

# **PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO – A IMPORTÂNCIA SOCIO-AMBIENTAL DA TECNOLOGIA ESPACIAL PARA O BRASIL**

***Maria Zélia S. Landini***

*Centro Técnico Aeroespacial/ Instituto de Aeronáutica e Espaço  
Divisão de Sistemas Aeronáuticos*

***Ligia M. Soto-Urbina***

*Centro Técnico Aeroespacial/ Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
Divisão de Pós-Graduação*

## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO
2. TECNOLOGIA ESPACIAL
3. ATIVIDADES ESPACIAIS NO BRASIL
4. FENÔMENOS ATMOSFÉRICOS NO BRASIL
5. IMPORTÂNCIA DA REGIÃO ESPACIAL
6. IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA ESPACIAL
7. MONITORAMENTO DA AMAZÔNIA
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

## 1 - INTRODUÇÃO

Movidos por fortes motivações políticas, no período da Guerra Fria, os programas espaciais americanos e soviéticos, desenvolveram altas tecnologias, que influenciaram as atividades científicas e econômicas, conduzidas no resto do mundo. Entretanto, com final da Guerra Fria, os orçamentos governamentais destinados aos programas espaciais foram drasticamente reduzidos, fazendo com que as tecnologias espaciais, que antes eram somente de domínio militar, estreitasse às cooperações internacionais impulsionados principalmente, pelas tecnológicas, a cada dia, mais avançadas. Em decorrência disto, temos atualmente, projetos internacionais voltados às aplicações espaciais em diversas áreas como: áreas de telecomunicações, meio ambiente, observação da terra, entre outros.

Vale lembrar, que o caráter estratégico das atividades espaciais acentua-se quando consideramos, de forma bastante agregada, algumas estimativas disponíveis para o mercado mundial. Ou seja, estima-se que para os próximos 10 anos a indústria espacial *stricto sensu* (satélites e veículos lançadores) deverá gerar uma receita de 50 bilhões de dólares.

Neste mesmo período as aplicações comerciais, em áreas como comunicação por satélite, sensoriamento remoto entre outras, deverão movimentar 450 bilhões de dólares (Ribeiro, 1999).

Estima-se, também, que o total acumulado dos orçamentos dos programas governamentais e civis em todo o mundo representará na ordem de 200 bilhões de dólares nas próximas décadas (Meira Filho et al, 1999).

Devemos considerar, ainda, que o número de agentes atuando no mercado espacial vem crescendo ano a ano e tende a crescer continuamente, em quantidade e variedade, na medida em que as aplicações espaciais se ampliam e tornam-se mais acessíveis a todos, quer sejam governamentais ou privados. Na literatura científica já apresentam indícios que, futuramente, o desenvolvimento da tecnologia espacial será das empresas privadas que vêm neste mercado um diferencial competitivo do Século XXI (Diekmann & Richarz, 2000).

Já para o Brasil, bem como para a América Latina, as atividades espaciais terão caráter estratégico, basta considerarmos a sua localização privilegiada no globo terrestre, e a ampla floresta tropical Amazônica, tida hoje como um dos fatores mais importantes para a sobrevivência da humanidade.

No entanto, muito embora o Brasil tenha uma já bem desenvolvida tecnologia de satélites, o mesmo não podemos falar dos Lançadores de Satélite, pois a pressão dos países detentores de tecnologia de lançadores é protecionista e discriminatória. Ela é exercida no sentido de que continuem cobrando do Brasil preços extorsivos. Como por exemplo, satélites brasileiros (SCD-1 e SCD-2) tem sido lançados ao preço de US\$ 30 milhões de dólares (Santos, 1999).

Para Ribeiro (op. cit.) o domínio da tecnologia espacial 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.

