Se Alexander Graham Bell que inventou o telefone tivesse nascido na era dos satélites, sem dúvida não apareceria o sistema de espalhar milhares de milhas de fios de cobre pelo país. Diria ele: vamos colocar centrais telefônicas nos satélites, estabelecer um feixe de comunicações entre dois usuários e depois retirar o feixe quando esse tráfego não for necessário e, então, estabelecer outros feixes. Esta é a maneira mais lógica de realizar uma telefonema. Infelizmente, o telefone foi inventado 50 anos antes e é por isso que existem tantos fios espalhados no país”. Aqui pode ser evitado isto. Vocês não precisam de fios ao longo do Brasil. Vocês terão um sistema muito mais moderno para o qual apelar.

Agora voltemos à minha explanação: prover potência suficiente no satélite para tornar as estações terrenas mais baratas. Isto não se limita ao sistema que acabei de descrever, podendo ir mais além. Pode-se colocar potência suficiente no satélite que possibilite recepção direta com um aparelho de TV convencional. Tudo o que é necessário é um receptor cuja entrada trabalhe com frequência mais alta (2,4 ou 6 GHz), em vez de um receptor de frequência mais baixa usado normalmente em TV. Isto porque, depois da entrada, o receptor é comum. Há necessidade ainda de uma antena, do tamanho de um guarda-sol de praia e do satélite geoestacionário. Como o satélite é geoestacionário, ele e a Terra giram com a mesma velocidade, portanto não há necessidade de reapontar a antena a todo momento. Elas permanecem fixas e os satélites são comandados para manter suas posições. É assim que funciona o sistema.

Agora uma pergunta: podemos colocar suficiente potência no satélite a ponto de poder ser captado com um receptor simples de TV? A resposta é sim. No momento, tais satélites estão em construção nos EUA e o primeiro será lançado no começo de 74. Manteremos o satélite, durante um ano, voltado para o hemisfério ocidental, fazendo experiências de comunicações em geral. Será usado também em experiências educacionais para os territórios dos índios no noroeste dos EUA (Utah, Colorado, Wyoming, etc.). E também alguns programas para os esquimós no Alasca. Depois de um ano, levaremos o satélite do hemisfério ocidental para o oriental, ao longo do equador, aproximadamente sobre a costa oriental da África (na altura do Quênia) e na altitude de 22 mil milhas, por ser sua órbita geoestacionária. Daquele ponto no espaço, o subcontinente indiano por inteiro estará na linha de visada do satélite. O satélite recebe um programa de TV, apontando para ele a partir da Terra, amplificando seu sinal para irradiá-lo com 40 watts de potência. O sinal desce através de um espelho com 30 pés de diâmetro, que concentra a energia do feixe em uma direção desejada. Daquela altitude,

a seis raios terrestres de distância, a Índia apresenta-se bastante pequena. O ângulo do feixe é de cerca de 3 graus. Haverá bastante potência na entrada do receptor terreno, através das antenas, capaz de fazer funcionar um receptor de TV normal.

E por que a Índia está tão interessada nisso? A Índia tem 539 milhões de habitantes, dos quais 80% vivem em 500 mil vilas, das quais apenas dois terços têm estradas de acesso em qualquer época do ano. As professoras não podem atingir as vilas ao longo do ano, nem as crianças atingirem as escolas. Assim, a escola é um grave problema e sempre o foi para a Índia. Desde que se tornou independente, a Índia estabeleceu um programa educacional de mais alta prioridade. Dizem eles: nós temos que quebrar o gargalo do analfabetismo em nossas vilas. Mas como resolver? Estudaram então um maciço programa educacional, mas não sabiam por onde começar. Não havia pessoal capacitado disponível e nem mesmo candidatos ao professorado na quantidade desejada. Resolveram espalhar um grande número de transmissores de TV pelo país e usar a TV normal. Mas lá poucas pessoas têm dinheiro para comprar televisores, de maneira que a solução era distribuir os receptores. Não havia mercado para a estação de televisão. Uma estação de TV necessita de anúncios como recurso financeiro, à maneira dos EUA que se sustenta de anúncios de sabonetes. Na Índia ninguém tem dinheiro para comprar o que é anunciado. Desta maneira, as TVs não podiam funcionar economicamente. Então, disseram os indianos, o que podemos fazer é fabricar receptores de TV, pelo governo, e distribuí-los às vilas e às escolas. Aí então poderemos instalar uma transmissora de TV onde o programa educacional é gerado e apontá-lo para o satélite.

