

# Diretrizes do programa de C&T para o Setor Espacial

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão das fontes de financiamento em pesquisa e desenvolvimento, por meio dos Fundos Setoriais, abre ao país a possibilidade de definir novas estratégias para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico, visto como alavanca para a criação de uma sociedade mais rica e eqüitativa.

O Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor Espacial – referido de forma simplificada como Fundo Espacial – representa uma oportunidade de se ampliar o leque de iniciativas financiadas no âmbito do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) por recursos provenientes do Tesouro Nacional. A adequada aplicação de seus recursos permitirá remover obstáculos ao pleno desenvolvimento do setor espacial brasileiro e promover inovações que irão ampliar os benefícios econômicos e sociais associados ao Programa.

Este documento se propõe a estabelecer um conjunto básico de diretrizes, adicionais àquelas definidas pela Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE)<sup>1</sup> – embora, necessariamente, consistente com estas –, que oriente o trabalho de alocação dos recursos recolhidos ao Fundo Espacial de forma a maximizar o efeito dessas aplicações na geração de inovações tecnológicas.

O enunciado dessas diretrizes é precedido de uma breve revisão dos panoramas internacional e nacional das atividades espaciais e de uma análise dos principais desafios de C&T e inovação no setor espacial, que permitem identificar um conjunto de óbices para cuja superação os recursos do Fundo deverão ser dirigidos de forma prioritária.

---

<sup>1</sup> A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) vigente foi aprovada pelo Decreto nº 1.332 de 8 de dezembro de 1994.

## 2. PANORAMA DAS ATIVIDADES ESPACIAIS NO MUNDO

Durante o período da Guerra Fria, o desenvolvimento de ambiciosos programas espaciais funcionou como uma demonstração de força e prestígio dos Estados Unidos e da ex-União Soviética, influenciando as atividades conduzidas no resto do mundo. Os desafios tecnológicos e a maciça concentração de recursos demandada por estes programas propiciaram a geração de alta tecnologia e a implantação, naquelas superpotências e no resto da Europa, de um formidável complexo industrial.

Com efeito, nas últimas quatro décadas, as atividades espaciais, desenvolvidas de forma intensiva, geraram uma gama de tecnologias, direta ou indiretamente decorrentes dessas atividades, causando um profundo impacto na vida social e cultural dos seres humanos, em todo o mundo, ademais de estimular o desenvolvimento de diversas atividades econômicas.

A tecnologia espacial originou os satélites de comunicações que fizeram o planeta encolher, possibilitando comunicações quase instantâneas, entre quaisquer pontos da Terra. Esses satélites e os sistemas neles baseados oferecem meios confiáveis para comunicações de voz, vídeo e dados, os quais beneficiam todos os países do mundo. Estão igualmente incorporadas a nosso cotidiano as imagens obtidas por satélites de observação da Terra utilizadas para fins diversos, como o monitoramento ambiental e a previsão meteorológica.

São igualmente importantes os desdobramentos, ou *spin-offs*, da tecnologia espacial em outras áreas de atividades. Os chips de circuitos integrados, utilizados em computadores, são apenas um dos múltiplos exemplos de tecnologia que, tendo sido desenvolvida para atender às necessidades específicas da área espacial, foi posteriormente disseminada; a lista é muito extensa, incluindo desde o teflon utilizado em revestimento de painéis e as baterias solares utilizadas em relógios e calculadoras, até as estruturas de materiais compostos ultra-leves e resistentes e os revestimentos cerâmicos, ultra-resistentes à temperatura e à abrasão, utilizados em aviões e nos carros modernos. Merecem lembrança, igualmente, os *spin-offs* no campo das ferramentas de gestão, como os diagramas PERT e COM que foram desenvolvidos em apoio aos complexos programas deflagrados na corrida espacial dos anos 60.

Atualmente, as atividades espaciais continuam a desempenhar um papel crucial na promoção do desenvolvimento científico e tecnológico, no

campo da eletrônica, dos novos materiais, da metalurgia, da informática e em tantos outros.

Com o fim da Guerra Fria e em decorrência das mudanças ocorridas no cenário econômico mundial, as atividades espaciais, surgidas neste contexto altamente propício, passaram a enfrentar uma realidade bem mais adversa, caracterizada por orçamentos reduzidos, notadamente nos países da ex-União Soviética, e pela necessidade de se adaptar a uma sociedade orientada para o avanço do conhecimento e para o aumento da produtividade, na qual a informação desempenha um papel primordial.

Neste contexto, podem-se identificar algumas tendências na evolução do setor espacial.

Com o desenvolvimento da sociedade de informação, a televisão e a radiodifusão digitais, a telefonia celular, a internet, os tele-serviços, a navegação e a observação da Terra passam a representar mercados enormes, com expectativa de um crescimento considerável, e para os quais a utilização de satélites oferece vantagens importantes. Espera-se, por exemplo, que o tráfego mundial ligado à internet por satélite, que triplicou entre 1998 e 1999, volte a triplicar até 2004 e que seja multiplicado por dez até o fim da década. Estima-se, outrossim, que o mercado de produtos e serviços relativos às atividades de navegação por satélite seja de aproximadamente US\$ 40 bilhões até 2005<sup>2</sup>.

Constata-se, igualmente, um aumento da demanda por iniciativas que assegurem a proteção do planeta e contribuam para o desenvolvimento sustentável, terreno no qual os satélites deverão desempenhar um papel fundamental. De fato, a utilização de satélites representa um meio ímpar de observação, abarcando todas as escalas de espaço e tempo, seja em estudos relacionados à evolução do clima ou à previsão dos riscos naturais, seja no controle da poluição industrial ou na gestão dos recursos hídricos.

Vê-se, ainda, que o fluxo quase ilimitado e imediato de informações, característico de nossa era, aliado à queda das barreiras ideológicas, favorecem o desenvolvimento de grandes empreendimentos científicos em regime de cooperação internacional. Com efeito, o espaço é um laboratório natural, livre das limitações impostas pela atmosfera terrestre, e que oferece grandes

<sup>2</sup> Estimativas divulgadas pela União Européia em seu sítio na Internet (<http://www.europa.eu.int/>)

possibilidades de resposta a questões fundamentais tais como as relacionadas à formação do universo e às origens da vida. Por estas características, ele é o contexto ideal para uma integração dos esforços científicos internacionais. É neste espírito que estão sendo implementados grandes programas como a Estação Espacial Internacional.

As atividades de defesa também são afetadas pelas grandes áreas de aplicação das atividades espaciais: observação, telecomunicações, posicionamento, navegação. Elas tendem a ampliar-se, principalmente nos Estados Unidos, onde são encaradas não só como atividades de natureza estratégica, mas como uma plataforma ímpar de desenvolvimento tecnológico.

O aumento esperado da demanda por satélites e produtos de satélites irá requerer um aumento correspondente na oferta de serviços comerciais de lançamento de satélites. Em 2001, foram realizados 39 lançamentos comerciais<sup>3</sup>, que geraram receitas da ordem de US\$ 2,5 bilhões. Até 2008, espera-se uma ampliação na demanda total por serviços de lançamento, de modo que ela venha a corresponder a cerca de 60 lançamentos comerciais por ano e a uma receita da ordem de US\$ 4 bilhões.

Em função dos custos e dos riscos, o mercado de veículos lançadores de satélites ainda é oligopolizado. Os lançamentos geoestacionários continuam a dominar o mercado e, nesta categoria, a hegemonia permanece com os foguetes europeus. Há que se observar, contudo, o surgimento de importantes alternativas – advindas principalmente de associações entre empresas do ocidente e do leste europeu<sup>4</sup>, mas, também, de programas nacionais emergentes<sup>5</sup> – e o conseqüente acirramento da competição, que já provocou sensível redução dos preços de lançamentos comerciais.

Quanto aos lançadores de pequeno porte<sup>6</sup>, o mercado potencial mostra-se, no momento, bastante incerto. Por um lado, frustrou-se a expectativa de

---

<sup>3</sup> Lançamentos comerciais têm sido contratados tanto pela iniciativa privada quanto por projetos governamentais.