Assim, este artigo, na impossibilidade de relatar as inúmeras aplicações da tecnologia espacial, limitar-se-á a apresentar os seguintes objetivos: apresentar a importância sócio-ambiental e estratégica das ciências espaciais, os fenômenos meteorológicos, as parcerias internacionais e a importância dos projetos desenvolvidos. Para uma melhor compreensão, o estudo foi dividido em partes como se seguem: Na primeira parte, conceituamos tecnologia espacial, bem como seus aspectos estratégicos e socioeconômico. Na segunda parte, apresentamos um breve histórico das atividades espaciais no Brasil. Na terceira, apresentamos

os fenômenos atmosféricos no ambiente espacial brasileiro. Na quarta, relatamos a importância da região espacial brasileira para a comunidade científica internacional. Na quinta, apresentamos a importância do domínio da tecnologia espacial para o Brasil; Na sexta, apresentamos o monitoramento da floresta tropical Amazônica, e por fim, apresentamos na última parte as conclusões e a referências bibliográficas.

## **2 - TECNOLOGIA ESPACIAL**

Para este estudo, definiremos tecnologia espacial, como aquela que relaciona, de uma parte, com o desenvolvimento e construção de sondas espaciais, veículos lançadores, satélites e infra-estrutura de solo, e de outra, com a utilização sócioeconômica das informações coletadas pelos artefatos lançados no espaço exterior. Sua aplicação está diretamente relacionada com as soluções de muitos problemas sócioeconômicos nacionais e internacionais, nas áreas de observação da terra (agricultura, meio ambiente, recursos naturais e organização territorial), meteorologia, oceanografia, comunicação, geodésia e navegação

O desenvolvimento brasileiro da tecnologia espacial tem sido fundamental como suporte às ações concretas do Governo e como subsídio à caracterização da real contribuição do desflorestamento nas mudanças climáticas globais. Projetos, desenvolvidos pelo INPE, como os estudos voltados à dinâmica do uso da terra da Amazônia, climatologia, meteorologia e hidrologia, geração das estimativas de biomassa, desenvolvimento de algoritmos de classificação digital de imagens óticas e de radar são algumas áreas de investimento, destinadas a melhor compreensão do papel das florestas tropicais na mudança do clima e na conservação da biodiversidade (Martini, op.cit.).

No âmbito do Projeto Avança Brasil (PPA 2000/2003 do MCT) é conferida ênfase ao Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), cujo objetivo é capacitar o país para desenvolver e utilizar tecnologias espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira. O valor atribuído a este Programa é de aproximadamente 278 milhões de reais ao longo de quatro anos. Sua execução envolve a Agência Espacial Brasileira (AEB), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Financiadora de Estudos e Projeto (FINEP), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (Deped) e a Infra-estrutura Aeronáutica (INFRAERO), do Comando da Aeronáutica (Sardenberg, 1999).

### **2.1 - Aspectos Estratégicos e Sócioeconômico**

Alguns estudos realizados pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) verificaram taxas de retorno associados aos investimentos nos programas espaciais da ordem de 7 para 1. Já os estudos realizados pela Agência Espacial Européia (ESA), indicaram um retorno sobre os recursos despendidos em contratos industriais, uma taxa de 3 para 1. No Brasil, as previsões climatológicas estimam que o valor potencial da informação do tempo no setor agrícola brasileiro, deu um retorno da ordem de 2 bilhões de dólares ao ano (Sobral, 1999).

Com isto, a natureza estratégica das atividades espaciais, fica em evidência quando consideramos os benefícios econômicos delas decorrentes. Conforme ressalta a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), características geoeconômicas do Brasil fazem com que sejam muito expressivas as potencialidades de aplicação da tecnologia espacial no atendimento a um grande número 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.

Talvez seja essa uma das principais aplicabilidades das ciências espaciais para o Brasil, que oficialmente pouco conhece seu território. Portanto, os sistemas orbitais de observações da Terra serão de grande utilidade no apoio as atividades como mapeamento geológico, cartográfico e florestal, prospecção de recursos minerais, avaliação de uso da terra, além do acompanhamento dos desflorestamentos e das alterações das fronteiras agrícolas.

Consideremos ainda, que o mapeamento geológico de países como a França é numa escala de 1:50.000, isto em 1992. No entanto, 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 1:50.000.

No entanto, Teracine (op.cit.) nos lembra, que 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.

