

# A IMPORTÂNCIA PARA O BRASIL DO DESENVOLVIMENTO DAS CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS E ATMOSFÉRICAS

J. M. da Costa

*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE),  
Cx. Postal 515, CEP 12201-970, São José dos Campos, SP, Brasil*

Modernamente, o grau de desenvolvimento da área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas é, um dos mais importantes fatores que regem o nível das relações entre as grandes potências e os países do resto do globo. Fenômenos naturais diversos, como a atividade solar, comportamento do campo magnético terrestre e condições atmosféricas e ionosféricas podem afetar, de forma favorável ou desfavorável, setores produtivos da nação, como a agricultura, a pesca, o transporte aéreo, o transporte marítimo e sistemas de geração e transmissão de energia elétrica. O conhecimento do comportamento da atmosfera e da ionosfera sobre o território, assim como o domínio das tecnologias de foguetes e satélites, são hoje itens prioritários em vários países desenvolvidos. Urge aumentar o apoio ao Programa Espacial Brasileiro para manter as conquistas já conseguidas e garantir um crescimento coerente com as necessidades e as peculiaridades do País.

**THE IMPORTANCE FOR BRAZIL OF DEVELOPING SPACE AND ATMOSPHERIC SCIENCES AND TECHNOLOGIES** - In recent years, the development stage of Space and Atmospheric Sciences and Technologies is one of the most important factors which regulate the level of relationship between the great powers and the rest of the world. Many natural phenomena like solar activity, geomagnetic field behavior, as well as atmospheric and ionospheric conditions, can have favorable or unfavorable influence on the productive sectors of a nation such as agriculture, fisheries, air and maritime transportation, as well as on electric power generation and transmission systems. Knowledge of atmospheric and ionospheric behavior, associated with the domination of rocket and satellite technologies, are today priority concerns in developed countries. It is very urgent to increase the support for the Brazilian Space Program in order to maintain results already obtained and guarantee its coherent further development within the needs and peculiarities of the country.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho representa, essencialmente, uma condensação do Trabalho Especial - TE (da Costa, 1991), apresentado como um dos requisitos do Curso de Altos Estudos, Política e Estratégia (CAEPE), da Escola Superior de Guerra (ESG). O seu objetivo foi tentar realçar a importância da Ciência e Tecnologia, em especial a área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas, como fator vital para o fortalecimento e aplicação do Poder Na-

cional. Sendo este entendido como "o conjunto integrado dos meios de toda a ordem de que dispõe uma Nação para conquistar e manter os Objetivos Nacionais", os quais, por sua vez, "representam a cristalização de Interesses e Aspirações que, em determinada fase de sua evolução histórico-cultural, a Nação busca satisfazer" (ESG, 1989).

O mundo moderno passou a contar com a capacidade que possa ter cada Nação de gerar, adaptar e aplicar com inteligência os conhecimentos advindos

das pesquisas em Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas. O Brasil, em particular, hoje já possui um relativo desenvolvimento nesta área da Ciência e Tecnologia, devido à visão e ao trabalho persistente de alguns que conseguiram fazer germinar, ainda que de forma parcial, a semente plantada em 1961, com a criação do Grupo Organizador da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), pelo Governo Federal.

A criação do GOCNAE representou o reconhecimento oficial do governo brasileiro da importância do advento da Era Espacial, em outubro de 1957, com o lançamento do primeiro satélite artificial (Sputnik I) da Terra, pela então URSS, e o descobrimento dos cinturões de radiação da Terra, pelo físico norte-americano James Van Allen, em janeiro de 1958, com o primeiro satélite artificial (Vanguard I) dos EUA.

O desenvolvimento das Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas no Brasil teve, desde o seu início, uma grande contribuição da colaboração internacional. Projetos de cooperação internacional, bem conduzidos nos anos 60 e 70, tendo o então Grupo Organizador da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), o Ministério da Aeronáutica, a Universidade de São Paulo e a Universidade Mackenzie como os principais executores brasileiros, foram muito decisivos para a consolidação das pesquisas em Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas no País. Atualmente, a cooperação internacional distingue-se por uma efetiva e destacada atuação da comunidade científica brasileira, em importantes programas de pesquisa de interesse nacional e mundial como o Programa Internacional de Estudo da Geosfera-Biosfera (IGBP) e o Programa de Estudo da Energia Solar-Terrestre (STEP), entre outros.