<sup>4</sup> Estas associações dedicam-se tanto à exploração de veículos longamente testados no programa espacial soviético – a exemplo dos Soyuz, comercializados pelo consócio europeu-russo Starsem, ou dos Proton, comercializados pelo consócio russo-americano ILS –, bem como de novas soluções que exploram a conversão de mísseis intercontinentais, a exemplo dos Zenit, reaproveitados para lançamentos de plataformas oceânicas do Sea Launch, iniciativa conjunta inovadora de um consócio envolvendo empresas dos EUA, Rússia, Ucrânia e Noruega.

<sup>5</sup> Importantes exemplos são o foguete japonês H2, o chinês Longa Marcha, e, mais recentemente, o indiano GSLV.

<sup>6</sup> Lançadores capazes de colocar em órbita baixa (LEO) cargas de peso inferior a 2.500 kg.

grande demanda associada aos sistemas de satélites de telecomunicações em órbita baixa, ao menos temporariamente. Por outro, mesmo nestes casos, a utilização de lançamentos múltiplos por meio de foguetes maiores tem-se mostrado mais atraente do ponto de vista econômico, ao menos para o *deployment* inicial do sistema e para as reposições programadas. Esta situação poderá ser parcialmente revertida, caso se consolide a tendência de utilização de mini e microsatélites científicos e tecnológicos, recuperáveis ou não, ou sejam retomados os projetos de sistemas de satélites de comunicações em órbita baixa.

Em 2001, em todo o mundo, as despesas governamentais com atividades espaciais de natureza civil foram da ordem de US\$ 20 bilhões<sup>7</sup>, refletindo uma leve tendência de redução dos investimentos realizados pelas nações líderes do setor espacial. Basicamente, as atividades espaciais civis têm-se mantido em patamares compatíveis com a manutenção dos projetos em andamento, sem que sejam iniciados novos empreendimentos de grande envergadura, à exceção da Estação Espacial Internacional e do programa de exploração de Marte.

A despeito da ampliação do mercado de bens e serviços espaciais, não se pode afirmar que a iniciativa privada venha se incumbindo de parcela significativa dos investimentos necessários ao financiamento do setor. Ao contrário, é importante ressaltar que, em todo o mundo, as atividades espaciais continuam, em grande medida, dependentes dos recursos públicos.

No que se refere à indústria de satélites, por exemplo, vemos que os programas espaciais governamentais permanecem sendo os seus maiores clientes. Em 2001, foram lançados 54 satélites públicos (33 civis e 21 militares)<sup>8</sup>, de valor total correspondente a aproximadamente US\$ 7,1 bilhões e para cujo lançamento foram despendidos recursos da ordem de US\$ 1,25 bilhão. Em contrapartida, foram lançados apenas 15 satélites financiados pela iniciativa privada, correspondendo a investimento de aproximadamente US\$ 1,7 bilhão, com custo de lançamento estimado em US\$ 1,1 bilhão<sup>9</sup>.

Observa-se com frequência que, por meio das compras governamentais a que dá origem e de outros incentivos, uma política espacial pública acaba por contribuir amplamente para o desenvolvimento dos mercados comerciais

<sup>7</sup> Estudo em elaboração para o American Institute of Aeronautics and Astronautics Henry Hertzfeld, da George Washington University, e George Ojalehto, da Sverdrup Technology.

<sup>8</sup> Inclui os satélites russos (15 civis e 12 militares).

<sup>9</sup> Fonte: Euroconsult, "World Market Prospects for Public Space Programs", Edição 2002.

e conferir às indústrias beneficiadas uma vantagem considerável na conquista desses mercados. Os Estados Unidos exploram amplamente esta lógica, como demonstra em especial o exemplo do Global Positioning System (GPS).

Desde o fim da União Soviética, as atividades espaciais estão majoritariamente concentradas no Ocidente: os Estados Unidos e os países europeus respondem pela esmagadora maioria das despesas espaciais públicas efetuadas no mundo e detêm as principais indústrias do setor.

Com efeito, os investimentos espaciais da Rússia sofreram um formidável declínio e representam apenas uma pequena parcela da despesa mundial. Em 2001, o orçamento do programa espacial civil russo foi de aproximadamente US\$ 180 milhões, bastante aquém dos muitos bilhões de dólares que o país costumava investir há 15 anos. Apesar da insuficiência de recursos orçamentários, a Rússia continua a desenvolver o seu programa espacial, com ênfase no estabelecimento de parcerias com os norte-americanos e europeus, especialmente em matéria de vôos tripulados e serviços de lançamento.

Por outro lado, o Japão dispõe de recursos próprios necessários ao desenvolvimento de um programa espacial civil autônomo, com mais de 10% dos investimentos públicos mundiais. Outros países, como a Índia e a China, destinam orçamentos cada vez maiores às atividades espaciais, e começam a desempenhar um papel importante no setor.

O número de países engajados em atividades espaciais tende a crescer significativamente ao longo desta década. Há hoje cerca de 30 agências espaciais nacionais, uma agência européia, e tem-se conhecimento de trabalhos com vistas a criação de uma agência regional na Ásia. A exemplo de Chile e Malásia, que recém estabeleceram suas agências espaciais, outros países da América Latina e Ásia tendem a fazê-lo proximamente. Este novo cenário cria oportunidades de cooperação e fornecimento comercial para o Brasil, que vem acumulando experiência e *know-how* em aplicações baseadas em tecnologia de mais baixo custo, adequadas àqueles que precisarão desenvolver seu programas sob restrições orçamentárias bastante distintas daquelas das grandes potências.

Uma visão quantitativa abrangente do esforço que hoje se desenvolve no campo espacial em todo o mundo pode ser apreendida das tabelas e do gráfico apresentados a seguir.

Os maiores orçamentos governamentais destinados às atividades espaciais civis e militares em 2002 são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Maiores Orçamentos Governamentais para a Área Espacial em 2002  
*milhões de dólares, valores correntes (1)*

<b>País</b>	<b>Programa Civil</b>	<b>Programa Militar</b>	<b>Total</b>	<b>Percentual Destinado às Atividades Militares</b>
<b>Estados Unidos</b>	<i>14.160</i>	<i>14.200</i>	<i>28.360</i>	<i>50%</i>
<b>França (2)</b>	<i>1.207</i>	<i>425</i>	<i>1.632</i>	<i>26%</i>
<b>Japão (2)</b>	<i>1.094</i>	-	<i>1.094</i>	-
<b>Itália</b>	<i>872</i>	n.a	<i>n.a</i>	<i>n.a</i>
<b>Alemanha</b>	<i>631</i>	n.a	<i>n.a</i>	<i>n.a</i>
<b>Índia</b>	<i>453</i>	-	<i>453</i>	-
<b>Rússia</b>	<i>279</i>	n.a	<i>n.a</i>	<i>n.a</i>
<b>Reino Unido (3)</b>	<i>250</i>	n.a	<i>n.a</i>	<i>n.a</i>
<b>Canadá</b>	<i>195</i>	<i>23</i>	<i>218</i>	<i>10%</i>

Fonte: Euroconsult, World Market Prospects for Public Space Programs, 2002 Edition  
Valores em itálico correspondem a estimativas

- (1) Valores em moedas nacionais convertidos para o dólar americano anual médio de 2001.
- (2) Somente recursos governamentais (exclui receitas próprias).
- (3) Inclui contribuição para a Eumetsat.

O Gráfico 1 apresenta, para um conjunto representativo de países, entre os quais o Brasil, uma comparação dos orçamentos como proporção do PIB, tanto para os programas espaciais civis quanto militares.

A Tabela 2, extraída de um levantamento em fase final de elaboração, apresenta os montantes despendidos em atividades espaciais civis em 2001 por diversos países, bem como a distribuição desses dispêndios nas principais áreas de atuação selecionadas pelo estudo em questão.

