

**Ministério da Ciência e Tecnologia**  
**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**

**Plano Diretor 2011 - 2015**

**São José dos Campos**  
**Julho de 2011**



Ministério da  
**Ciência e Tecnologia**



## COLABORADORES NA REDAÇÃO DO DOCUMENTO

Adalberto Coelho da S. Júnior (LIT)  
Adenilson R. da Silva (ETE)  
Alberto de Paula Silva (LIT)  
Andreia F. Sorice Genaro (LIT)  
Antônio C. de O.Pereira Jr (ETE)  
Antonio R. Formaggio (OBT)  
A. Miguel V. Monteiro (CCST)  
Antonio Lopes Padilha (CEA)  
Arcélio Costa Louro (ETE)  
Bernardo F. T. Rudorff (OBT)  
Carlos de Oliveira Lino (LIT)  
Carlos A. Felgueiras (OBT)  
Carlos Frederico de Angelis (CPTEC)  
Carlos Afonso Nobre (CCST)  
Clézio Marcos de Nardin (CEA)  
Dalton de M. Valeriano (OBT)  
Décio Castilho Ceballos (CPA)  
Dilce de Fátima Rosseti (OBT)  
Edson Del Bosco (CGI)  
Eduardo Abramof (CTE)  
Genésio Luiz Hübscher (LIT)  
Gilberto Câmara (DIR)  
Fabiano Luis de Sousa (CPA)  
Fernando de Souza Costa (CTE)  
Hisao Takahashi (CEA)  
Homero A. F. de Souza (LIT)  
Ivan Marcio Barbosa (OBT)  
Janio Kono (ETE)  
João Braga (CCR)  
João Valdecir Bento (LIT)  
João Viane Soares (OBT)  
José A. Aravéquia (CPTEC)  
José T. da Matta Bacellar (OBT)  
José Carlos Neves Epiphany (OBT)  
José Demísio S. da Silva (CTE) in memoriam  
José Iram Mota Barbosa (COF)  
Jose Antonio Marengo Orsini (CCST)  
Julio da Conceição Araújo (ETE)  
Julio Cesar Lima D'Alge (OBT)  
Lenio Soares Galvão (OBT)  
Lubia Vinhas (OBT)  
Luiz Augusto Toledo Machado (CPTEC)  
Luiz Geraldo Ribeiro (OBT)  
Maria Cristina F. S. G. Ribeiro (LIT)  
M. de Fátima Matiello Francisco (CCR)  
Marcelo Enrique Seluchi (CPTEC)  
Marco Antônio Strobino (LIT)  
Marco Antonio Chamon (TEC)  
Marcos Dias da Silva (CTE)  
Maria Virgínia Alves (GAB)  
Mário Luiz Selingardi (ETE)  
Mário Marcos Quintino da Silva (ETE)  
Mário Ueda (CTE)  
Milton Kampel (OBT)  
Otávio Santos Cupertino Durão (CPA)  
Pawel Rosenfeld (CRC)  
Petrônio Noronha de Souza (LIT)  
Raimundo Almeida Filho (OBT)  
Regina C. dos Santos Alvalá (CCST)  
Ricardo Sutério (LIT)  
Saulo Ribeiro de Freitas (CPTEC)  
Sebastião E. Cosatto Varotto (ETE)  
Silvana Rabay (ETE)  
Wilson Yamaguti (ETE)

# GLOSSÁRIO

<b>ACDH</b>	Subsistema de Controle de Atitude e Supervisão de bordo
<b>AEB</b>	Agência Espacial Brasileira
<b>CBERS</b>	China-Brazil Earth Resources Satellites
<b>CP</b>	Comitê de Programas
<b>CPA</b>	Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação
<b>CPTEC</b>	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
<b>CRA</b>	Centro Regional da Amazônia
<b>CRC</b>	Centro de Rastreamento e Controle de Satélites
<b>CST</b>	Centro de Ciência do Sistema Terrestre
<b>CTE</b>	Coordenação de Laboratórios Associados
<b>DCTA</b>	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
<b>DEGRAD</b>	Sistema de monitoramento da degradação florestal na Amazônia
<b>DETER</b>	Sistema de detecção do desmatamento na Amazônia em tempo real
<b>DETEX</b>	Sistema de monitoramento da exploração seletiva da floresta Amazônica
<b>ETE</b>	Coordenação Geral de Engenharia e Tecnologia Espacial
<b>LEO</b>	Low Earth Orbit (órbitas de satélites entre 500 a 1.500 km)
<b>LIT</b>	Laboratório de Integração e Testes
<b>MCT</b>	Ministério de Ciência e Tecnologia
<b>OBT</b>	Coordenação Geral de Observação da Terra
<b>OE</b>	Objetivo Estratégico
<b>PD</b>	Plano Diretor
<b>PG</b>	Pós-Graduação
<b>PLOA</b>	Projeto de Lei Orçamentária Anual
<b>PMM</b>	Plataforma Multi-Missão
<b>PNAE</b>	Programa Nacional de Atividades Espaciais
<b>PPA</b>	Plano Pluri-Anual
<b>PPCaatinga</b>	Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Caatinga
<b>PPCerrado</b>	Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado
<b>PPCDAm</b>	Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
<b>PRODES</b>	Sistema de monitoramento do desmatamento por corte raso na Amazônia
<b>VLM</b>	Veículo Lançador de Microsatélites
<b>VLS</b>	Veículo Lançador de Satélites

## APRESENTAÇÃO

Em 2011, o INPE completa 50 anos de existência. Suas equipes de pesquisadores, engenheiros e gestores orgulham-se de ter construído uma das principais instituições científicas brasileiras, respeitada aqui e no Exterior. A sociedade brasileira confiou ao INPE missões singulares nas áreas espacial e ambiental. Em resposta, o INPE deu ao Brasil a capacidade de produzir ciência espacial de qualidade, fazer satélites, monitorar nosso território, ter uma previsão de tempo moderna, entender as mudanças globais, e fazer com que o Espaço seja parte da sociedade brasileira de hoje.