Há agora um acordo entre os EUA e a Índia para este programa. Por isso, o primeiro satélite americano será usado e, depois de um ano, levado para o Oceano Índico. O governo indiano gerará seus próprios programas e construirá suas emissoras de televisão. Na realidade, isto já está pronto na cidade de Ahmedabad, ao norte de Bombaim, e estão fabricando receptores para 5 mil vilas nas suas próprias indústrias eletrônicas, o que provê uma injeção salutar naquelas indústrias. Seu plano é: quatro horas de aula pela manhã para crianças (ler, escrever, operações aritméticas, etc.) e, à tarde, quatro horas para os lavradores (como aumentar as colheitas, como aumentar o milho, como analisar o solo de maneira a identificar o fertilizante apropriado, como organizar uma cooperativa, como conseguir um empréstimo bancário para um arado motorizado, etc.), enfim, todas essas coisas comuns em vilas onde o grau de analfabetismo é muito alto. Há também um plano de uma hora por dia para o planejamento familiar. Em outras palavras: como usar a pílula, o que é um problema muito grande face ao índice de aumento populacional daquele país.

Agora alguém poderia perguntar: esse programa vai dar certo? Responderia eu: 1º) 5 mil vilas com receptores é apenas uma gota d'água, pois há 500 mil, e isto representa apenas 1% ; 2º) o governo indiano está fazendo uma experiência na área de Nova Delhi, em menor escala, onde existe um transmissor de TV e 70 ou mais receptores distribuídos. Ensino elementar pela manhã, instrução para lavradores à tarde e um pouco de higiene familiar nos interregnos. Tudo que nós sabemos até agora é que se trata de um sucesso absoluto. É o programa mais popular da Índia hoje em dia e há grande interesse em ampliá-lo. A grande surpresa é que a população que assiste a esses programas na TV quer programas de entretenimento à noite, e algumas pessoas acreditam que o fato de manter as pessoas fora da cama à noite faz mais pelo controle do crescimento populacional que toda a educação ministrada sobre o uso da pílula. Seja como for, acreditamos que este programa educacional por satélite terá grande sucesso. A Índia já diz que se isso é verdade e se é rápido, ela quer ir para frente e equipar todas as vilas com esses receptores de TV educacional e implantar todo o sistema escolar na base da educação por satélite. Temos assim um caso interessante de um país relativamente atrasado em comunicações dar vários saltos e se manter no sistema mais moderno porque é o único que ela pode sustentar.

Poderíamos tecer alguns comentários sobre o custo da instalação de um sistema de satélite doméstico de telecomunicação, para transmissão direta, não o sistema indiano que vai diretamente a pequenos receptores de TV, mas o sistema doméstico do tipo que o Canadá e os EUA estão implantando. O sistema americano e canadense prevêem lançamentos de dois satélites pesando 2 mil libras cada um, que seriam postos lado a lado com afastamento de 3 graus em longitude, com um deles trabalhando normalmente, mas com o recurso de ligar o outro imediatamente, seja por acúmulo de tráfego, seja por qualquer defeito, de maneira a se ter sempre um de reserva. E mais: um terceiro no solo pronto para ser lançado, caso se perca um deles no lançamento ou já em órbita.

Os preços típicos para esses sistemas seriam:

- Desenvolvimento do Sistema Inteiro – 12 milhões de dólares.
- Custo por Satélite (aproximado) – 7 milhões de dólares.
- Custo por lançamento (aproximado) – 9 milhões de dólares.