**Figura 1:** dispêndios com programas espaciais em relação ao PIB em 2001

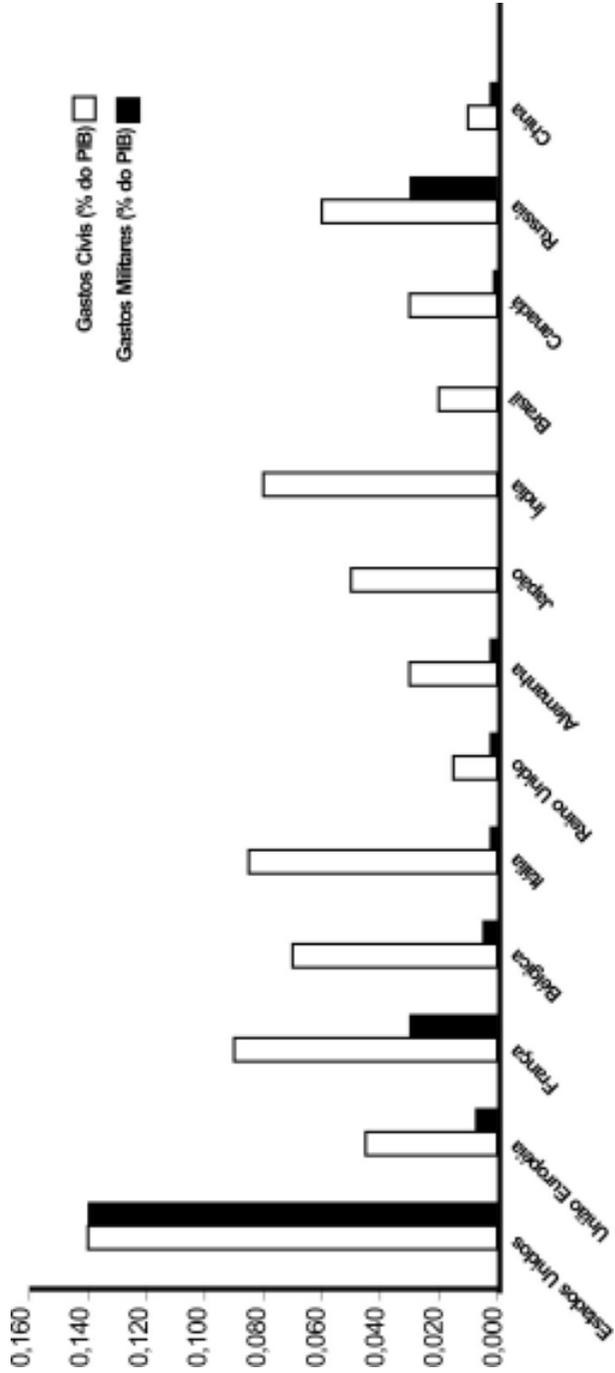


Tabela 2: Distribuição dos Dispendícios com Atividades Espaciais Cívicas em 2001

US\$ Milhões

	Ciências Espaciais	Tranporte Espacial	Estação Espacial	Observação da Terra	Microgravidade e Exploração Comercial do Espaço	Telecomunicações	Outras, incluindo Administração	TOTAL
<b>EUA</b>	2.819,0	4.394,0	2.128,0	2.437,0	362,0	522,0	1.451,0	<b>14.113,0</b>
<b>Agência Européia</b>	330,2	539,9	579,5	412,5	108,5	334,4	375,0	<b>2.680,0</b>
<b>Aústria</b>	8,6	2,6	0,4	8,8	0,0	3,0	9,4	<b>32,9</b>
<b>Bélgica</b>	10,3	23,2	14,6	10,3	5,2	28,4	46,4	<b>138,5</b>
<b>Dinamarca</b>	14,0	1,9	5,9	2,2	1,7	0,0	5,7	<b>31,6</b>
<b>Finlândia</b>	6,8	0,0	0,0	4,7	0,0	9,6	0,9	<b>21,9</b>
<b>França</b>	224,1	515,8	24,4	690,7	60,2	76,0	522,4	<b>2.113,4</b>
<b>Alemanha</b>	110,5	123,7	171,1	63,2	32,5	41,2	62,3	<b>604,4</b>
<b>Itália</b>	169,0	57,0	127,0	84,0	52,0	18,0	38,0	<b>545,0</b>
<b>Noruega</b>	11,1	1,9	2,2	13,9	0,0	5,6	20,9	<b>55,6</b>
<b>Espanha</b>	27,5	30,2	10,8	24,6	2,0	25,3	14,0	<b>134,4</b>
<b>Suécia</b>	12,4	22,8	2,8	8,3	3,4	7,5	7,1	<b>64,4</b>
<b>Suíça</b>	25,9	5,9	12,6	13,4	3,7	8,9	11,0	<b>81,4</b>
<b>Reino Unido</b>	61,3	5,7	0,0	114,0	0,4	41,0	28,1	<b>250,4</b>
<b>Austrália</b>	1,0	1,7	0,0	11,7	0,0	0,3	1,0	<b>15,8</b>
<b>Brasil</b>	3,3	7,3	12,1	10,8	0,5	2,4	17,2	<b>53,6</b>
<b>Canadá</b>	11,2	0,0	43,0	62,5	21,2	22,8	49,0	<b>209,7</b>
<b>Índia</b>	10,4	155,7	0,0	82,1	0,0	132,3	18,4	<b>398,8</b>
<b>Japão</b>								<b>2.300,0</b>

Fonte: Henry Hertzfeld, George Washington University, e George Ojalehto, Sverdrup Technology, para relatório em elaboração para o American Institute of Aeronautics and Astronautics.

Observação: Não estavam disponíveis os dados sobre vários países como Rússia, China, Ucrânia, Argentina, Coreia e Malásia

### **3. PANORAMA DAS ATIVIDADES ESPACIAIS NO BRASIL**

As atividades espaciais no Brasil justificam-se, principalmente, pelo caráter eminentemente estratégico da tecnologia espacial, associado ao grande potencial das aplicações dessa tecnologia na solução de problemas decorrentes das características geográficas e econômicas brasileiras. Estas incluem as dimensões continentais do país, suas extensas fronteiras e zona costeira, amplas regiões de floresta tropical e grandes áreas caracterizadas pelo acesso difícil e baixa densidade populacional, a par de vastos recursos naturais insuficientemente mapeados e monitorados.

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), multissetorial e de longo prazo, objetiva capacitar o país para desenvolver e utilizar tecnologias espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira. Com essa finalidade, busca estabelecer uma base ampla de conhecimentos em ciências e aplicações espaciais de potencial interesse para o país e, paralelamente, perseguir a máxima autonomia no projeto e fabricação de sistemas espaciais de valor estratégico ou econômico, usualmente voltados para atender a necessidades próprias do território nacional.

Em sua concepção atual, o PNAE é definido, para um horizonte decenal, em documento aprovado em 1996 e atualizado periodicamente pela Agência Espacial Brasileira (AEB). Contudo, muitas das atividades centrais do programa iniciaram-se efetivamente em 1980, com a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Projeto desafiador e de longo prazo, a MECB – reconhecendo como necessário dotar-se o Brasil de meios próprios de acesso ao espaço – fixou como objetivos desenvolver no país quatro pequenos satélites de aplicações, um veículo lançador de satélites e uma base de lançamentos, promovendo, no processo, a capacitação da indústria brasileira no setor e a qualificação de equipes técnicas especializadas.

As ações do PNAE balizam-se por objetivos e diretrizes estabelecidas na Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), documento aprovado em decreto de 1994. Sua execução dá-se no âmbito do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (Sindae), no qual a AEB atua como elemento de coordenação central e onde o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (Deped) do Comando da Aeronáutica atuam como órgãos

setoriais. A AEB inclui em sua constituição um Conselho Superior, de caráter deliberativo, que participam representantes – nomeados pelo presidente da república – de todos os ministérios setoriais com interesses nas atividades espaciais, além dos ministérios da área econômica, da comunidade científica e do setor industrial.

O Inpe é responsável por projetos de desenvolvimento de satélites e tecnologias associadas, bem como por pesquisa e desenvolvimento no campo das ciências e das aplicações espaciais – onde se destacam as áreas de observação da Terra, coleta de dados ambientais e meteorologia por satélites. O Deped, por meio do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), órgão do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), incumbe-se do desenvolvimento de lançadores de satélites e de foguetes de sondagem. O Deped é também responsável pela implantação e operação do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e pela operação do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI).

O programa vem se beneficiando da crescente participação de universidades e empresas nacionais. Núcleos universitários têm sido chamados a contribuir tanto como proponentes de projetos de P&D quanto como consultores técnicos e científicos. O setor privado é contratado para desenvolver e fornecer sistemas, equipamentos e serviços.