Podemos, então considerar além da necessária aplicabilidade, o Programa espacial Brasileiro, tem apresentado grandes resultados no campo dos lançadores, como por exemplo, foram lançados, com sucesso, pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do CTA, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), em apoio ao Programa Internacional de Meteorologia, 225 foguetes de sondagem meteorológicos, tipo Sonda I, 61 Sondas do tipo Sonda II e 29 Sondas, do tipo Sonda III.

Outro fator importante é que graças a sua localização equatorial o Brasil pode dispor de um centro de lançamento de satélites, como o de Alcântara, no Maranhão, capaz de propiciar sensível economia de propelente em relação aos 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.

Foi somente a partir do desenvolvimento da tecnologia espacial que vários projetos relacionados ao monitoramento de recursos naturais foram desenvolvidos, no caso do Brasil, citamos como exemplo: o projeto PRODES (Estimativa do Deflorestamento Bruto da Amazônia) e o projeto Proarco (Projeto de Controle de Queimadas e Prevenção de Incêndios Florestais, Zoneamento Ecológico Econômico).

Consideremos, entretanto, que na América Latina somente o Brasil e a Argentina dispõem de significantes programas espaciais. O México e o Chile possuem algumas pesquisas neste campo, feitas geralmente em departamentos das melhores universidades, coordenadas por docentes individuais (Martini, 2001).

### 3 – ATIVIDADES ESPACIAL NO BRASIL

Sendo um país de dimensões continentais com recursos naturais abundantes e uma imensa área fértil, o Brasil tem na tecnologia espacial um instrumento ímpar no monitoramento e controle do ambiente devido a sua capacidade de prover levantamentos sinópticos e repetitivos de grandes áreas, muitas vezes inacessíveis. Portanto, os satélites de observações da terra, de comunicações, de navegações e posicionamento desempenham um papel vital na coleta e disseminação de informações, provendo dados para o desenvolvimento de estratégias viáveis para o Brasil, como para todo o planeta.

Com esta meta e a necessidade de sanar todas as necessidades no campo das ciências espaciais, foram criados no Brasil grandes programas, abrangendo iniciativas de cunho científico, aplicações espaciais, capacitação tecnológica e também voltada à implementação, manutenção e ampliação da infra-estrutura operacional e de apoio às atividades de pesquisa e de desenvolvimento.

Neste aspecto, para exercer estas atividades e programas, como previsto na lei de criação da Agência Espacial Brasileira (AEB), aprovada em 1994, e atualizado para o decênio 1998 - 2007, foi criado o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE). Esses programas contêm as ações destinadas a concretizar os objetivos da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE).

Portanto, a Política e o Programa 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, do Ministério da Defesa, é um órgão setorial.

Dentre os programas do PNAE, são de responsabilidades do DEPED os veículos lançadores de satélites, parte do programa de infra-estrutura espacial, a implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e a atualização e manutenção do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI). No âmbito do DEPED também se destacam o Programa de Formação e Aperfeiçoamento de Recursos Humanos, o Subprograma de Foguetes de Sondagem e outras atividades na área espacial.

Enfim, a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), iniciada em 1979, logrou êxito em diversos aspectos, os quais citamos:

- 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 o Laboratório de Integração e Testes (LIT) e;
- O Centro de Rastreio e Controle de Satélites (CRC), ambos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

Resultados ainda dignos de igual destaque foram a implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e o desenvolvimento do primeiro Veículo Lançador de Satélites (VLS), ambos pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), subordinado ao DEPED, do Comando da Aeronáutica.

#### 4 - FENÔMENOS ATMOSFÉRICOS NO BRASIL

Dado a sua localização privilegiada, Sobral (op.cit.) acrescenta que o território brasileiro possui grandes vantagens comparativas na condução de pesquisa científica sobre alguns fenômenos atmosféricos, que é de extrema importância para o resto do mundo, como por exemplo:

- ***Eletrojato Equatorial*** – que 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. Sendo o Brasil 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;
- ***Anomalia Equatorial ou Anomalia Appleton*** - são 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;
- ***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;
- ***Bolhas ionosféricas*** - são perturbações da ionosfera terrestre que podem causar fortíssimas interferências nas ondas de rádio que as transpassem. Elas consistem em enormes regiões de alto grau de rarefação do plasma ionosférico, estendem-se ao longo das linhas de campo geomagnético por milhares de quilômetros. Portanto, elas cobrem o território brasileiro, no sentido norte-sul.