O Brasil tem a perspectiva de desenvolvimento econômico inclusivo nas próximas décadas. Para que isto aconteça, o País terá de fazer investimentos consistentes em tecnologias de ponta, como as necessárias à área espacial. O investimento no programa espacial combinará os benefícios sociais das novas tecnologias com a promoção de inovação em nossa indústria.

Cientes da importância do que já produzimos e cômicos das necessidades futuras do Brasil nas áreas espacial e ambiental, elaboramos o Plano Diretor do INPE para o período 2011-2015. Consideramos que o Brasil tem plenas condições de alocar, nos orçamentos públicos, os recursos humanos e os investimentos necessários para realizar a visão proposta no Plano Diretor 2011-2015 do INPE. Os benefícios que a sociedade brasileira obterá, ao confiar no INPE, são singulares, como os que serão aqui apresentados. Confiamos que o governo e a sociedade brasileira receberão com interesse o conteúdo do Plano Diretor 2011-2015 do INPE.

## MISSÃO DO INPE

Produzir ciência e tecnologia nas áreas espacial e do ambiente terrestre e oferecer produtos e serviços singulares em benefício do Brasil.

## VISÃO DE FUTURO DO INPE

Ser referência nacional e internacional nas áreas espacial e do ambiente terrestre pela geração de conhecimento e pelo atendimento e antecipação das demandas de desenvolvimento e de qualidade de vida da sociedade brasileira.

## VALORES DO INPE

Com base em princípios de ética, transparência e integridade, o INPE defende, preserva e promove um conjunto de valores que orientam continuamente suas estratégias e ações:

<i>Excelência:</i>	Eficácia, eficiência, efetividade, qualidade e pioneirismo na execução de suas atividades.
<i>Pluralidade:</i>	Respeito à diversidade de ideias e opiniões e estímulo à criatividade em harmonia com a missão institucional.
<i>Cooperação:</i>	Valorização das alianças institucionais para compartilhar competências, definir e atingir objetivos comuns.
<i>Valorização das pessoas:</i>	Reconhecimento de que o desempenho do Instituto depende do desenvolvimento, da valorização, do bem-estar e da realização profissional de seu capital humano.
<i>Comprometimento:</i>	Compromisso dos profissionais com o atendimento dos objetivos institucionais e com a realização de propósitos comuns e duradouros.
<i>Comunicação:</i>	Interação permanente com a sociedade para atendimento de suas necessidades e divulgação dos resultados do Instituto, facilitando o acesso à informação, produtos e serviços gerados.
<i>Responsabilidade sócio-ambiental:</i>	Atuação balizada pela ética, pela transparência e pelo respeito à sociedade, ao ambiente, à diversidade e ao desenvolvimento sustentável.

## OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DO INPE: 2011-2015

1. Realizar, em conformidade com o Programa Nacional de Atividades Espaciais, um programa de satélites de telecomunicação e observação da Terra para atender a demandas brasileiras e internacionais de comunicação, monitoramento territorial e oceânico, previsão de tempo e clima, e estudos sobre mudanças globais.
2. Organizar, em conformidade com o Programa Nacional de Atividades Espaciais, um programa de satélites científicos que produza dados inéditos com tecnologia inovadora para pesquisa em Clima Espacial e Astrofísica.
3. Desenvolver, junto com a indústria nacional, as tecnologias necessárias para as missões do programa espacial brasileiro, enfatizando produtos e processos inovadores.
4. Capacitar o Laboratório de Integração e Testes para atender às atividades de montagem, integração, testes e qualificação requeridas pelos satélites brasileiros.
5. Manter a infraestrutura de controle de satélites, recepção e disseminação de dados espaciais com tecnologia atualizada e padrões internacionais de disponibilidade e qualidade.
6. Ser referência internacional nas atividades de pesquisa e de operações em sensoriamento remoto continental e oceânico, previsão do tempo e do clima sazonal e mudanças climáticas, na região tropical.
7. Liderar as atividades em Geofísica Espacial, Aeronomia e Astrofísica Instrumental no Brasil, por meio de pesquisas de vanguarda e do desenvolvimento de instrumentação científica inovadora.
8. Criar centros operacionais de monitoramento e modelagem de Clima Espacial, Desastres Naturais e Mudanças do Uso da Terra no Brasil.
9. Liderar a pesquisa brasileira e os estudos de impactos e vulnerabilidade às Mudanças Ambientais Globais, com suporte de modelos avançados do sistema terrestre e de infraestrutura de coleta de dados ambientais.
10. Ampliar a presença nacional do INPE a partir das ações de pesquisa e desenvolvimento nos centros regionais na Amazônia, Nordeste e Sul, enfatizando as especificidades e desafios de cada região.
11. Produzir dados, software e metodologias para fortalecer a atuação do INPE nas áreas de aplicações espaciais, da saúde, educação, segurança pública e desenvolvimento urbano.
12. Prover a infraestrutura, a gestão de competências e de pessoas, e os serviços administrativos de forma a garantir a plena execução das atividades do INPE.

---

Na consecução de sua missão e desses objetivos, o INPE poderá contar com o apoio de uma Fundação de Apoio regularmente constituída e credenciada perante o Ministério da Educação e o Ministério de Ciência e Tecnologia em conformidade com a Lei no 8959/94 e suas atualizações.