No Brasil, a área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas dispõe de um quadro de técnicos e pesquisadores de alto nível, principalmente no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), da Secretaria da Ciência e Tecnologia da Presidência da República, no Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), do Ministério da Aeronáutica e em algumas universidades e institutos de pesquisa. A grande maioria destes técnicos e pesquisadores fez estágios e/ou cursos de pós-graduação no exterior ou no País, inclusive pós-doutorados. A produção científica situa-se entre

as melhores do País e tem grande reconhecimento internacional.

Do ponto de vista da infra-estrutura, a área conta com um razoável, porém ainda não suficiente, parque de laboratórios especializados e campos de lançamento de balões estratosféricos e foguetes de sondagem. No momento, trabalha-se, arduamente, para o desenvolvimento de um veículo lançador de satélites, capaz de colocar em órbita os satélites que já estão sendo construídos nos laboratórios nacionais. O primeiro satélite da Missão Espacial Completa Brasileira já está pronto.

### SITUAÇÃO GEOESTRATÉGICA

O Brasil dispõe de uma situação geoestratégica privilegiada em relação à maioria dos outros países para o desenvolvimento de atividades de pesquisas em Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas. Esta situação geoestratégica caracteriza-se, principalmente, por seu território:

a) ocupar a região centro-oriental da América do Sul, entre as latitudes de  $5^{\circ}16'N$  e  $33^{\circ}45'S$  e as longitudes de  $34^{\circ}47'E$  e  $73^{\circ}59'W$ , com uma área de  $8.511.965 \text{ km}^2$ , correspondendo a 47% da área total da América do Sul;

b) ser cortado ao norte pela linha do Equador Geográfico, que atravessa os Estados do Amazonas, Roraima, Pará e Amapá e, na latitude de  $23^{\circ}30'S$ , pelo Trópico de Capricórnio que passa pelos Estados de Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo;

c) ser cortado ao norte pela linha do Equador Magnético, que passa pelos Estados de Rondônia, Mato Grosso, Pará, Tocantins e Maranhão, representando uma extensão de mais de 4000 km na região entre  $02^{\circ}$  e  $15^{\circ}$  de latitude sul. Associado ao Equador Magnético, existe um forte sistema de corrente elétrica, natural, na altura aproximada de 110 - 120 km, denominado de Eletrojato Equatorial. As características e os efeitos desse sistema de correntes para o sistema elétrico global do planeta (superfície, atmosfera, ionosfera, magnetosfera) ainda precisam ser melhor compreendidas. Entre todos os países, o Brasil é o que oferece melhores condições de território para a realização de estudos experimentais sobre o Eletrojato Equatorial, através da operação

de equipamentos no solo e/ou a bordo de balões estratosféricos, foguetes e satélites;

d) encerrar a parte central da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, cujo focus encontra-se atualmente no oeste de Santa Catarina. Esta região caracteriza-se por apresentar o valor mínimo da intensidade total do campo magnético terrestre em todo o globo. Peculiaridade que permite a precipitação de grandes fluxos de partículas carregadas dos cinturões de radiação da Terra na atmosfera da região, durante períodos magneticamente perturbados. Estes fluxos são menos intensos apenas em relação aos que provocam o aparecimento de auroras boreais ou austrais, nas regiões de alta latitude. A interação destes fluxos de partículas carregadas com os constituintes atmosféricos provoca a ocorrência de inúmeros fenômenos geofísicos de grande interesse científico e tecnológico, principalmente no que se refere às comunicações via rádio, transmissão de energia elétrica e possíveis efeitos nas mudanças climáticas;

e) permitir o lançamento de satélites artificiais, em órbitas equatoriais ou polares, sem a necessidade da realização de manobras complexas e consumidoras de energia, a partir de uma base de lançamento de foguetes situada em sua região equatorial;

f) facilitar a observação do céu do hemisfério sul, com grandes vantagens para os estudos das radiações X e gama provenientes da direção do centro da galáxia, com detectores a bordo de balões estratosféricos;

g) dispor de várias regiões climáticas com diferentes fisiografias e tipos de vegetação; entre essas destaca-se a região Amazônica, que se constitui atualmente na maior floresta tropical do mundo, praticamente intocada e despovoada.