#### 5 - IMPORTÂNCIA DA REGIÃO ESPACIAL

A biosfera, a atmosfera superior e a ionosfera localizada 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, tem despertado o interesse científico em cientistas internacionais, conforme os relatados por Sobral (op.cit):

- ***Experimentos BIME e Coloured Bubbles, por foguetes, e a ionosfera usada como um laboratório de plasma*** - Em setembro de 1982 foram realizados os experimentos BIME (Brazil 92 José Humberto Andrade Sobral Ionospheric Modification Experiments) do Laboratório de Geofísica da Força Aérea Norte-Americana (AFGL) e Coloured Bubbles do Instituto Max-Planck (IMP), em colaboração com o Instituto Nacional de Atividades Espaciais (INPE) e executado pelo Comando 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 de sondagem (Sonda III), a partir do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno, em Natal, no rio Grande do Norte. O Brasil apresentou, assim, 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 grande interesse científico dos alemães e norte-americanos pelo espaço brasileiro;
- ***Campanha Guará*** - O nome dessa campanha é uma homenagem ao belo pássaro, em extinção, de cor avermelhada que habita a região de São Luís no Maranhão. A Campanha Guará foi um 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 no Maranhão, 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 fenômenos: Eletrodinâmica do sistema termosfera/ionosfera ao pôr do Sol; as bolhas ionosféricas; Eletrojato Equatorial e 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.
- ***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.
- ***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 medidas normalmente.

- ***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 dos fenômenos ionosféricos spread-F e da Anomalia de Appleton sobre região brasileira.
- ***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.
- ***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).
- ***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.

## 6 - IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA ESPACIAL

Em razão dos investimentos 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 domínio da tecnologia espacial, além, é claro, de bem equipados. Institutos de Pesquisa, como o INPE e o IAE, de uma emergente indústria espacial e de uma elite de gerentes de projetos espaciais de alto nível. Isto diferencia o Brasil e contribuiu fortemente para a sua liderança econômica e científico-tecnológica, principalmente, na área espacial, na América Latina.

Consideremos, no entanto, que o investimento total em ciência e tecnologia no Brasil 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. Apesar de tudo, até mesmo do boicote ao Brasil dos países desenvolvidos na área de espaço, foi possível montar a infra-estrutura única do INPE e do IAE, capaz de dominar uma Missão Espacial Completa Brasileira (MECB).



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.

Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos representam o resultado do esforço conjunto do Governo Federal, dos Governos Estaduais e de países da América do Sul. Seu objetivo consiste no aprimoramento e uso de técnicas de monitoramento de tempo, clima e recursos hídricos, permitindo o planejamento e a tomada de decisões com antecedência no caso de secas, geadas, enchentes, entre outros.

Entre tantos projetos desenvolvidos, vale citar aqui, o projeto da reforma agrária que utiliza as imagens do sensoriamento remoto para instruir processos de desapropriação de terras improdutivas e o projeto PIRATA (Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic) que envolve cientistas brasileiros, franceses e norte-americanos e destina-se a implantar no Oceano Atlântico Tropical um sistema piloto de aquisição de dados atmosféricos e oceânicos com capacidade de transmissão, via satélite, através dos serviços ARGOS e SCD.

## **7 – MONITORAMENTO DA AMAZÔNIA**

A Amazônia, cuja extensão corresponde a 1/20 da superfície terrestre, 2/5 do continente sul-americano, e mais da metade do território brasileiro incorpora, também, a Bolívia, Colômbia, o Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela.

Amazônia brasileira compreende os estados do Amazonas, Pará, Acre, Rondônia, Roraima, Tocantins, o oeste do Maranhão e o norte do Mato Grosso, se considerada nos seus aspectos geodésicos e políticos, mede mais de cinco milhões de km<sup>2</sup>, com uma população aproximada de 20 milhões, tem cerca de 4,048 milhões de quilômetros quadrados, sendo 3,648 milhões ocupados por vegetação natural e o restante ocupado por rios, lagos e usos institucionais ou diversificados.