# PLANO DIRETOR 2011-2015 - PARTE I: CONTEXTO INSTITUCIONAL

## 1. Preparação e validação

O Plano Diretor 2011-2015 do INPE foi preparado por dois grandes motivos: (a) atender ao pedido do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) para que suas Unidades de Pesquisa atualizassem seus planos diretores; (b) organizar as propostas do INPE para o **Plano Plurianual** (PPA) 2012-2015 e para a revisão do **Plano Nacional de Atividades Espaciais** (PNAE) que acontecerá em 2011.

Para cumprir esses objetivos, o INPE iniciou em maio de 2010 um Planejamento Estratégico com cinco estudos preliminares e uma síntese final. Os documentos preliminares foram: (a) análise crítica do Plano Diretor (PD) 2007-2011; (b) estudo sobre o ambiente interno; (c) prospecção do ambiente externo; (d) identificação das competências essenciais; (e) exercício de cenários. Na previsão inicial, o documento de síntese final integraria os estudos (a)-(e), gerando um conjunto de objetivos e ações estratégicas.

No decorrer de 2010, verificou-se que o resultado final seria um PD nos mesmos moldes do atual. Isto atenderia ao pedido do MCT, mas não à necessidade de preparar o INPE para o PPA 2012-2015 e para a revisão do PNAE. Optou-se por utilizar os estudos (a)-(d) como entrada para um documento que contivesse metas específicas, que pudessem ser apresentadas ao MCT e à Agência Espacial Brasileira (AEB).

Em sua forma canônica, um Planejamento Estratégico gera dois documentos principais: (a) um **Plano Diretor (PD)** com objetivos e ações estratégicas, apresentando uma visão de longo prazo; e (b) um **Plano Operacional (PO)** com metas de curto e médio prazo. A experiência do INPE, ao elaborar o PD 2007-2011, mostrou que o esforço para obter

o consenso interno e a validação externa para os objetivos e ações estratégicas é substancial. Em consequência, no Planejamento Estratégico feito no INPE em 2006-2007 o Plano Diretor 2007-2011 resultou de uma discussão detalhada; entretanto, não houve tempo para discutir o Plano Operacional em detalhes. Traduzir os objetivos estratégicos de um plano diretor num plano operacional não é tarefa trivial. O primeiro representa um consenso interno, e o segundo reflete as limitações dos ambientes externo e interno. Para o período 2011-2015, a direção do INPE optou por produzir um plano diretor que preserva a visão de longo prazo fixando objetivos estratégicos, mas inclui metas de curto e médio prazo que são mais típicas de um plano operacional.

A presença de metas de curto e médio prazo num Plano Diretor explica-se pela natureza dos programas espaciais e ambientais que o INPE realiza. Da decisão inicial ao lançamento, construir um satélite leva entre cinco e oito anos na maior parte dos casos. Montar um centro de previsão de tempo, clima espacial, desastres naturais, ou monitoramento ambiental são tarefas que demandam de três a dez anos de amadurecimento. Algumas decisões sobre o programa espacial tomadas em 2012 trarão impacto e demandarão recursos até depois de 2020. Assim, o PD 2011-2015 procura enfatizar todas as decisões que terão de ser tomadas nos próximos três anos, mas que terão impactos de longo prazo.

Os estudos preliminares do PD 2011-2015 (análise do PD 2007-2011, diagnóstico do ambiente externo e do ambiente interno e exercício de cenários) foram realizadas de forma participativa, apoiados pela Coordenação de Planejamento e Avaliação (CPA). Em cada caso, a CPA elaborou um documento de entrada, que era então

discutido pelo Comitê de Programas (CP) do INPE<sup>1</sup> e pelos Comitês Assessores das áreas do INPE. Com base nas sugestões feitas pela comunidade, a CPA preparava uma nova versão do estudo, que era revista pelo CP e consolidada em versão final pela CPA.

Para elaborar o documento de síntese, a direção do INPE partiu dos estudos preliminares e fez uma proposta de metas de curto e médio prazo, com ênfase nos programas de satélites. Foi solicitado às áreas que contribuísem para o plano de satélites, e que preparassem uma lista de

metas para o período 2011-2015. As metas do PD serão usadas pelo INPE para subsidiar sua negociação com o MCT e com a AEB para o PPA 2012-2015 e o novo PNAE.

A presente versão consolida os comentários do Conselho Técnico-Científico feitos a uma versão anterior, apresentados em dezembro de 2010. Ela foi validada pelas áreas do INPE, em consulta a seus Comitês Internos. Posteriormente, pretende-se realizar um processo de validação externo, a ser conduzido em conjunto com o MCT e AEB.

---

## 2. Premissas do documento

O Plano Diretor 2011-2015 nasceu de uma visão compartilhada entre as áreas do INPE. A proposta de satélites para o período 2011-2020 foi elaborada em conjunto entre os engenheiros de satélites e os cientistas das áreas de Geofísica Espacial, Astrofísica, Observação da Terra, Meteorologia e Ciência do Sistema Terrestre e dos Laboratórios Associados. Esta proposta reflete o grande diferencial do INPE ao dispor tanto dos pesquisadores que conhecem as aplicações de tecnologia espacial quanto dos engenheiros que sabem construir os satélites necessários para o Brasil.

Os objetivos estratégicos deste Plano Diretor (PD) são mais focados e específicos que os objetivos do Plano Diretor 2007-2011, que eram mais genéricos. A relação entre o PD 2011-2015 e o PD 2007-2011 está apresentada na seção 7 deste documento.

Seguindo os objetivos estratégicos do Instituto para os próximos anos, o Plano

Diretor do INPE concentra-se em satélites de observação da terra e científicos. Nessas áreas, os investimentos no mundo inteiro são majoritariamente estatais, dado o caráter de bem público das informações geradas. Ao compartilhar dados, é possível desenvolver satélites em cooperação com outros países. Como os investimentos públicos nesse campo são hoje discutidos em fóruns multilaterais como o CEOS (**Committee on Earth Observation Satellites**), o Brasil pode otimizar seus investimentos em observação da terra.