## INSTITUIÇÕES

O conjunto de instituições que desenvolve atividades de pesquisa e/ou operação na área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas, no País, é composto, essencialmente, de órgãos governamentais civis e militares; são geralmente órgãos criados com missão específica para estas atividades, ou

são unidades internalizadas no âmbito das forças armadas e universidades públicas. Apenas uma instituição de educação superior privada, a Fundação Universidade de Blumenau (SC), participa também deste conjunto.

As principais instituições são:

- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, da Secretaria da Ciência e Tecnologia da Presidência da República (INPE/SCT-PR);
- Instituto de Aeronáutica e Espaço, do Centro Técnico Aeroespacial do Ministério da Aeronáutica (IAE/CTA-MAer);
- Instituto Astronômico e Geofísico, da Universidade de São Paulo (IAG/USP);
- Centro de Radioastronomia e Aplicações Espaciais (CRAAE);
- Núcleo de Estudos e Pesquisas Aeroespaciais, da Universidade Federal de Santa Maria (NEPAE/UFSM);
- Núcleo de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais (NUCATE/UNICAMP);
- Observatório Nacional, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, da Secretaria de Ciência e Tecnologia da Presidência da República (ON/CNPq/SCT-PR);
- Instituto Nacional de Meteorologia, do Ministério da Agricultura (INEMET/MA);
- Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo, do Ministério da Aeronáutica (DEPV/MAer);
- Diretoria de Hidrografia e Navegação, do Ministério da Marinha (DHN/MM);
- Universidade Federal do Pará (UFPA);
- Universidade Federal da Paraíba (UFPB);
- Universidade Federal de Alagoas (UFAL);
- Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ);
- Universidade Federal de Pelotas (UFPEL);
- Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP);

- Universidade Estadual Paulista (UNESP);
- Universidade Federal Fluminense (UFF).
- Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME)

No que diz respeito ao caso específico dos estudos meteorológicos, as instituições estão estruturadas para a execução do Programa Nacional estabelecido pela Política Nacional de Meteorologia e Climatologia, formulada no âmbito da Presidência da República. A atual organização do Programa de Meteorologia definiu-se no período 1985 - 1986, quando o País passou a contar com o Sistema Nacional de Meteorologia, composto pela Comissão Nacional de Meteorologia (CONAME), Centros Especializados Avançados, Órgãos Operacionais Setoriais, Entidades de Ensino e Pesquisa e dos Usuários.

#### INFRA-ESTRUTURA DISPONÍVEL

A infra-estrutura disponível no País, para o desenvolvimento de pesquisas sobre ciências e tecnologias espaciais e atmosféricas, resulta do esforço que o governo brasileiro vem realizando desde os anos 60. É uma infra-estrutura que, embora modesta para a escala e a complexidade das questões envolvidas neste tipo de estudos, num País com um território de 8.511.965 km<sup>2</sup>, vem permitindo a realização de importantes pesquisas. Merecem destaque os seguintes equipamentos e instalações:

- 01) Centro de Lançamento de Alcântara,
- 02) Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno,
- 03) Centro de Lançamento de Balões do INPE,
- 04) Radiobservatório de Itapetinga do CRAAE,
- 05) Laboratório Nacional de Astrofísica,
- 06) Radar de Laser do INPE,
- 07) Digissonda do INPE,
- 08) Observatório de Luminescência do INPE,
- 09) Rede de Observatórios e Estações Geomagnéticas do INPE e ON/CNPq,
- 10) Ionossonda do INPE,
- 11) Laboratório de Geofísica do INPE,