Possui, ainda, 1/5 da água doce do planeta, 1/3 das florestas latifoliadas, sendo o maior banco genético da Terra. Não se tem ainda conhecimento pleno da quantidade de espécies vegetais e animais que nela existem. Já se computaram milhares de espécies vegetais e uma quantidade maior ainda de espécies animais. Além da floresta, ela inclui matas de várzea, campos e cerrados. Calcula-se em mais de um trilhão de dólares o valor da madeira de lei que dela se pode extrair, valorizadas no mundo inteiro, principalmente, com a previsão, para as próximas décadas, do esgotamento das florestas tropicais da Ásia e da África. Existem na Amazônia mais de 100 espécies de madeiras nobres. Na imensidão da água do Rio Amazonas, a produção pesqueira atual retira mais de 180 mil toneladas por ano.

Na Amazônia está uma das maiores reservas mundiais de minerais estratégicos, cujo valor não se pode ainda dimensionar. Há ouro no Pará, no Amazonas, em Roraima e no Amapá; ferro no Pará (serra dos Carajás), no Amapá, no Amazonas; sal-gema no Amazonas e no Pará; manganês no Amapá, no Pará e no Amazonas; bauxita no Pará (Oriximiná, no rio Trombetas e em Tucuruí), além de calcário, cassiterita, gipsita, linhita, cobre, estanho, nióbio, tântalo, zircônio, criolita (usada como fundente na eletrólise do alumínio), caulim, diamante, chumbo,

níquel. De vários destes minérios, o Brasil é considerado uma das maiores reservas do mundo (Rezk, 2000).

Deste modo, sendo uma das maiores riquezas tanto do Brasil como da humanidade, o governo brasileiro preocupa-se com o monitoramento da ação do homem nessa região, com vistas a melhor orientá-la, incluindo sua sustentabilidade, o uso racional dos recursos naturais e o bem-estar da população local. Um aspecto fundamental das ações do governo refere-se à geração de estimativas periódicas da extensão e taxa média do desflorestamento bruto na Amazônia.

Para esse monitoramento torna-se ferramenta indispensável o uso da tecnologia espacial, através do Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia (PRODES), considerado o maior projeto de monitoramento de florestas do mundo, utilizando técnicas de sensoriamento remoto por satélites. Desflorestamento, é entendido no Projeto PRODES, como a conversão de áreas de fisionomia primária por ações antropogênicas, detectadas a partir de plataformas orbitais. O termo “Desflorestamento Bruto”, segundo Krug (1999), indica que não são deduzidas, no cálculo da extensão e da taxa, áreas em processo de sucessão secundária ou recomposição florestal. Isto quer dizer que o projeto PRODES, não considera alterações em áreas florestais decorrentes da extração madeireira ou manejo florestal, sendo isto objeto de outro estudo.

Nos levantamentos feitos pelo INPE, por meio de 229 imagens de satélites em escala 1.250.000, mostram que, entre 1994 e 1995, foram desmatados na Amazônia 29 mil km<sup>2</sup>; em 1995/1996, esse índice caiu para 18 mil km<sup>2</sup>, atingindo 13 mil km<sup>2</sup> entre 1996 e 1997. No período seguinte (1997/1998), ele voltou a subir, atingindo 17 mil km<sup>2</sup>, em 1999 ele caiu para 16 mil km<sup>2</sup>, voltando a subir em 2000, atingindo 18 mil km<sup>2</sup> e em 2001 sobiu novamente para 20 mil km<sup>2</sup>.

Sob o impacto destes dados, poucas foram analisadas as outras informações contidas no relatório do INPE, obtidas pela inovação na metodologia utilizada. A primeira delas diz respeito ao cruzamento entre as áreas de desmatamento e as tipologias vegetais da região Amazônica. Pela primeira vez, foi possível identificar que tipo de formação vegetal estava sendo destruída.