Em coerência com as metas previstas pelo DCTA, que indicam a disponibilidade do Veículo Lançador de Microssatélites (VLM) para 2016, o INPE incluiu propostas para satélites científicos compatíveis. Isto sinaliza um esforço do INPE em apoiar o desenvolvimento da tecnologia de lançadores brasileiros. Ao propor os satélites no PD 2011-2015, o INPE também levou em conta a capacidade industrial disponível no Brasil.

Este Plano Diretor procura refletir as consequências das mudanças estruturais

---

<sup>1</sup> O Comitê de Programas do INPE é formado pelo diretor e seus auxiliares diretos, coordenadores das áreas e pelos gerentes dos programas institucionais.



na economia mundial na C&T brasileira. O Brasil do século XXI está se consolidando como uma economia do conhecimento da natureza, onde investimentos em P&D geram ganhos de escala em nossa produção de recursos naturais.

A emergência da China como fabricante de bens de consumo projetados nos EUA e Europa mudou os termos de troca do comércio mundial com uma valorização relativa das commodities. Esta mudança requer que o Brasil faça investimentos significativos em P&D associados a temas como Energia, Óleo e Gás, Ciências da Terra, Mineração, Ecologia e Meio-Ambiente para ampliar sua competitividade internacional. Nesses temas e outros afins,

a tecnologia espacial é essencial para produzir informações e conhecimento. As metas do INPE inserem-se nesta visão do Brasil do século XXI.

As propostas de satélites, estudos científicos e aplicações apóiam a proteção de nosso meio-ambiente e ajudam a gerar valor agregado nas cadeias produtivas do agronegócio, mineração e petróleo. Melhoram a capacidade de previsão de tempo e desastres naturais, e apóiam a gestão das cidades brasileiras. Produzem dados para reduzir o efeito de tempestades magnéticas sobre os sinais de satélite de navegação. Ampliam o conhecimento científico brasileiro sobre mudanças climáticas, ciência espacial e astrofísica.

---

### **3. Visão Geral do INPE**

#### **Integração e Testes**

O Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE tem por atribuição realizar o ciclo de montagem, integração e testes, fase essencial do processo de desenvolvimento de um satélite. Essas atividades requerem edificações especiais, estrito controle ambiental (temperatura, umidade e contaminação), equipamentos de montagem e teste dedicados, além de uma força de trabalho em constante treinamento e aperfeiçoamento. O LIT iniciou suas atividades em 1987. Ele participou ativamente do desenvolvimento dos satélites das séries SCD e CBERS, dentre outras missões atendidas, num total de 14 missões espaciais nacionais e estrangeiras lançadas até o final de 2010.

O LIT está capacitado para realizar ensaios dinâmicos (vibração, acústica, separação e abertura de apêndices) e ensaios térmicos em vácuo e ciclagem térmica. Também realiza testes de compatibilidade e interferência eletromagnéticas, verifica o desempenho de antenas, faz o alinhamento

mecânico, ensaios de vazamento em sistemas de propulsão de satélites e a determinação das propriedades de massa de equipamentos espaciais. O LIT executa a calibração de instrumentos e sensores, qualifica componentes eletrônicos e realiza análise de suas falhas. Também executa a pintura de subsistemas espaciais e soldagens com qualificação espacial, assim como medidas de contaminação para garantir o grau de limpeza de suas áreas limpas e câmaras vácuo-térmicas. Além das atribuições impostas pelas missões nacionais, o LIT também atende às necessidades de outras nações com as quais o Brasil mantém acordos de cooperação na área espacial, como é o caso da Argentina.

#### **Laboratórios Associados**

A pesquisa e o desenvolvimento nos temas materiais e sensores, física e tecnologia de plasmas, combustão e propulsão, e computação aplicada, considerados estratégicos para as atividades espaciais, iniciaram-se no INPE no final da década de 70 principalmente em divisões da área de Engenharia Espacial. Atualmente

essas atividades estão aglutinadas em quatro Laboratórios Associados gerenciados pela Coordenação de Laboratórios Associados (CTE).

Os Laboratórios Associados do INPE visam atender a demandas específicas do programa espacial brasileiro. Com esse objetivo, esses Laboratórios têm desenvolvido inúmeros projetos científico-tecnológicos nas suas áreas de atuação, buscando a transferência de tecnologia e a prestação de serviços para a indústria nacional através dos mecanismos de inovação. Além disso, promovem a disseminação de resultados científicos inéditos em níveis nacional e internacional e a formação de recursos humanos através de seus cursos de pós-graduação.

Com o objetivo de atender às missões espaciais definidas para o quadriênio 2011-2015, os Laboratórios Associados do INPE irão priorizar as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação nos seguintes temas: lubrificantes sólidos, tribologia para uso espacial, cerâmicas micro e nano estruturadas para revestimentos de satélites, sensores ambientais, células solares de múltipla-junção, sensores inerciais, experimentos em micro-gravidade, materiais semicondutores para região do infravermelho, técnicas de caracterização de materiais em escala nanométrica, implantação iônica por imersão em plasma, propulsores iônicos e de plasma, propulsores para controle de órbita, correção de atitude e injeção no apogeu de satélites, teste e qualificação de propulsores, catalisadores para hidrazina, tanque para subsistema propulsivo, detectores eletrostáticos para satélite científicos, modelagem computacional, assimilação e processamento de dados, e computação de alto desempenho.