Como conseqüência das atividades espaciais realizadas no Brasil desde a década de 1960 e, especialmente, a partir do trabalho iniciado, em 1994, pela Agência Espacial Brasileira, foram obtidos resultados importantes, dentre os quais, cumpre destacar:

- O Brasil está plenamente capacitado para desenvolver e produzir satélites de pequeno porte destinados à coleta de dados ambientais. O primeiro deles, o SCD-1, foi lançado em fevereiro de 1993 e, apesar de ter sido projetado para uma vida nominal de um ano, permanece ainda operacional. O SCD-2, lançado em outubro de 1998, continuará por vários anos a prestação de serviços de coleta de dados ambientais. Um terceiro satélite, o SCD-3, tem seu lançamento previsto para 2007;
- O Brasil está implementando, em parceria com a China, o programa *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CBERS). Foram desenvolvidos dois satélites de sensoriamento remoto, concebidos para cobertura global e que fazem uso de câmeras ópticas com características similares às dos satélites norte-americanos

Landsat e franceses Spot. O CBERS-1 foi colocado em órbita em 1998, por um veículo chinês. O CBERS-2 já foi enviado à China para lançamento, que deverá ocorrer até meados de 2003;

- Está em desenvolvimento, mediante contrato da AEB à indústria nacional, uma plataforma de satélite multimissão que servirá de base para o satélite nacional de Observação da Terra SSR-1, com lançamento previsto para 2005. O SSR-1 irá operar numa órbita circular equatorial, a uma altitude de aproximadamente 900 km;

- Está em curso o projeto de um microsatélite científico, desenvolvido em regime de parceria com a França. O Satélite Franco-Brasileiro (FBM) desenvolverá experimentos, em ambiente orbital, de experimentos científicos de interesse das comunidades científicas de ambos os países;

- O Brasil é um dos 16 países que integram o projeto da *International Space Station* (ISS), por meio do desenvolvimento e produção de equipamentos de vôo e cargas úteis. Como parte das atividades relativas à Estação Espacial, a AEB selecionou, em 1998, o primeiro brasileiro candidato a astronauta, o Major Aviador Marcos Cesar Pontes, que se encontra atualmente em treinamento no *Johnson Space Center*, em Houston, no Texas;

- Como resultado de acordos de cooperação entre a AEB e a Nasa, o Brasil contribuiu para a carga útil do satélite *Aqua*, lançado no primeiro semestre de 2002, com um equipamento para medida de perfis de umidade na atmosfera (HSB), que deverá contribuir significativamente para a melhoria de nossas previsões do tempo e do clima;

- O Brasil, por meio do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e da indústria aeroespacial brasileira, concebeu e produziu uma bem-sucedida série de foguetes de sondagem, incluindo as famílias de foguetes Sonda e VS. Eles já proporcionaram a realização de inúmeros experimentos científicos sobre fenômenos atmosféricos e têm atraído a atenção de usuários estrangeiros interessados na realização de experimentos no ambiente de microgravidade proporcionado pelos vôos suborbitais;

- O domínio da tecnologia dos foguetes de sondagem serviu de base para o desenvolvimento de um lançador de satélites de pequeno porte, denominado Veículo Lançador de Satélites, o VLS-1. Trata-se de um veículo de quatro

estágios, capaz de lançar satélites de 100 a 350 kg, em altitudes de 200 a 1000 km, que deverá realizar seu terceiro teste em vôo ainda em 2002;

- Ao longo das últimas quatro décadas o Brasil conseguiu consolidar uma comunidade científica reconhecida internacionalmente, um conjunto de competentes pesquisadores voltados a aplicações em sensoriamento remoto e meteorologia por satélites, e uma forte base em engenharia e tecnologia espaciais. Atualmente, o país possui uma comunidade de aproximadamente dois mil especialistas dedicados às atividades espaciais, entre pesquisadores, engenheiros e técnicos com especializações diversas;

- O Brasil conseguiu implantar também uma infra-estrutura de apoio às atividades espaciais, na qual há que se destacar o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), o Laboratório de Integração e Testes (LIT), o Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (CRC), a Usina de Propelentes Coronel Abner (UCA) e, em fase de implantação, o Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRSPE), além de numerosos observatórios e laboratórios de pesquisa, bem como nichos tecnológicos em empresas nacionais. Dentre estas unidades, vale salientar:

- *Laboratório de Integração e Testes de Satélites (LIT)*. Localizado em São José dos Campos (SP), o LIT é o único laboratório desta categoria em toda a América Latina, com instalações para montagem, integração, testes funcionais e qualificação de satélites e outros sistemas orbitais, e capacidade para desenvolvimento autóctone de novos meios de teste. Além do programa espacial brasileiro, o LIT atende a diversos clientes do setor industrial;

- *Centro de Lançamento de Alcântara (CLA)*. Implantado em 1984, no município de Alcântara (MA), está capacitado para o lançamento de foguetes de sondagem e veículos lançadores de pequeno porte. Por estar localizado próximo ao Equador, o CLA garante condições seguras e proporciona uma economia de combustível de 15% a 30% em relação aos centros de Cabo Canaveral (KSC) e Baikonur, respectivamente, para lançamentos em órbita geoestacionária. Estas características o tornam atraente para o lançamento de satélites estrangeiros em bases comerciais, um mercado novo e bastante promissor.

- O Brasil está capacitado a aplicar as tecnologias geradas pelas atividades espaciais em áreas de grande impacto econômico e social tais como

meteorologia, monitoramento ambiental e telecomunicações. Como exemplos destas aplicações, cumpre destacar:

- Utilizando dados coletados por satélites meteorológicos americanos e europeus, complementados por dados coletados pela rede de observação terrestre – que inclui as plataformas de coleta de dados (PCD) integradas por meio dos satélites acionais SCD, o país já produz previsões meteorológicas com índices de acerto variando de 75% a 90%;

- Para monitorar e controlar o desmatamento e a ocorrência de queimadas na Região Amazônica, programas como o Prodes (Programa de Controle do Desmatamento), a cargo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), e Proarco (Programa de Controle de Queimadas no Arco do Desmatamento), a cargo do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (Ibama), fazem uso intensivo de imagens fornecidas por satélites americanos e pelo satélite sino-brasileiro CBERS-1.

- O monitoramento das bacias hidrográficas do país e a previsão do tempo contam com dados ambientais, hídricos e meteorológicos coletados pelos satélites de coleta de dados SCD-1 e SCD-2 e do satélite sino-brasileiro CBERS-1. Atualmente, o Sistema Nacional de Coleta de Dados conta com cerca de 400 Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) instaladas em território brasileiro e algumas em países vizinhos. As informações produzidas por este sistema tornaram-se essenciais à boa operação de nosso sistema hidrelétrico.

## **PRÓXIMAS ETAPAS**

- Continuidade do Programa de Cooperação com a China com o desenvolvimento de dois novos satélites, com resolução significativamente melhorada e maior participação brasileira;
- Desenvolvimento do primeiro satélite nacional de sensoriamento remoto SSR-1, com lançamento previsto para 2005. O satélite SSR-1 terá massa nominal em torno de 400 kg, controle de atitude em três eixos e controle de órbita por propulsores a hidrazina. Deverá operar a 900km de altitude, em órbita circular equatorial. A carga útil principal pretendida é uma câmera

CCD (Charge Coupled Device), de amplo campo de visada, operando em duas faixas espectrais na região do visível (azul e vermelho) e duas no infravermelho (próximo e médio). Possibilitará a cobertura de um cinturão global situado entre 5°N e 15°S, com passagens a cada 105 minutos, imagens com resolução espacial de 100m a 200m na faixa do visível e de 300m a 400m na faixa do infravermelho. Terá capacidade de compressão de dados a bordo, possibilitando a recepção direta, em tempo real, de imagens cobrindo faixas de 500km por 500km, por usuários locais que disponham de pequenas estações de baixo custo. Estas características tornarão o satélite muito útil para missões de monitoramento permanente da região amazônica, com vistas à detecção, em tempo real, de fenômenos como queimadas. Em sua construção, será utilizada a mesma plataforma multimissão, concebida para uso recorrente em alguns dos futuros satélites, inclusive do SCD-3;