- 12) Laboratório de Ozônio do INPE,
- 13) Laboratório de Desenvolvimento de Cargas Úteis para Foguetes do INPE,
- 14) Laboratório de Desenvolvimento de Cargas Úteis para Balões do INPE,
- 15) Laboratório de Integração e Testes do INPE,
- 16) Laboratório Associado de Radiointerferometria, Ciências Atmosféricas e Espaciais de Santa Maria (RS),
- 17) Laboratórios de Desenvolvimento e Construção de Foguetes do IAE/CTA,
- 18) Laboratório de Raios Cósmicos da UNICAMP,
- 19) Centro de Rastreamento e Controle de Satélites do INPE,
- 20) Centro de Computação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/ INPE,
- 21) Laboratórios das Divisões de Ciências da Terra e Sensoriamento Remoto e Meteorologia Espacial, da Coordenação Geral de Observação da Terra do INPE.

#### RECURSOS HUMANOS

No Brasil, a área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas conta ainda com um número pequeno de pesquisadores, engenheiros e técnicos, tendo em vista as dimensões de seu território e a complexidade dos fenômenos a serem estudados. Número, entretanto, já bastante expressivo para conduzir pesquisas de alta qualidade. Considerando todo o conjunto das instituições de pesquisa, há apenas cerca de 250 pesquisadores ativos com o nível de doutor, onde 120 são do INPE. Como auxiliares, há, possivelmente, um número um pouco superior entre mestres, engenheiros e técnicos. Não foram computados neste conjunto o pessoal disponível nos órgãos operacionais, onde a grande maioria é de engenheiros e técnicos especializados.

Quatro instituições contribuem com cursos de pós-graduação para a formação de pesquisadores de alto nível, no País, de grande interesse para o desenvolvimento da área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas: o IAG/USP, a UFPB, o

ON/CNPq e o INPE. A contribuição do IAG/USP vem dos seus cursos de pós-graduação em Astronomia e Meteorologia, a da UFPB é feita através do seu curso de pós-graduação em Meteorologia e a do ON/CNPq através do seu curso de pós-graduação em Astronomia.

No caso do INPE, o seu Programa de Pós-Graduação foi implantado gradativamente a partir de 1967 com a finalidade de qualificar recursos humanos nas áreas de atuação do Instituto e de interesse para o País, em razão da inexistência de instituições geradoras desses conhecimentos no Brasil. Mantém, atualmente, os seguintes cursos de pós-graduação de interesse para a área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas: Astronomia (Astrofísica e Radioastronomia/Física Solar); Geofísica Espacial; Combustão e Propulsão; Mecânica Espacial e Controle; Sensoriamento Remoto, Computação Aplicada e Meteorologia. Todos em nível de mestrado e doutorado, excetuando-se os de Combustão e Propulsão e Sensoriamento Remoto oferecidos apenas em nível de mestrado.

No caso específico da Meteorologia, ao nível de pós-graduação "stricto sensu", apenas o INPE, a UFPB e a USP mantêm cursos regulares; cursos de pós-graduação "lato sensu" são ministrados, em caráter não-permanente, por outras instituições.

Esgotadas as possibilidades de ensino e treinamento de pessoal no País, os interessados são encaminhados a instituições no exterior para completarem suas formações, principalmente em nível de doutorado e pós-doutorado, além de estágios específicos.

## RECURSOS FINANCEIROS

Os recursos financeiros aplicados na área advém principalmente do Tesouro Nacional e do Programa Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) da COBAE. Outras fontes complementares, de grande importância para a condução dos projetos científicos, são os recursos federais provenientes do CNPq, FINEP, CAPES, PROANTAR e Programa Nossa Natureza da Presidência da República e, também, os recursos do Estado de São Paulo, canalizados através dos orçamentos do Instituto Astronômico e Geofísico da USP e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

## COOPERAÇÃO NACIONAL

Vários projetos de cooperação entre instituições nacionais, que se ocupam de pesquisas na área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas, já foram ou estão sendo desenvolvidos. Por sua natureza, a execução da grande maioria dos projetos desta área de pesquisa presta-se, ou até mesmo exige a cooperação entre instituições com objetivos similares. Atualmente, há, no âmbito da comunidade técnico-científica nacional, uma idéia clara de que a soma de esforços através da cooperação viabiliza o sucesso de muitas pesquisas. As Forças Armadas, em particular, através de seus diversos órgãos instalados nos Ministérios da Aeronáutica, Exército e Marinha, têm prestado um inestimável apoio e, também, participado de vários projetos de cooperação com contribuições científicas e tecnológicas importantes.

## COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

O desenvolvimento das Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas no Brasil teve, desde o seu início, uma grande contribuição da colaboração internacional. O estabelecimento do primeiro Laboratório de Física Espacial e do Grupo de Lançamento de Balões Estratosféricos, no campus do então GOCNAE, em São José dos Campos, do Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno (CLBI), em Natal, além da instalação de vários equipamentos de observação científica e, também, a condução das primeiras campanhas de lançamento de balões e foguetes, ainda nos anos 60, foram possíveis apenas através da intensa colaboração internacional. Além do desenvolvimento conjunto de projetos de pesquisa no Brasil, a cooperação internacional incluiu também o treinamento de pesquisadores e engenheiros brasileiros no exterior.

Até os dias de hoje as atividades de cooperação internacional têm tido um papel extremamente importante no desenvolvimento da área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas no Brasil. As instituições de pesquisa brasileiras têm, historicamente, executado um grande número de projetos de cooperação com instituições similares do exterior. A cooperação cobre praticamente todos os países que mantêm programas de pesquisa de proeminência internacional.

## PRINCIPAIS PROGRAMAS DE PESQUISA

### 1) Programa de Aeronomia

O programa de aeronomia procura entender os fenômenos físicos que se produzem na alta atmosfera. Realiza estudos teóricos e observacionais sobre as partes neutra e ionizada da alta atmosfera; esta última, usualmente denominada de ionosfera, resulta da interação da alta atmosfera com a radiação solar ionizante. Utiliza instrumentos instalados na superfície, que usam técnicas de sensoriamento remoto, baseadas em sondagens verticais ou de visada lateral, para monitorar o comportamento da alta atmosfera e da ionosfera. Medidas diretas (in situ) são realizadas com instrumentação a bordo de foguetes de sondagem, fornecidos e lançados pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do Centro Técnico Aeroespacial do Ministério da Aeronáutica. O INPE e o IAE/CTA realizam a maioria das pesquisas desta área no país. As principais linhas em desenvolvimento no INPE são: Física da Alta Atmosfera e Ionosfera.

### 2) Programa de Astrofísica

Os estudos astrofísicos no Brasil abrangem áreas de grande interesse científico para o entendimento dos fenômenos físicos em ocorrência no Universo. As áreas de maior concentração são: Cosmologia, Astrofísica Extragalática, Astrofísica Relativística, Astrofísica de Alta Energia, Astrofísica Estelar, Astronomia Fundamental, Instrumentação Astronômica, Meio Inter-estelar e Sistema Solar. Há desenvolvimento através de estudos teóricos e observacionais. Estes últimos utilizam-se do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) e dos telescópios ópticos existentes no País e no exterior; utilizam-se também do Radiobservatório de Itapetinga, em Atibaia (SP), e de instrumentação embarcada a bordo de balões estratosféricos e satélites. Há uma atividade crescente de desenvolvimento de instrumentação e de software necessário à análise da grande quantidade de dados gerada nos experimentos. Entre as instituições de pesquisa brasileiras, quatro se sobressaem pelos seus programas em Astrofísica e/ou Astronomia: IAG/USP, INPE, ON/CNPq e CRAAE.