### **Centro de Rastreamento e Controle de Satélites**

O Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (CRC) é um conjunto de instalações,

sistemas e equipes que permitem ao INPE operar em órbita todas as suas missões espaciais bem como dar suporte às missões espaciais de outros países. O CRC é constituído pelo Centro de Controle de Satélites em São José dos Campos (SP) e duas Estações de Rastreamento e Controle: uma em Cuiabá (MT) e outra em Alcântara (MA). Uma rede privada de comunicação conecta os três locais.

Em 1993 o CRC começou suas atividades com o lançamento do primeiro Satélite de Coleta de Dados (SCD1) seguido do SCD2 lançado em 1998. Ambos ainda cumprem suas missões em órbita. Com o desenvolvimento da cooperação com a China, houve adaptação dos sistemas do CRC para a missão do CBERS-1 cujo lançamento ocorreu em 1999. Nesta ocasião, o CRC passou a controlar em órbita simultaneamente 3 satélites: SCD-1, SCD-2 e CBERS-1. Seguiram-se os lançamentos do CBERS-2 em 2003 e CBERS-2B em 2007, com igual sucesso nas operações em órbita. Ao mesmo tempo, o CRC assumiu um papel mais ativo em cooperação internacional por meio de apoio a missões espaciais estrangeiras. A partir de 2007 por meio da Estação de Satélites Científicos localizada em Alcântara, recebe os dados do satélite científico CoRoT da Agência Espacial francesa CNES. Em 2008 deu suporte à Fase de Lançamento e Órbitas Iniciais (LEOP) da Missão Lunar Indiana Chandrayaan-1. Em 2011 se prepara para dar suporte à Missão Espacial Chinesa Shenzhou-8 cujo lançamento está previsto para esse mesmo ano.

### **Recepção e Geração de Imagens e Dados Ambientais**

O INPE dispõe várias estações de recepção de imagens e dados ambientais, localizadas em Cuiabá e Cachoeira Paulista, que recebem dados dos satélites CBERS, LANDSAT, RESOURCESAT, ENVISAT, AQUA, TERRA, MERIS, NOAA, GOES

e METEOSAT. Tecnologia avançada de gerenciamento de bancos de dados de grande capacidade é usada pelo Centro de Dados de Sensoriamento Remoto (CDSR), da Coordenação de Observação da Terra (OBT), e pela Divisão de Satélites Ambientais (DSA), do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).

O CDSR e a DSA compartilham as atividades de recepção, gravação, arquivamento, processamento e distribuição de dados de satélites e se unem nos esforços de prover suporte computacional adequado a um Centro de

Dados de grande porte, serviços de operação contínua, atendimento aos usuários, desenvolvimento de software e suprimento de equipamentos para processamento e armazenamento de dados. As imagens são distribuídas gratuitamente na Internet de forma eficiente. Já foram distribuídas mais de 2 milhões de imagens CBERS e LANDSAT. O desafio para os próximos anos é ampliar a infraestrutura para atender às missões previstas pelo programa espacial brasileiro, bem como às missões de terceiros, com operação 24x7 e "down time" inferior a 20 minutos por ano.

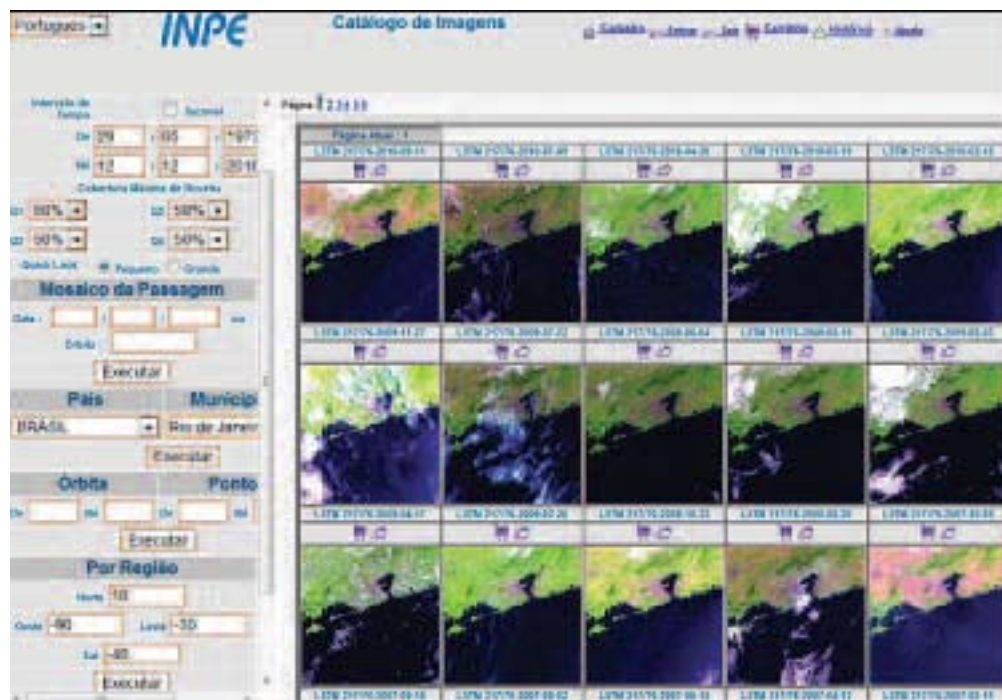


Figura 3.1 – Interface do catálogo do Centro de Dados de Sensoriamento Remoto

#### 4. Histórico do INPE<sup>2</sup>

A pesquisa espacial no Brasil começa com a criação do INPE em agosto de 1961 pelo presidente Jânio Quadros. Era o momento de grande visibilidade internacional sobre a questão espacial. A União Soviética havia obtido feitos de muito impacto: lançou o primeiro satélite (Sputnik 1), o primeiro astronauta (Yuri Gagarin) e a primeira nave não-tripulada a chegar à Lua. No auge da Guerra Fria, os EUA precisavam responder à altura. Em maio de 1961, o

presidente Kennedy lançou o programa Apollo, talvez o mais ambicioso programa de engenharia jamais realizado.