Assim, para um sistema isolado terá que ser adicionado 12 milhões de dólares para o desenvolvimento; mais 3 vezes 7 milhões o custo de um satélite, isto é, 21 milhões de dólares; três lançamentos perfazendo 27 milhões de dólares; um certo número de estações terrenas, digamos 20, 1 milhão de dólares cada, perfazendo 20 milhões de dólares. Teremos,

então, um total de cerca de 80 milhões de dólares. Creio que este valor pode ser reduzido para a metade se for feito em conjunto com os EUA, pois teremos um único desenvolvimento e pagaremos a metade do preço. Quanto ao preço dos satélites, se houver uma linha de produção maior, o preço será substancialmente mais baixo no caso de comprarmos do mesmo tipo, não desenvolvendo um tipo próprio, e assim por diante.

Por tudo isso, acredito que por 40 ou 50 milhões de dólares poderemos obter um sistema de cobertura nacional bem eficiente.

PERGUNTA - Dr. Von Braun, isto incluiria também a instalação da estação brasileira de controle do satélite?

RESPOSTA - Sim. Uma das estações terrenas tem que ser mais sofisticada do que as outras porque leva a efeito as funções de direção. Ela precisa monitorar continuamente a temperatura do satélite, a altitude, a orientação das antenas, etc. Tem que haver uma pessoa defronte do painel operando alguns controles. Por exemplo, se o satélite está mais quente ele precisa incliná-lo ligeiramente de maneira que o ângulo de ataque do Sol mude e outras coisas mais. Chamamos isto de estação de manutenção.

As estações padrão que se precisaria ter em terra serão provavelmente estações de recepção e transmissão, custando ao redor de 1 milhão de dólares. Naturalmente, poderíamos ter apenas estações de recepção.

A outra alternativa seria o sistema indiano, se quisermos um satélite mais potente, e uma estação terrena mais barata. Estas são mais ou menos como receptores normais da ordem de mil dólares, colocados nas vilas. Dois satélites custariam, incluindo o desenvolvimento, 89 milhões de dólares, como é o caso dos satélites AES-F e G que estamos construindo. Naturalmente, com o recebimento das encomendas o preço baixa. Não inclui aí o lançamento, que é de cerca de 15 milhões de dólares por satélite. Assim, se eu usar um tipo como o 80 SF, já provado, pagarei, em vez de 70 milhões de dólares pelo satélite, 30 ou 40 e mais 15 milhões por lançamento. Teremos 55 milhões no espaço e, em terra, se quisermos apenas recepção, 1000 dólares por receptor por vila.

A segunda pergunta era sobre o número de satélites em órbita e prontos para lançamento. Acho que já respondi. Penso ser necessário dois satélites domésticos em órbita, lado a lado, e um terceiro na espera, em solo, para qualquer eventualidade. Os canadenses usaram esta fórmula e os americanos também. Nos custos que mencionei incluem-se os preços operacionais: estações de rastreamento e telemetria, que

controlam com precisão suficiente se o satélite está se desviando, e tudo que se tem a fazer é comandar a correção. Assim, o rastreamento está incluído nas estações de recepção e transmissão de 1 milhão de dólares. Se for só recepção, dependendo da qualidade, será de 100 a 200 mil dólares.

Quanto à confiabilidade do sistema, no que diz respeito à fonte de alimentação e interferências eletrônicas, tenho algo a dizer. Os contratos dos Intelsats são feitos para uma garantia de vida dos satélites de sete anos. Isto não quer dizer que no oitavo ano ele se perca. Significa simplesmente que a tecnologia atual permite ao fabricante de um satélite dizer que o mesmo servirá durante sete anos e se sujeitar a uma dedução no seu lucro se este prazo não for atingido. Os detalhes dos contratos vão ao ponto em que, por exemplo, se 10 em 50 canais deixam de funcionar o fornecedor é punido por uma porcentagem proporcional à potência instalada no satélite e não aproveitada pela perda citada. Pode acontecer que depois de sete anos o sistema continue a funcionar perfeitamente e isto representa lucro adicional, o que, naturalmente, é bastante desejado.