### 3) Programa de Geofísica Espacial

O programa de estudos da área de Geofísica Espacial compreende a realização de pesquisas teóricas e experimentais visando um melhor entendimento da interação entre a energia emitida pelo sol, na forma de fótons e partículas, e o meio ambiente terrestre. Há concentração de pesquisas sobre a física do plasma espacial e das regiões da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, Eletrojato Equatorial, Amazônia e Península Antártica. Utiliza uma grande variedade de equipamentos instalados ao nível do solo, em várias partes do território nacional e na Península Antártica, além da realização de medidas com instrumentação a bordo de balões estratosféricos, aeronaves, foguetes de sondagem e satélites artificiais. O INPE realiza a maioria das pesquisas desta área no País. As principais linhas de pesquisa em desenvolvimento no INPE são: Física de Plasma Espacial, Geofísica Nuclear, Geomagnetismo, Meio Interplanetário e Magnetosferas e Química da Média e Baixa Atmosfera.

### 4) Programa de Meteorologia

As pesquisas meteorológicas, em desenvolvimento no País, visam o aumento de conhecimentos sobre os processos físicos responsáveis pelos fenômenos climáticos, com a finalidade precípua de fornecer subsídios para a orientação do complexo das atividades da nação. As principais linhas de pesquisa em desenvolvimento são: Modelagem Numérica, Estudos do Clima, Estudos do Tempo, Monitoramento do Tempo, Micrometeorologia, Climatologia e Geoquímica Ambiental.

### 5) Programa de Monitoramento Ambiental da Amazônia

Este programa, estabelecido no início de 1989, visa a realização de estudos sobre a importância global do ecossistema Amazônia e as possíveis alterações nele registradas, em decorrência do atual processo de ocupação. Sua execução é parte do Sistema de Monitoramento Territorial por Satélites do Programa Nossa Natureza da Presidência da República. A médio prazo, seu principal objetivo é apoiar e expandir atividades de levantamento de novos dados, monitorar as condições ambientais e

modelar efeitos de possíveis modificações na região. Os estudos contam com a participação do INPE e de instituições nacionais e estrangeiras como o IBAMA, INPA, USP e NASA.

#### 6) Missão Espacial Completa Brasileira (MECB)

A Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) é um programa do governo federal coordenado interministerialmente pela Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE). Seu objetivo é promover o avanço da tecnologia espacial no Brasil através do desenvolvimento de um foguete, para lançamento de satélites de pequeno porte, e de dois tipos de satélites experimentais para aplicações em órbita terrestre baixa.

A Secretaria da Ciência e da Tecnologia da Presidência da República (SCT/PR), através do INPE, é a responsável pelos sub-programas de satélites e segmento de solo. O sub-programa de satélites contempla a elaboração do projeto, desenvolvimento, integração, testes e operação em órbita dos quatro satélites, sendo dois para coleta de dados ambientais (SCD1 e SCD2) e dois para sensoriamento remoto da Terra (SSR1 e SSR2). O sub-programa de segmento de solo compreende a instalação e a operação do Centro de Controle de Satélites em São José dos Campos, das Estações Terrenas de Rastreo e Comando em Cuiabá (MT) e Alcântara (MA) e do Centro de Missão em Cachoeira Paulista.

O Ministério da Aeronáutica é responsável pelo desenvolvimento do veículo lançador (VLS) e pelo estabelecimento do Centro de Lançamento de Alcântara, através do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e do Grupo de Implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (GICLA), ambos do Centro Técnico Aeroespacial (CTA).

#### 7) Primeiro Satélite de Coleta de Dados Ambientais (SCD1)

O Primeiro Satélite de Coleta de Dados Ambientais (SCD1) visa a viabilização da transmissão, através de Plataformas Automáticas de Coleta de Dados (PCDs), dos dados coletados por sensores distribuídos em várias localidades do território

brasileiro. A rede piloto de PCDs contará com sensores para a realização de medidas de interesse para os estudos de meteorologia, oceanografia e química da atmosfera. Qualquer PCD localizada no território brasileiro terá seus dados recebidos pela Estação Terrena de Cuiabá, pelo menos uma vez por dia. O satélite transmitirá em duas frequências adjacentes, que garantirão um serviço de acesso aleatório a centenas de PCDs instaladas em locais remotos. As características gerais do SCD1 são as seguintes:

- Forma: octogonal
- Altura: 1055 mm
- Diâmetro na base: 1000 mm
- Peso: 115 kg
- Potência: 70-110 W
- Capacidade da bateria: 8 Ah
- Controle térmico: passivo
- Estabilização da altitude: rotação a 160 rpm
- Sensores: magnetômetro de 3 eixos, sensor solar
- Código de transmissão da telemetria: PCM/PSK/PM em banda S
- 160 canais de telemetria
- 64 comandos diretos
- Confiabilidade: superior a um ano

#### PRINCIPAIS METAS PARA O DESENVOLVIMENTO

As principais metas para o desenvolvimento da área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas podem ser identificados no âmbito interno e externo.