A corrida espacial entre URSS e EUA motivou muitos brasileiros. No início de 1961, os membros da Sociedade Interplanetária Brasileira entregaram uma carta ao presidente da República, Jânio Quadros, afirmando que "**o Brasil não poderia se omitir no campo das atividades espaciais**". Jânio mandou imediatamente criar, através do Decreto

n.º 51.133 de 3 agosto de 1961, o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), presidido pelo brigadeiro e ex-professor do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) Aldo Vieira da Rosa. O GOCNAE se estabeleceu no campus do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) em São José dos Campos, com apoio de técnicos cedidos pelo Brigadeiro Montenegro (então diretor do CTA). Em 1963, o GOCNAE transformou-se em CNAE (Comissão Nacional de Atividades Espaciais), que passou a ser dirigida por um jovem militar engenheiro formado pelo ITA, Fernando de Mendonça. As atribuições da CNAE eram típicas de uma agência espacial como a NASA. Incluíam propor a política espacial brasileira em colaboração com o Itamaraty, desenvolver o intercâmbio técnico-científico e a cooperação internacional, promover a formação de especialistas e coordenar as atividades espaciais com a indústria brasileira.

Para implantar a CNAE, Mendonça foi presciente. Considerou que a formação de recursos humanos e o desenvolvimento de aplicações da tecnologia espacial deveriam anteceder as iniciativas de construir e lançar foguetes e satélites. Para isto, optou por uma estratégia de criar no Brasil novas áreas de pesquisa associadas ao programa espacial. Através de cooperação com a NASA, o INPE poderia estar sempre atualizado com o estado-da-arte na área. Criaram-se grupos em Geofísica Espacial (1962), Meteorologia por Satélite (1966) e Sensoriamento Remoto (1969), áreas científicas inéditas no Brasil à época. Como não havia especialistas no Brasil, Mendonça

trouxe pesquisadores estrangeiros, especialmente da Índia, para formar os jovens brasileiros. Em 1968, criou cursos de pós-graduação no INPE. Recrutou talentos das melhores universidades brasileiras para fazer mestrado no INPE tendo aulas com os estrangeiros e depois enviá-los para cursar doutoramento no exterior.

As áreas de pesquisa espacial estabelecidas pela CNAE são intensivas em instrumentação e requerem infraestrutura para receber dados de satélites e para experimentos in-situ. O Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno foi montado em Natal em 1965, para lançar experimentos científicos com foguetes de sondagem. Uma estação de recepção de imagens de satélites meteorológicos começa a operar em 1966. A estação de recepção de imagens de sensoriamento remoto de Cuiabá foi inaugurada em 1973, tornando o Brasil o terceiro país no mundo a receber imagens do satélite LANDSAT.

Para formar gente qualificada na área espacial foi preciso quebrar tabus, como criar cursos de pós-graduação em um instituto de pesquisa. Valeu a pena. Com grupos de pesquisa fortes com participação cada vez maior de brasileiros, o INPE estabeleceu um padrão de excelência e meritocracia adotado até hoje, e trouxe para o País novas áreas do conhecimento.

Em janeiro de 1971, acontece uma grande mudança no programa espacial brasileiro, com a criação da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), vinculada ao Estado Maior das Forças

---

<sup>2</sup> As seguintes referências foram usadas na construção deste histórico: Oliveira, Fabíola de. “Brasil – China – 20 Anos de Cooperação: CBERS – O Satélite da Parceria Estratégica”, São Carlos, SP: Editora Cubo, 2009; Oliveira, Fabíola de. “Caminhos para o Espaço – 30 anos de INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Brasil”, São Paulo, SP: Editora Contexto, 1991; Pereira, Guilherme Reis. “Política Espacial Brasileira e a Trajetória do INPE (1961-2007)”, Tese de doutorado, Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, SP, 2008; Costa Filho, Edmilson Jesus. “A dinâmica da cooperação espacial Sul-Sul: o caso do Programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite)”, Tese de doutorado, Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, SP, 2006.



Armadas. A CNAE deixou de existir para dar lugar ao INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais)<sup>3</sup>, que tornou-se um órgão executor das atividades definidas pela COBAE. Até ser instituída a COBAE, as atividades espaciais civis e militares eram independentes. De 1971 até 1994, a gestão do programa espacial brasileiro foi feita pelos militares através da COBAE.

A COBAE estabelece a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), um programa de capacitação do País em tecnologia espacial, baseado em desenvolvimento autônomo. Aprovada pelo presidente Figueiredo em 1980, a MECB combinava metas civis com objetivos militares. A base do programa era o desenvolvimento de um Veículo Lançador de Satélites (VLS) pelo CTA, capaz de colocar satélites de até 200 kg em órbitas de até 1000 km. Após analisar diferentes alternativas, a COBAE optou por construir um centro de lançamento em Alcântara (MA). O INPE fazia satélites para ser lançados pelo VLS, sendo dois satélites de coleta de dados de 100 kg e dois satélites de sensoriamento remoto com 150 kg.