- Desenvolvimento do terceiro satélite de coleta de dados, o SCD-3, cujo lançamento está previsto para 2007. Projetado para operar em órbita circular equatorial a uma altura de 1.100 km, permitirá uma varredura territorial complementar à dos demais satélites SCD e à dos satélites CBERS. Adicionalmente, deverá prover um sistema de comunicação de mensagens bidirecional para a região equatorial, e realizar experimentos de comunicação de dados. A região de cobertura do sistema compreende a faixa de latitudes de 15° Norte a 15° Sul. Em sua construção será utilizada a plataforma multimissão, concebida para uso recorrente em alguns dos futuros satélites brasileiros;
- Desenvolvimento de um modelo industrial de veículo lançador, resultante da otimização do VLS-1, em condições de competir no mercado internacional de lançadores;
- Conclusão e lançamento do microsatélite científico FBM, desenvolvido em parceria com a França. A entrada em operação do FBM permitirá a realização de pesquisas científicas de relevância sobre fenômenos de alta atmosfera, bem como de experimentos visando qualificar tecnologias de interesse espacial;
- Desenvolvimento dos equipamentos referentes à participação brasileira na Estação Espacial Internacional (ISS). Explorando as condições de microgravidade que se reproduzem no ambiente propiciado pela ISS, serão realizados experimentos científicos avançados, a cargo de universidades e centros de pesquisa brasileiros.

## **COOPERAÇÃO INTERNACIONAL**

A Agência Espacial Brasileira, desde a sua criação, é o órgão responsável, em conjunto com o Ministério das Relações Exteriores e o Ministério da Ciência e Tecnologia, por todos os atos de caráter internacional relacionados à área espacial.

*Acordos:* quadro de cooperação para uso pacífico do espaço exterior já foram firmados com a Argentina, China, Estados Unidos, França, Rússia, Ucrânia e a Agência Espacial Européia (ESA).

As possibilidades de cooperação foram ampliadas após a promulgação da Lei 9.112/95, que regulamenta o Controle de Exportações de Bens Sensíveis, e o ingresso do Brasil, em 1996, no Regime de Controle de Tecnologias de Mísseis (MTCR), quando o país reafirmou seu compromisso com a paz, a segurança e a cooperação internacional no uso pacífico do espaço exterior.

Dentre os diversos projetos desenvolvidos atualmente pelo Brasil, em regime de cooperação internacional, merecem destaque:

### *Estação Espacial Internacional*

A construção da Estação Espacial Internacional (ISS) é um projeto de cooperação internacional sem precedentes, sendo executado por um consórcio de 15 países, sob liderança norte-americana. Fornecerá um ambiente único para pesquisa básica, aplicada e comercial em processos físicos, químicos e biológicos, servindo tanto como um importante meio de testes de conceitos de engenharia, quanto como uma plataforma privilegiada de observação da Terra e do espaço.

O Brasil participa na ISS como fornecedor de algumas partes sob responsabilidade original dos EUA, o que lhe garantirá direitos à utilização das futuras instalações, à realização de experimentos e à participação de astronautas brasileiros em missões na Estação.

A importância política desta participação é significativa, pois o Brasil é o único país em desenvolvimento convidado a integrar a ISS, reforçando a sua relevância como ator no concerto das nações.

Espera-se que a participação de indústrias nacionais no fornecimento dos sistemas e equipamentos traga como benefício a melhoria da sua qualificação, especialmente na área de missões tripuladas.

### *Projeto China-Brazil Earth Resources Satellite*

O desenvolvimento do Projeto China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS), constitui-se em marco da história do desenvolvimento espacial brasileiro, não só pelas dimensões do projeto, como pela abertura de fronteira cooperativa e ampliação diplomática com a China.

Considerando os benefícios decorrentes para ambos os países, os resultados satisfatórios que vêm sendo obtidos com o projeto dos dois primeiros satélites e o interesse de propiciar a consolidação de uma comunidade estável de usuários dos produtos CBERS, os governos do Brasil e da China decidiram dar continuidade ao programa. Com este propósito, foi assinado um novo protocolo, em setembro de 2000, onde fica estabelecida a construção de mais dois satélites, os CBERS 3 e 4.

Nesta fase, o Brasil deverá aumentar a sua participação no projeto, passando a responsabilizar-se por 50% dos recursos financeiros necessários, bem como, nesta mesma proporção, pelo fornecimento dos subsistemas de satélites, pela realização das atividades de integração e testes dos mesmos; e, posteriormente ao lançamento, pelas atividades de controle em órbita.

## **FINANCIAMENTO**

O Programa Nacional de Atividades Espaciais, desde seus primórdios na década de 60, depende quase que exclusivamente de verbas do orçamento público federal – uma característica comum aos programas espaciais em todo o mundo, como se observou anteriormente. Os recursos públicos federais investidos diretamente nos projetos espaciais brasileiros no período de 1980 a 2002, atingiram um montante superior a R\$ 2,3 bilhões, em valores atualizados para junho de 2002, conforme detalhado na Tabela 3<sup>10</sup> e na correspondente Figura 2, apresentados em seguida.

<sup>10</sup> O quadro atém-se às ações de desenvolvimento de sistemas espaciais e de implantação da infra-estrutura associada, que no período considerado - ainda mais que nos dias atuais - absorviam fração expressivamente majoritária dos recursos destinados às atividades espaciais brasileiras.

**Tabela 3:** Recursos despendidos com o desenvolvimento de sistemas espaciais e infra-estrutura associada de 1980 a 2002

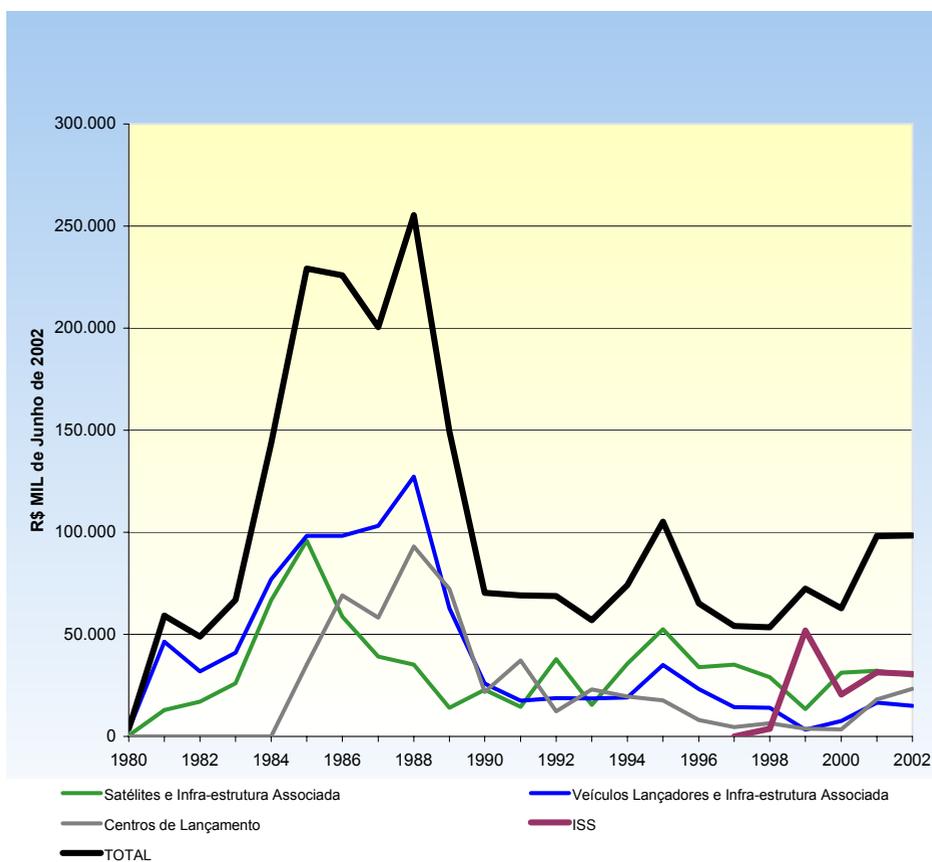
(R\$ Mil, valores corrigidos para junho de 2002 pelo IPCA / IBGE)