No âmbito interno, há, principalmente, a questão da vontade política associada à situação de crise permanente da economia brasileira. Os recursos aplicados na área, embora não sejam desprezíveis, são, entretanto, bastante reduzidos para se pensar em pesquisas de larga escala. A criatividade e dedicação dos técnicos e pesquisadores da área têm auxiliado para contornar estas dificuldades, encontrando soluções possíveis; há, entretanto, sem dúvida, um grande prejuízo para o volume de pesquisas que poderia ser realizado no País. Somase à insuficiência dos recursos financeiros, a desatualização dos computadores, laboratórios e equipamentos de grande porte existentes nas instituições

de pesquisa, além da questão salarial que tem impedido a manutenção das equipes. Dois óbices igualmente importantes, também, são a precariedade do processo de escolha e a instabilidade dos mandatos dos dirigentes do INPE, principal executor do Programa Espacial Brasileiro no âmbito civil. Escolha e duração dos mandatos dependem, principalmente, do suporte de forças políticas poderosas atuantes em Brasília.

No âmbito externo, tem havido, principalmente, nos últimos dez anos, um bloqueio internacional ao Brasil para o acesso às tecnologias consideradas sensíveis. Vários projetos do Programa Espacial Brasileiro, como o desenvolvimento do foguete lançador de satélites (VLS), estão sofrendo grandes dificuldades em seus desenvolvimentos. Isto tem acarretado atrasos consideráveis e a necessidade de maiores investimentos. A resolução deste óbice seria de importância fundamental, para acelerar o desenvolvimento científico e tecnológico da área.

### IMPORTÂNCIA PARA O PAÍS

O grau de desenvolvimento na área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas é, sem dúvida, um dos mais importantes fatores que regem o nível das relações entre as grandes potências e os países do resto do globo. Praticamente todas as atividades econômicas desenvolvidas pelo homem sofrem, direta ou indiretamente, grande influência dos fenômenos espaciais e atmosféricos. Fenômenos naturais diversos, como atividade solar, comportamento do campo magnético terrestre, condições atmosféricas e ionosféricas podem afetar de forma favorável ou desfavorável os setores produtivos da nação como a agricultura, a pesca, o transporte aéreo, o transporte marítimo e os sistemas de geração e transmissão de energia elétrica (Allen et al., 1989). Os avanços recentes conseguidos na área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas, notadamente após o emprego de satélites nos levantamentos de recursos naturais, nas comunicações, transporte aéreo, transporte marítimo e previsão meteorológica, têm contribuído de forma muito contundente para garantir ou mesmo incrementar a atividade econômica em todo o globo terrestre.

De grande importância para o País são hoje, também, a maior probabilidade de acerto das previsões meteorológicas e o monitoramento do meio

ambiente através do emprego de satélites. No caso do Brasil, em particular, as previsões meteorológicas têm permitido um melhor planejamento das fases de execução e acompanhamento de eventos nacionais nas áreas da agricultura, da política e da saúde, como os plantios, as colheitas, as eleições e as vacinações; há também todo um acompanhamento que tem sido feito sobre as questões do desmatamento da Amazônia e dos efeitos das queimadas em todo o território nacional.

### POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS

As políticas e estratégias em Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas foram propostas à Presidência da República e executadas, inicialmente, pelo Grupo Organizador da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), a partir de sua criação em 1961. Atualmente, a política e a estratégia do Programa Espacial Brasileiro são propostas à Presidência da República pela Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), criada em 1971. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) é o principal responsável pela execução do Programa no âmbito civil. O Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), o Grupo de Implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (GICLA) e o Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno (CLBI), do Ministério da Aeronáutica, são os principais responsáveis pela execução do Programa no âmbito militar.