A MECB trouxe ganhos para o INPE. Aumentou seu orçamento, e permitiu contratar uma geração de engenheiros que consolidaram a área de engenharia espacial. Financiou a construção do Laboratório de Integração e Testes (LIT) e do Centro de Controle e Rastreamento de Satélites (CRC). O LIT possui uma infraestrutura completa de montagem, integração e testes ambientais de satélites; foi concebido com uma visão de futuro, de integrar não apenas os satélites pequenos da MECB, mas de poder crescer para receber satélites de maior porte. A existência de grupos de pesquisa em Meteorologia e Observação da Terra no INPE foi importante na montagem da MECB. Além de construir os satélites, o

INPE desenvolveu um programa nacional de plataformas de coleta de dados (PCDs). Criou um centro de disseminação de dados, desenvolveu tecnologia na área e instalou PCDs pelo Brasil. Em 2011, o sistema de coleta de dados funciona com os dois satélites brasileiros e mais de 800 PCDs em cerca de 100 instituições.

Com a redemocratização do Brasil em 1985, o INPE agregou-se ao Ministério da Ciência e Tecnologia, criado pela Nova República. O instituto recebeu apoio do então ministro Renato Archer para desenvolver projetos próprios. Sob a liderança de Marco Antonio Raupp e com o apoio do MCT e do Itamaraty, o INPE construiu um acordo histórico entre Brasil e China para um programa de satélites sino-brasileiros de observação da terra (CBERS). O primeiro acordo do programa de Satélites Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS) foi assinado em 1988 e deu ao INPE a autonomia para desenvolver projetos espaciais de maior porte.

O programa CBERS é hoje uma referência mundial de exemplo de cooperação tecnológica Sul-Sul. O acordo de 1988 previa dois satélites (CBERS-1 e CBERS-2) com 1.500 kg cada e 30%% de participação brasileira, que foram lançados em 1999 e 2003. Em 2002, foi assinado um novo acordo para construir os satélites CBERS-3 e CBERS-4, mais complexos, com 2.000 kg cada e 50%% de tecnologia nacional. Em 2004, um acordo adicional acertou a construção conjunta do CBERS-2B, lançado em 2007. Foi através do programa CBERS, especialmente a partir do CBERS-3, que o INPE pôde dispor de recursos consistentes para fomentar uma indústria brasileira na área espacial. Os satélites CBERS já lançados reforçaram a confiança que somos capazes de realizar projetos espaciais de porte significativo.

---

<sup>3</sup> O termo “nacional” só foi adicionado ao nome do INPE em 1990, após o fim do regime militar.

Ao distribuir mais de 1 milhão de imagens CBERS no Brasil, o INPE ampliou a capacidade de gestão de nosso território.

A escolha da China como foco da cooperação internacional do INPE na área de satélites merece destaque. **Porque fazer o programa CBERS?** A China ofereceu um acordo que respeitava os potenciais e as limitações do Brasil. A assinatura de cada acordo implica em compromissos firmes pelo lado chinês, mantidos mesmo em caso de atrasos e problemas da parte brasileira. Na perspectiva chinesa, o projeto CBERS mostra sua capacidade e interesse de cumprir compromissos. Para o Brasil, o CBERS é muito conveniente. Contribuímos com parte do satélite, mas temos o direito de uso integral de dados, incluindo aqueles produzidos por sensores chineses. Temos a segurança que os chineses vão cumprir sua parte. A visibilidade internacional do programa garante o suporte firme do Itamaraty, fundamental para manter acordos internacionais de longo prazo.

Para a COBAE, o acordo de cooperação com a China não atendia aos propósitos da MECB. Quando o SCD1 ficou pronto em 1988, não havia um lançador brasileiro disponível. A sugestão de contratar um foguete estrangeiro para lançá-lo não foi bem recebida, levando a um atraso no lançamento do SCD1 que só veio a acontecer em 1993.

O início da década de 90 foi um tempo difícil para o INPE. O orçamento e os salários do INPE caíram substancialmente. Na prática, a MECB foi cancelada e não havia dinheiro para a continuidade do programa CBERS. Apenas após a renúncia de Collor, o INPE pôde retomar seus programas de satélites. Lançou o SCD-1 em 1993 e o SCD-2 em 1998, o que permitiu

implementar o sistema brasileiro de coleta de dados, mantido em operação até hoje.

Durante os governos Itamar e Fernando Henrique o programa CBERS foi retomado, em grande parte devido à importância das relações bilaterais Brasil-China. Com mais recursos, o INPE cumpriu sua parte no acordo inicial, permitindo que o CBERS-1 fosse construído e lançado em 1999, e o CBERS-2 em 2003. A partir de 2004, o INPE passou a distribuir imagens de sensoriamento remoto do CBERS gratuitamente na internet, com grande impacto na comunidade de usuários latino-americanos.

As mudanças políticas da Nova República incluíram a revisão da estrutura do programa espacial. Decisões como aderir ao TNP<sup>4</sup> e ao MTCR<sup>5</sup> e criar o Ministério da Defesa provocaram o fim da COBAE e a necessidade de recriar uma agência espacial civil. Embora parecesse natural que o INPE retomasse as funções originais da CNAE e assumisse o papel de agência espacial brasileira, não foi possível encontrar um arranjo institucional que pudesse garantir que os investimentos nos programas de lançadores do CTA e na base de Alcântara fossem mantidos, caso o INPE fosse transformado em agência espacial. Como solução de compromisso, o governo federal criou em 1994 a Agência Espacial Brasileira (AEB) como uma autarquia vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos. Em 1998, a AEB foi transferida para o MCT, com o objetivo de atuar como órgão de coordenação e fomento, promovendo o desenvolvimento da tecnologia nacional.