Os dados mostram que as regiões de ocorrência de espécies florestais de interesse econômico (floresta ombrófila densa e ombrófila aberta) concentram mais de 50% das áreas desmatadas nos anos 1994/1995 e 1995/1996. Esse fato é um forte indicativo das mudanças em curso no perfil de ocupação da região, onde as atividades de empresas madeireiras passam a ocupar papel preponderante no processo de destruição florestal.

Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) em 2020, teremos desflorestado cerca de 340 mil km<sup>2</sup>, que somados aos 600 mil km<sup>2</sup> desflorestados nos últimos 500 anos correspondem a um percentual de 25% da floresta Amazônica. Neste sentido, esta vasta extensão geográfica requer cada vez mais o emprego da tecnologia espacial e aplicação de técnicas de sensoriamento remoto.

Complementarmente a esse trabalho, o INPE vem realizando o monitoramento de queimadas em todo território nacional. A partir deste ano, o monitoramento diário de queimadas, associados aos dados de estudos e previsões climáticas e aos dados de monitoramento de variáveis meteorológicas, em operação conjunta do INPE e do IBAMA, permitirá a intensificação de ações de fiscalização e controle, bem como, a adoção de medidas preventivas para reduzir danos ambientais causados pelo fogo.

## 8 -CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos objetivos apresentados na introdução, acreditamos que tenhamos atingido uma pequena fração da importância sócio-ambiental das atividades espaciais, tanto para o Brasil como para a América Latina. Sabemos, que é necessário um amplo estudo para que possamos criar políticas de apoio às atividades espaciais aqui desenvolvidas, pois embora já tenhamos em andamento o desenvolvimento de satélites, precisamos dos lançadores de satélites, para a nossa completa independência tecnológica no campo das ciências espaciais. Acreditamos, que as alianças internacionais no campo das ciências espaciais são e serão, cada vez mais, de importância fundamental. Acreditamos, também, e acima de tudo, que no futuro todas as nações unir-se-ão em um mesmo fim comum, à preservação da vida no planeta Terra.

## 9 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Detalhamento da Meteorologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal.** Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 1997.

DIEKMANN, A. & RICHARZ, H-P. Future role and significance of space activities in reflection of global social, technological and economic trends. **Acta Astronautica**, v. 45, n. 11, pp. 697 – 703, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Monitoramento da floresta Amazônica Brasileira por satélite. São José dos Campos, INPE/MCT, 2000.

KRUG, T. Tecnologia espacial como suporte à gestão dos recursos naturais. **Parcerias Estratégicas**, n. 7, Outubro, 1999.

MARTINI, P.R. Regional cooperation through space technology: basis for a South American Space Agency. In: CONGRESSO DA FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE ASTRONAUTICA, 2001, Toulouse. **Proceedings ...** Toulouse: AIAA, 2001.

MEIRA FILHO, L. G.; FORTES, L.T.G.; BARCELOS, E.D. Considerações sobre a Natureza Estratégica das Atividades Espaciais e o Papel da Agência Espacial Brasileira. **Parcerias Estratégicas**, n. 7, Outubro, 1999.

REZK, A. **A Amazônia e a cobiça do império.** São Paulo: MHD, 2000.

RIBEIRO, T.S. Veículos Lançadores de Satélites – cenário atual e futuro. **Parcerias Estratégicas**, n. 7, Outubro, 1999.

SANTOS, J.M.A. Veículos Lançadores de Satélites e Sondagens: benefícios e aspectos estratégicos. In: SEMINÁRIO A TECNOLOGIA ESPACIAL E SEUS BENEFÍCIOS A SOCIEDADE BRASILEIRA, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT, 1999.

SARDENBERG, R. Os Esforços do Governo Brasileiro na Área de Pesquisas e Aplicações Espaciais. In: SEMINÁRIO A TECNOLOGIA ESPACIAL E SEUS BENEFÍCIOS A SOCIEDADE BRASILEIRA, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT, 1999.

SOBRAL, J.H.A. Sobre a Importância Estratégica da Ciência Espacial para o Brasil. **Parcerias Estratégicas**, n. 7, Outubro, 1999.

TERACINE, E.B. Os Benefícios Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais no Brasil. **Parcerias Estratégicas**, n. 7, Outubro, 1999.