As fontes de energia dos satélites, as células solares que convertem a luz do Sol em eletricidade, são muito simples, não exigem peças rotativas e há a experiência de outras espaçonaves sobre o comportamento dessas células, que se degradam ao longo do tempo como resultado das radiações ultravioleta e cósmica. Por exemplo: ao fim dos sete anos a potência é cerca de 30% menor do que no início, mas a resposta simples é construí-la 30% mais potente, de tal maneira que ao fim de sua vida estas ainda mantêm um desempenho garantido.

Voltemos à experiência da Índia: 5 mil estações de recepção direta. Ainda se está no meio do caminho da construção desses 5 mil receptores e o que se sabe até agora dessa experiência é a respeito de um único problema nas vilas. É o problema de que em muitas delas ninguém saberia como sintonizar um receptor de TV. Acredito que isto acontece também em outros países. Requererá, sem dúvida, alguma instrução e pelo menos um homem em cada vila sabendo como sintonizar. Pode-se comprar, também, aparelhos pré-sintonizados. No meu entender, estas são as únicas dificuldades. Há mais uma que eu gostaria de citar, porque, embora não acredite que haja este problema nesta área, nas vilas da Índia a estrutura hierárquica é muito forte. São os homens mais velhos que realmente manobram. Eles insistem em que os mais jovens recebam ordens dos mais velhos e é comum o fato destes ajudarem a reter sua autoridade. Isto vai ao ponto em que o conhecimento de um programa de televisão pelos mais jovens significará solapar a autoridade naquelas vilas. Isto acontecerá com os programas educacionais. O papel do chefe local será

atingido em virtude das outras vilas também aprenderem a ler e a escrever. Mesmo assim, acredito que é um bom programa.

PERGUNTA – Até agora o senhor falou com o pessoal da Embratel. No momento, o senhor tem idéia da época em que será construído? Pode dizer-nos quais suas sugestões, caso o Brasil decida ter seus próprios satélites? Qual o caminho a seguir?

RESPOSTA – Acho que posso dizer rapidamente minhas impressões. Conversei pela manhã com o ministro da Educação, que nos mostrou o que está acontecendo aqui em todos os seus departamentos, e com seus chefes presentes. É um programa impressionante o de levar Educação ao interior do país, da maneira projetada. Em resumo, a mensagem que recebemos foi a de que o Brasil pode, provavelmente, permanecer por alguns anos usando a rede de microondas para programas educacionais de TV nas cidades. Manterão estes programas nos canais de microondas mas, paralelamente, disse o Ministro, estarão observando a experiência da Índia como uma espécie de cobaia. Depois veremos como é que funciona, tentaremos aprender toda a experiência e com o tempo julgaremos como o programa se comportou e, aí, provavelmente, poderemos tratar das nossas necessidades e até chegar ao ponto de querer um sistema direto também. Minha impressão é que ele estava com pouca pressa em implantar um sistema direto para as vilas, pois disse que estava atarefadíssimo com problemas do momento. Esta é a nossa velocidade máxima. O satélite doméstico vai tomar conta do tráfego de comunicação em vez do tráfego educacional direto. O nosso sentimento é bem diferente. Há uma corrente forte no sentido do satélite doméstico e sei que está funcionando, no Ministério das Comunicações, uma comissão que estuda uma política baseada na qual decidiremos sobre o satélite doméstico. Talvez deva-se entrar em convênio com os EUA ou talvez esperar até obtermos maior experiência com as microondas. Mas acredito que há algumas pessoas, pelo menos, que pensam que devemos ter ambos os sistemas.

PERGUNTA – Relativa a sensores remotos.