ANO	Pequenos Satélites e Infra-estrutura Associada	CBERS	Total de Satélites e Segmento Solo	Veículos Lançadores e Infra-estrutura Associada	Centros de Lançamento	ISS	TOTAL SISTEMAS ESPACIAIS E INFRA-ESTRUTURA ASSOCIADA GERAL
1980	396		<b>396</b>	3.315			<b>3.711</b>
1981	12.812		<b>12.812</b>	46.353			<b>59.165</b>
1982	17.084		<b>17.084</b>	31.758			<b>48.841</b>
1983	25.946		<b>25.946</b>	41.037			<b>66.982</b>
1984	66.683		<b>66.683</b>	76.866			<b>143.549</b>
1985	95.863		<b>95.863</b>	98.195	35.105		<b>229.163</b>
1986	58.587		<b>58.587</b>	98.202	69.101		<b>225.890</b>
1987	39.128		<b>39.128</b>	103.083	58.235		<b>200.446</b>
1988	34.231	923	<b>35.154</b>	127.243	92.946		<b>255.342</b>
1989	11.020	3.105	<b>14.126</b>	62.832	72.316		<b>149.274</b>
1990	17.961	4.884	<b>22.846</b>	25.744	21.649		<b>70.239</b>
1991	8.888	5.574	<b>14.462</b>	17.447	37.129		<b>69.038</b>
1992	19.506	9.228	<b>12.014</b>	18.634	12.157		<b>42.805</b>
1993	2.240	13.221	<b>15.462</b>	18.582	22.884		<b>56.928</b>
1994	6.545	29.059	<b>35.604</b>	19.041	19.537		<b>74.182</b>
1995	2.297	50.160	<b>52.457</b>	35.003	17.711		<b>105.172</b>
1996	12.749	21.156	<b>33.905</b>	23.211	7.937		<b>65.053</b>
1997	21.881	13.290	<b>35.171</b>	14.338	4.591		<b>54.100</b>
1998	13.931	15.151	<b>29.082</b>	14.027	6.508	3.798	<b>53.416</b>
1999	243	13.199	<b>13.442</b>	3.415	3.761	51.839	<b>72.457</b>
2000	18.663	12.646	<b>31.310</b>	7.518	3.525	20.421	<b>62.774</b>
2001	20.301	11.812	<b>32.112</b>	16.536	18.064	31.429	<b>98.141</b>
2002	17.290	12.463	<b>29.753</b>	14.957	23.262	30.488	<b>98.459</b>
<b>Total</b>	<b>507.525</b>	<b>215.873</b>	<b>723.398</b>	<b>917.335</b>	<b>526.418</b>	<b>137.975</b>	<b>2.305.126</b>

## Observações:

- Valores até 2001 correspondem ao realizado; valores de 2002 correspondem aos aprovados na Lei Orçamentária.
- Valores históricos obtidos de registros de Cobac, AEB, Inpe e IAE. Valores anteriores a 2000 eram registrados em dólar, convertendo-se pela taxa da data de liberação dos recursos. A partir de 2000 utilizam-se os dados do Siafi.
- Não estão computados gastos com pessoal ou despesas administrativas.
- O valor de “Satélites” em 1992 inclui US\$ 13,53 milhões (moeda de 1992) destinados ao pagamento de serviços de lançamento à Orbital Sciences. Analogamente, em 1997 inclui US\$ 12,92 milhões e em 1998, US\$ 0,64 milhões.

A oscilação e o decréscimo médio destes valores, em termos reais, que se evidenciam claramente na Figura 2, são melhor explicados pelas dificuldades enfrentadas pelo país no plano econômico ao longo do período<sup>11</sup>, do que por uma possível perda de prioridade relativa do programa, no rol das iniciativas governamentais.

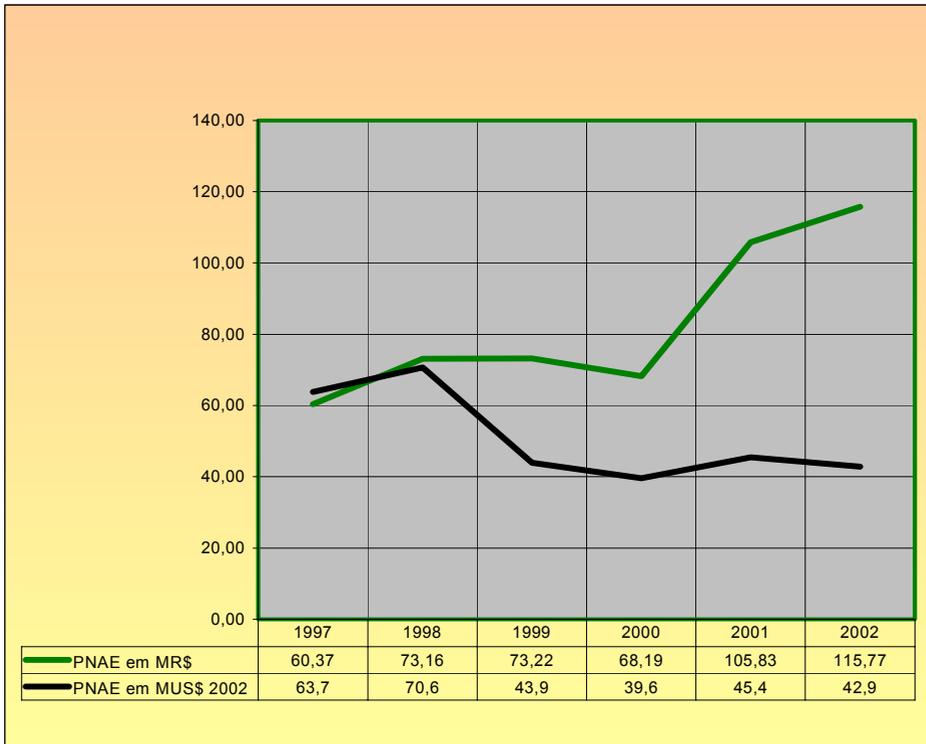


**Figura 2:** Evolução histórica dos recursos destinados ao desenvolvimento de sistemas espaciais e infraestrutura associada

Esta visão é coerente com a evolução dos orçamentos do PNAE em moeda nacional nos últimos anos, apresentados na Figura 3. Considerando-

<sup>11</sup> De 1985 a 1994 o país viveu período de elevadíssima inflação que corroía drasticamente o poder aquisitivo dos recursos entre a data de sua liberação e a efetiva execução orçamentária. Isto distorce os dados históricos daquele período, sistematicamente registrados à data do recebimento dos créditos. A partir de 1995, os orçamentos foram afetados pela rigorosa política de equilíbrio fiscal que passou a prevalecer.

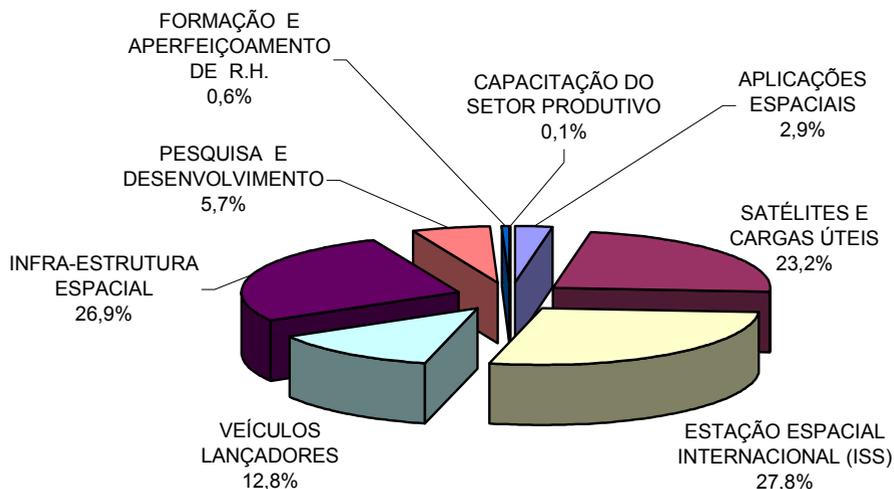
se o crescimento econômico modesto verificado no período e as restrições de ordem orçamentária, impostas pela necessidade de gerar superávits fiscais que garantissem o financiamento da dívida pública, estes números refletem um nítido esforço de recomposição dos orçamentos destinados ao programa espacial.