Inicialmente, a política do Programa Espacial Brasileiro estabelecido pela Presidência da República visou, principalmente, os seguintes objetivos: a) dotar o Brasil de uma infra-estrutura capaz de executar trabalhos relativos à utilização pacífica do espaço exterior; b) constituir um núcleo de técnicos e pesquisadores especializados; c) promover a cooperação com outros países na área espacial. Trata-se de uma política que tem sido praticada com muito sucesso, continuando praticamente válida até os dias de hoje, considerando-se, entretanto, as necessárias adaptações e modernizações para a sua permanente atualização ao contexto do desenvolvimento nacional.

A estratégia inicial adotada pelo Programa Espacial Brasileiro foi a priorização de uma intensa



cooperação internacional, cooperação esta desenvolvida mais especificamente com a NASA e as universidades dos EUA e, também, com diversos outros centros técnico-científicos de grande reputação internacional. Somou-se, nos anos 60 e 70, um amplo programa de formação de técnicos e pesquisadores de alto nível, com o envio de pessoal previamente selecionado ao exterior, para cursos de pós-graduação no nível de doutorado e estágios técnico-científicos diversos, inclusive os de pós-doutorado.

Entre as estratégias principais estão as pesquisas e os desenvolvimentos tecnológicos sobre: astrofísica, geomagnetismo, ionosfera, magnetosfera, plasma espacial, geofísica nuclear, química da média e baixa ionosfera, física da alta atmosfera e meteorologia. Muitas destas pesquisas envolveram a realização de experimentos a bordo de balões estratosféricos e foguetes de sondagem. Há também as participações institucionais no Programa da Missão Espacial Completa Brasileira, Programa de Monitoramento Ambiental da Amazônia, Programa Nacional de Meteorologia e Programa Antártico.

## CONCLUSÕES

De muita importância para o desenvolvimento da área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas é a intensificação da participação das instituições brasileiras nos grandes programas de cooperação internacional, atuais e futuros, como: o Programa Internacional de Estudo da Geoesfera-Biosfera, um Estudo das Mudanças Globais (IGBP), onde estão inseridas as questões da camada de ozônio e do efeito estufa; e o Programa de Estudo da Energia Solar-Terrestre (STEP), que tenta avaliar de forma quantitativa a influência da energia solar para o desenvolvimento dos fenômenos físicos, em ocorrência na atmosfera e no espaço próximo da Terra.

Atualmente, a comunidade técnico-científica nacional da área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas está empenhada em conseguir um Programa de Satélites, que contemple a construção no País de satélites científicos para a realização de es-

tudos sobre geofísica espacial e astrofísica. Este programa tenta complementar o Programa da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), onde já estão sendo construídos dois satélites de coleta de dados de grande interesse para os estudos meteorológicos.

A criação da Agência Espacial Brasileira, ora em estudo no âmbito da Presidência da República, poderá facilitar o contorno dos óbices que vêm afetando o desenvolvimento harmônico da área de Ciências e Tecnologias Espaciais e Atmosféricas. Urge aumentar o apoio ao Programa Espacial Brasileiro para manter as conquistas já conseguidas e garantir um crescimento coerente com as necessidades e as peculiaridades do País (da Costa, 1991).

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao INPE e a ESG pela oportunidade de refletir sobre o tema, bem como a todos que contribuíram para a consecução deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, J., FRANK, L., SAUER, H., REIFF, P.  
- 1989 - Effects of the March 1989 solar activity. EOS: Transactions, American Geophysical Union. Washington, 70, 46, 1479-1486-8.
- DA COSTA, J.M. - 1991 - Ciência e Tecnologia como Fator de Fortalecimento do Poder Nacional. Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, RJ, 92 pp.
- ESG - 1989 - Doutrina. Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, RJ, 337 pp.

Artigo convidado em: 01/03/92

Versão revisada em: 26/07/92

Versão aceita em: 30/07/92

Editor responsável: V.W.J.H. Kirchoff