RESPOSTA - O sensoriamento remoto a partir de satélites é uma coisa completamente diferente. Da mesma maneira que se tiram fotografias aéreas, pode-se tirá-las também de satélites, e, se for usada uma técnica multiespectral e todos os novos recursos, tais como o radar de visada lateral e outros, pode-se fazer também levantamento terrestre, mesmo através de espessas camadas de nuvens, e obter uma série de informações sobre o que esperamos ter sob o solo: minerais, petróleo, etc. Acho que os imensos recursos minerais e petrolíferos que o Brasil indubitavelmente tem, muitos deles não localizados, é razão suficiente

para indicar uma outra ferramenta poderosíssima ao seu dispor a fim de localizar esses recursos. Basta dar uma olhada nos relatórios das indústrias brasileiras e ver quantos minerais ainda são importados que, indubitavelmente, existem no solo, mas vocês os desconhecem. Desta maneira, deve haver um grande incentivo para localizar mais minerais. Não estou dizendo que com o satélite possa se encontrar tudo, mas, sem dúvida, pode-se achar áreas promissoras onde serão feitas prospecções. Pelos menos é o que se fazia no passado. Quando se olha para algumas montanhas através da técnica sensorial multiespectral, acham-se áreas que têm duas ou três semelhanças e sabe-se, digamos, tratar-se de estanho ou cobre. Achando-se uma quarta área com as mesmas características, pode-se concluir por fazer uma prospecção nessa área. Este é, em resumo, o método usado.

Eu diria, ainda, que não há razão fundamental pela qual não poderíamos usar um mesmo satélite para ambas as funções. Mas não é um método prático porque nós queremos ter o satélite doméstico em órbita síncrona a 20 mil milhas de altura ao passo que o de recursos naturais deve ficar mais baixo para obter maior eficiência. Aparece aqui uma discrepância, e as duas coisas não podem trabalhar juntas. São distintas.

PERGUNTA – Estou certo que muitos aqui gostariam de fazer perguntas e, nesses dois dias de contatos, percebi quão paciente o senhor tem sido, respondendo até sobre discos voadores. Pergunto, então: qual foi a razão da sua saída da NASA para uma empresa privada?

RESPOSTA – Sim, com prazer. Passei de 1950 a 1960 com o Exército Americano em Huntsville, engajado nos foguetes militares. Em 1960 nosso centro de foguetes tornou-se parte da NASA e durante os anos 60, logo após a fundação da NASA, o presidente Kennedy anunciou o homem na Lua como o próximo objetivo nacional. Assim, nas décadas de 60 e 70, em Huntsville, minha missão foi a de desenvolver o Saturno I, e, principalmente os grandes foguetes Saturno V, que colocaram nossos astronautas na Lua. Após isso, creio que o pouso na Lua tornou-se rotina.

O administrador da NASA, em Washington, chamou-me para uma missão no planejamento central. Encontrei em Washington todos os departamentos com grandes pilhas de belíssimos planos: exploração de Marte, exploração de Vênus, construção de satélites de comunicações, etc. Mas o problema, na realidade era o de recursos e não o de falta de planos. Tudo o que eu podia fazer era apresentar opções e indicar ao nosso administrador como poderia gastar os dólares e quais as alternativas. Qualquer plano novo que eu apresentasse tornava-se obsoleto rapidamente. Planos, como as frutas frescas, são perecíveis. Eles

não duram muito e assim, na verdade, eu só estava adicionando excelentes planos novos às tais pilhas, planos que não tinham a menor chance de serem levados a efeito. Assim decidi, uma vez que já tenho 60 anos e só me restam 5 ou 8 anos de vida útil, que era mais interessante participar de outros problemas excitantes, como satélites de comunicações, satélites de recursos terrestres, satélites educacionais, os quais poderiam trazer a nova tecnologia do programa lunar para os problemas terrenos. Não esqueci os planos, não esqueci a Lua, acho que estão em muito boas mãos, mas gostaria de ver mais dinheiro gasto nas necessidades de agora.