**Figura 3:** Evolução do PNAE em anos recentes  
Valores em reais correntes e dólares de 2002

Infelizmente, em face da grande vinculação dos principais projetos a compromissos assumidos no exterior, a desvalorização cambial em curso acaba por anular parcela significativa dos ganhos nominais – conforme ilustra o mesmo gráfico ao converter em dólares os referidos valores orçamentários. Esta é, contudo, uma condição adversa com a qual o PNAE – assim como outros programas de governo fortemente atrelados à economia global – precisará sempre conviver.

A distribuição dos recursos destinados ao PNAE entre os subprogramas que o compõem, segundo a Lei de Orçamento Anual para 2002, é apresentada na Figura 4.



**Figura 4:** Distribuição dos recursos do PNAE por subprograma, segundo a Lei Orçamentária de 2001

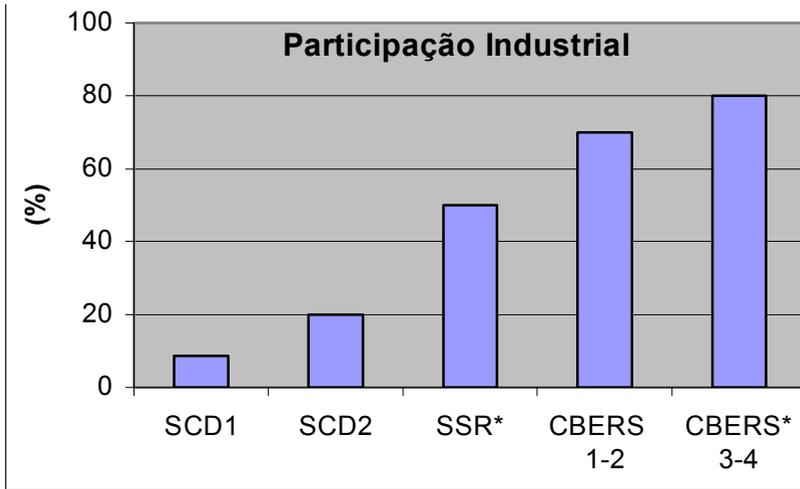
É relevante acrescentar, como informação, que somente cerca de 50% dos recursos destinados ao subprograma de Pesquisa e Desenvolvimento destinam-se ao desenvolvimento tecnológico, o restante estando reservado basicamente à pesquisa científica. Por outro lado, a promoção da capacitação do setor produtivo se dá hoje primordialmente através de contratos industriais, conforme relatado abaixo; este montante não é contabilizado, contudo, no subprograma de “Capacitação do Setor Produtivo”, onde os dispêndios têm-se restringido, basicamente, a ações voltadas ao estabelecimento de normas e certificações.

## A INDÚSTRIA ESPACIAL BRASILEIRA

A participação da indústria nacional no programa espacial brasileiro iniciou-se na década de 1970 no âmbito do subprograma de veículos lançadores, e só na segunda metade da década de 80 passou a se dar também no subprograma de satélites e cargas úteis.

A política industrial adotada há mais de 15 anos, formalizada mais recentemente nos objetivos e diretrizes da PNDIAE, tem sido a de maximizar

a participação da indústria nacional no programa, buscando um envolvimento quantitativa e qualitativamente crescente. A Figura 5 ilustra parcialmente esta estratégia para o caso dos satélites.



**Figura 5:** Participação da indústria nacional nos projetos de satélites do PNAE.

Os casos assinalados com asterisco indicam participações previstas; os demais, participações realizadas.

A participação da indústria tem-se dado fundamentalmente por meio de contratos de fornecimento de equipamentos e subsistemas ou serviços de engenharia. No passado exercitaram-se, também, alguns contratos destinados especificamente à qualificação de novos fornecedores nacionais.

Cerca de 20 empresas industriais participaram diretamente de projetos de desenvolvimento na área de satélites, e 35 na área de veículos lançadores. A redução verificada no volume de recursos governamentais destinados aos projetos de desenvolvimento de sistemas espaciais, aliada às fortes oscilações orçamentárias que se verificaram em anos de maiores dificuldades econômicas, desestimularam ou mesmo inviabilizaram, contudo, a permanência de várias dessas empresas no rol de parceiras do programa espacial.

Hoje o número de empresas industriais atuando no setor está reduzido a menos de 20, predominantemente pequenas e médias. São empresas intensivas em recursos humanos altamente qualificados, mas com baixa capacidade de endividamento e, conseqüentemente, limitadas em sua capacidade de investimento próprio em P&D.

#### 4. DESAFIOS DE CT&I NA ÁREA ESPACIAL

O processo de fortes transformações pelo qual o mundo vem passando sob a égide do fenômeno da globalização, exigindo a alteração de forma contundente do perfil das economias nacionais e formas mais dinâmicas e fluidas das relações entre os países, faz com que o acesso ao conhecimento científico e tecnológico e o aumento da produtividade sejam essenciais à garantia da sobrevivência das nações como partícipes da história. Para garantir seu sucesso neste processo, o Brasil necessita associar seus investimentos econômicos à inovação científica e tecnológica.

As atividades espaciais demandam tradicionalmente uma variedade de novas tecnologias, podendo resultar em produtos e serviços inovadores e estimular o desenvolvimento econômico e social.

Os benefícios econômicos diretos destas atividades decorrem da exploração comercial de tais produtos e serviços, de alto valor agregado. Esta característica faz com que a exportação e a substituição de importações dos mesmos possam vir a contribuir de forma importante, ainda que pontual, para o equilíbrio de nossa balança comercial. Cálculos da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (Aiab) indicam, por exemplo, que o valor agregado, em reais, por quilograma do produto final seria de, aproximadamente, de R\$ 0,30 para o setor agrícola, R\$ 10 para automóveis, R\$ 100 para eletrônicos, R\$ 1.000 para aviões e R\$ 50 mil para satélites.

No que se refere aos benefícios econômicos indiretos (*spin-offs*) das atividades espaciais, sabemos que muitas das tecnologias desenvolvidas no contexto dos programas espaciais têm aplicação direta em outros setores, permitem às empresas que as empregam projetar e vender novos produtos ou serviços fora do contexto espacial, ou, ainda, aprimorar seus processos de produção, tornando-as mais competitivas nos mercados interno e externo.

No caso brasileiro ainda não existe um levantamento amplo e sistemático dos *spin-offs* do programa espacial, mas há um grande número de exemplos conhecidos, entre os quais vale mencionar: i) a tecnologia de materiais compostos e ligas carbono-carbono, desenvolvida para tuberias e motores de foguetes, está sendo empregada, por exemplo, em separadores água-óleo de plataformas *offshore* de petróleo; ii) ligas de aço de ultra-alta resistência, desenvolvidas para a estrutura do 4º estágio do veículo lançador de satélites

nacional, são atualmente empregadas na produção, pela indústria nacional, de peças metálicas estruturais de alta resistência e durabilidade, como trens de pouso de aviões; iii) os sistemas computacionais de integração e controle de dados, concebidos originalmente para bancos de testes de foguetes, estão sendo utilizados na automação das operações em praças de pedágio, em rodovias brasileiras; iv) utilizando know-how adquirido no desenvolvimento de equipamentos embarcados de satélites e veículos lançadores, empresas brasileiras produzem hoje sistemas de comunicação de curta distância, na faixa do infravermelho, de larga aplicação na automação de processos produtivos, bem como equipamentos médicos destinados à monitorização de sono, por exemplo; e, v) pessoal técnico de alto nível formado no âmbito do programa espacial brasileiro tem contribuído de forma significativa para o sucesso de empresas de nosso setor aeroespacial, bem como de setores correlatos.

Outro importante exemplo de benefícios indiretos do programa espacial brasileiro, é o caso do Laboratório de Integração e Testes (LIT), do Instituto Nacional de Atividades Espaciais. Além de cumprir sua missão primeira na certificação de componentes espaciais, integração e testes de satélites, o LIT também apóia o desenvolvimento e a qualificação de produtos de alta tecnologia industrial de um grande número de empresas, em setores diversos como de autopeças, eletroeletrônica, automotivo, de informática e telecomunicações.

À medida que o programa espacial avança e se ampliam as parcerias internacionais, a necessidade de investir fortemente em inovação<sup>12</sup> tecnológica faz com que as empresas do setor espacial brasileiro passem a utilizar cada vez mais a aquisição, transferência e adaptação de tecnologias exógenas.

Os processos de aquisição, transferência e adaptação de tecnologias exógenas requerem a introdução de técnicas de gestão da inovação tecnológica aliadas à melhoria da capacitação gerencial das empresas beneficiárias. Constatase, no entanto, que a maior parte das empresas brasileiras atuantes no setor espacial se ressentem da tímida adoção de técnicas e mecanismos de

---

<sup>12</sup> O conceito de inovação compreende a introdução e a exploração de novos produtos e processos (inovação tecnológica) e de novos insumos, mercados e formas de organização. A inovação tecnológica pode ocorrer mediante a adoção (e não necessariamente a geração) de novas tecnologias de produto ou processo.

gestão que viabilizem a sua inserção competitiva nos mercados globais, decorrência sem dúvida das dificuldades econômico-financeiras que vêm sistematicamente enfrentando.

Em áreas críticas para o desenvolvimento tecnológico, nem sempre as tecnologias estão disponíveis para a aquisição ou transferência, havendo a necessidade de se estimular a capacidade de inovação endógena. No caso do setor espacial, muitas das tecnologias envolvidas possuem caráter dual, podendo ser empregadas tanto para fins civis quanto militares. Isto, em geral, torna o acesso às mesmas bastante restrito.

Os grandes projetos de desenvolvimento de sistemas espaciais, ainda que essenciais ao sucesso do PNAE e à consolidação da indústria espacial no Brasil, não constituem o lócus natural para o desenvolvimento de tecnologias próprias. De fato, a necessidade de se cumprir cronogramas que freqüentemente se tornam rígidos – quer em função de compromissos internacionais, quer pela necessidade de atendimento aos usuários finais –, freqüentemente inviabiliza a alternativa do desenvolvimento autóctone, favorecendo a mera aquisição.

Assim, há necessidade de se financiar, de forma independente, projetos voltados ao desenvolvimento de novas tecnologias espaciais, em caráter de mais longo prazo.

Esta necessidade é reconhecida no PNAE, no âmbito do subprograma de Pesquisa e Desenvolvimento. Contudo, como ilustra a Figura 4, a insuficiência dos recursos oriundos das fontes tradicionais do orçamento tem reservado relativamente muito pouco tanto para estas atividades quanto para as de Formação e Aperfeiçoamento de Recursos Humanos e de Capacitação do Setor Produtivo, que lhe são complementares.

Neste contexto, identifica-se claramente um papel de grande relevância para o Fundo Espacial. Naturalmente, há que se requerer que os desenvolvimentos pretendidos enquadrem-se entre as prioridades do PNAE. Igualmente importante é que a indústria, que se espera venha a explorar economicamente o resultado de tais desenvolvimentos, participe do processo desde seu início, como forma de promover sua maior capacitação e garantir a efetiva incorporação das inovações ao processo produtivo.

## **TECNOLOGIAS ESTRATÉGICAS**

Devido à limitação de recursos, os esforços se concentram em um conjunto de possibilidades reduzido, usualmente classificadas como tecnologias estratégicas. Este conceito é utilizado na Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), em sua diretriz de número 8, onde se lê:

“Os projetos de capacitação em novas tecnologias deverão priorizar o domínio de tecnologias consideradas estratégicas para o país, segundo critérios que incluam:

- importância para sistemas ou serviços espaciais de grande interesse para o país;
- dificuldades de importação existentes no âmbito internacional;
- potencial valor comercial dessas tecnologias para empresas brasileiras; e
- competências e facilidades disponíveis no país, que permitam aspirar contribuições inovadoras ao estado da arte.”

A classificação de uma tecnologia como estratégica dependerá, portanto, de condições que poderão se alterar ao longo do tempo. Estudos periódicos que busquem classificar as tecnologias espaciais segundo os critérios da PNDAE são certamente uma referência importante. Incluem-se nesta categoria os relatórios realtivos à área espacial do Programa Prospectar, patrocinado pelo MCT.

## **TREINAMENTO DE PESSOAL**

Para estimular a capacidade de inovação endógena na área espacial, é mister, também, propiciar condições para a consolidação e atualização das equipes especializadas vinculadas às instituições de pesquisa, particularmente as instituições executoras do PNAE, bem como às próprias empresas do setor.

Os treinamentos formais no mestrado e doutorado já contam com bolsas patrocinadas por instituições de fomento, como CNPq, Capes e FAPs. Por outro, tem ficado mais limitadas, ao longo dos anos, as oportunidades de treinamento de curta e média duração na área espacial, o que dificulta muito

a formação de novos quadros. Neste contexto, é recomendável que os recursos do Fundo Espacial, destinados à formação de pessoal, sejam canalizados prioritariamente a essa modalidade de treinamento.

## **5. DIRETRIZES PARA A ALOCAÇÃO DOS RECURSOS**

Tendo em vista o quadro delineado nas seções precedentes, entende-se que os recursos do Fundo Espacial devam destinar-se a financiar iniciativas complementares às ações em curso no âmbito do PNAE, que visem contribuir prioritariamente para a superação das seguintes carências e limitações – de natureza tecnológica ou gerencial – que inibem o pleno desenvolvimento do setor espacial brasileiro:

- i) a limitada interação entre as instituições públicas executoras do PNAE, os núcleos universitários brasileiros capacitados a desenvolver atividades espaciais e a indústria nacional, fator que inibe a incorporação ao processo produtivo do conhecimento gerado no âmbito daquelas instituições;
- ii) a insuficiência das iniciativas voltadas para o desenvolvimento de tecnologias consideradas estratégicas para o país, seja por sua importância econômica, seja pelas restrições de acesso a que estão sujeitas em decorrência de seu caráter dual;
- iii) a escassez de oportunidades de treinamento de alto nível dos especialistas do setor espacial, nas áreas e tópicos tecnológicos considerados estratégicos;
- iv) a incipiente implementação de mecanismos de gestão da inovação tecnológica no âmbito das indústrias do setor espacial, o que dificulta a incorporação de novas tecnologias, endógenas ou exógenas, aos bens e serviços espaciais produzidos no país;
- v) a insuficiente disseminação de modernas técnicas e ferramentas gerenciais, no âmbito das indústrias do setor espacial, o que prejudica a sua inserção competitiva no mercado global de bens e serviços espaciais;
- vi) a necessidade de se promover novas utilizações, desdobramentos e subprodutos da tecnologia espacial, como forma de maximizar o retorno para a sociedade brasileira dos investimentos realizados em seu desenvolvimento.

## DIRETRIZES GERAIS

Com o objetivo de superar as restrições caracterizadas acima, a alocação dos recursos financeiros do Fundo Espacial deverá guiar-se pelas seguintes diretrizes:

- Apoiar projetos de P&D em tecnologias estratégicas para a área espacial, que sejam propostos conjuntamente por instituições de pesquisa do país, inclusive instituições executoras do Sindae, e empresas nacionais;
- Apoiar projetos de P&D que objetivem desenvolver novas utilizações, dobramentos e subprodutos da tecnologia espacial (*spin-offs*), propostos conjuntamente por instituições de pesquisa do país, inclusive instituições executoras do Sindae;
- Apoiar a realização de treinamentos de curto e médio prazos (inferiores a 12 meses) de especialistas do setor, desde que diretamente relacionados aos temas de interesse do PNAE;
- Apoiar projetos de aperfeiçoamento da gestão da inovação tecnológica, propostos por indústrias do setor espacial, com ênfase em contratação e processamento de transferência de tecnologias ou em registro de patentes;
- Apoiar projetos de capacitação gerencial propostos por indústrias do setor espacial, com ênfase nas áreas de planejamento estratégico, implantação de indicadores de desempenho, elaboração de projetos de *joint-venture* com empresas estrangeiras, realização de estudos de mercado e tendências, divulgação de produtos e serviços espaciais, visando à criação de novas empresas e ao fortalecimento das empresas já constituídas.