A década de 2000 foi positiva para o INPE. Com o aumento dos dispêndios em C&T pelo governo Lula a partir de 2004, o orçamento do INPE cresceu de R\$ 100

---

<sup>4</sup> Tratado de não-proliferação de armas nucleares

<sup>5</sup> Regime de controle de tecnologia de mísseis

milhões em 2003 para R\$ 200 milhões em 2007, chegando a R\$ 250 milhões em 2010. Isto permitiu um melhor planejamento nos programas de satélite, incluindo as contratações junto à indústria nacional. Atualmente, o INPE tem dois programas principais de satélite: o programa CBERS (com os satélites CBERS-3 e 4 mencionados acima) e o programa da plataforma multimissão (PMM).

A PMM é uma plataforma de uso múltiplo para satélites de até 500 kg de massa total em órbitas de 600 a 1000 km. A partir de 2012 e até 2020, o INPE planeja lançar sete satélites baseados na PMM, para aplicações de observação da terra (sensoriamento remoto e clima espacial) e científicas (astrofísica e geofísica espacial).

Na área ambiental e científica, o INPE adotou, a partir de meados da década de 1980, a estratégia de transformar competência científica em missões operacionais de impacto nacional. Isto aconteceu em quatro áreas: previsão numérica do tempo, monitoramento ambiental por satélites, mudanças climáticas e clima espacial. O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) foi criado em 1986 e suas instalações em Cachoeira Paulista foram inauguradas em 1994. O CPTEC montou uma infraestrutura de supercomputação e contratou equipes de modelagem e de previsão operacional que implantaram no Brasil a moderna previsão de tempo. A qualidade de previsão do CPTEC melhora de forma sistemática desde a década de 1990. Em 2010, foi comprado um supercomputador CRAY XT-6 com 30.000 processadores, que permitirá ao INPE gerar previsões em escala regional com resoluções menores que 5 km. Em 2010, o site do CPTEC registrou cerca de 220.000 acessos por mês, além de ampla disseminação de suas previsões na mídia.

A segunda transição pesquisa-operações realizada pelo INPE foi o estabelecimento de programa de

monitoramento ambiental da Amazônia. Desde o final dos anos 80, o INPE mede a taxa anual de desmatamento por corte raso na Amazônia, através do projeto PRODES. A partir de 2003, os mapas do PRODES passam a ser divulgados na internet, sendo de grande valia para fiscalização e políticas públicas. Em 1992, o INPE iniciou a detecção de queimadas em todo o Brasil, usando dados de satélites americanos NOAA, TERRA e GOES. A partir de 2004, lançou o sistema de detecção de desmatamento em tempo real (DETER), que fornece dados sobre desmatamento e degradação com frequência quinzenal. Esses sistemas são a fonte primária de informações para as decisões do Governo Federal quanto às políticas de combate ao desmatamento na Amazônia. É consenso no governo e na sociedade que os dados do INPE tiveram um papel crucial na redução do desmatamento da Amazônia no período 2004-2010, quando o corte raso caiu de 27.000 km<sup>2</sup> para 6.500 km<sup>2</sup> por ano. Em 2007, reportagem da revista Science afirmou que **"Brazil's monitoring system is the envy of the world"**.

Recentemente, o INPE ampliou sua agenda de pesquisa para incluir os temas de Mudanças Climáticas e Ciência do Sistema Terrestre. Desde 1996, o INPE é um dos líderes do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA), junto com pesquisadores de 12 países. Os estudos do LBA tratam dos ciclos da água, energia, carbono, gases e nutrientes na Amazônia e como esses ciclos são alterados pelas ações do homem. Esse experimento veio confirmar a liderança do INPE no setor e o destaque das questões ambientais em sua agenda científica. Cientistas do INPE participam da elaboração dos relatórios do **Intergovernmental Panel on Climate Change** (IPCC), e lideram o comitê científico do **International Geosphere-Biosphere Programme** (IGBP) de 2006 a 2012. Essas iniciativas levaram o INPE a criar um Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST)

em 2009. O objetivo do CCST é analisar os caminhos de sustentabilidade do Brasil frente às mudanças ambientais globais.

Dentro da lógica já estabelecida de transformar capacidades de pesquisa em programas operacionais, o INPE criou em 2008 o programa de Clima Espacial. Seu objetivo é medir e modelar a interação Sol-Terra e seus efeitos no espaço próximo e na superfície do território brasileiro. As tempestades magnéticas e tempestades ionosféricas, geradas pela atividade solar, afetam a transmissão de dados de GPS, satélites, aviões e sistemas elétricos. O INPE está instalando infraestrutura de coleta de dados, modelagem e previsão de Clima Espacial, e a primeira fase do programa será concluída em 2012.

Este breve histórico do INPE mostra que os resultados mais positivos de seus 50 anos de existência estão associados a projetos onde houve mobilização de recursos humanos qualificados para projetos com impactos científicos e sociais bem definidos. Este sucesso também depende de um equilíbrio delicado entre pesquisa, tecnologia e operações. É através da produção acadêmica que formamos as novas gerações de especialistas na área espacial. No entanto, se tivesse ficado restrito à pesquisa, o INPE não teria cumprido missões únicas e necessárias para o Brasil, que precisam de pessoal alocado em atividades de desenvolvimento tecnológico e de operações. Administrar o balanço interno de pessoal e recursos é um desafio permanente para os gestores do INPE.

Considerando as enormes variações das políticas federais para C&T no Brasil

nos últimos 50 anos, é surpreendente constatar que o INPE manteve uma trajetória consistente. Em 50 anos de atividade, o INPE conseguiu realizar boa parte do que lhe foi atribuído dentro do projeto original do GOCNAE, e implantar no Brasil um centro de P&D com qualidade nas áreas espacial e ambiental. Suas realizações têm reconhecimento dentro e fora do País. Em 2011, o **Cybermetrics Lab** do CSIC-Espanha (**Consejo Superior de Investigaciones Científicas**) colocou o INPE entre as 40 instituições mundiais de maior visibilidade na área de Ciência e Tecnologia, sendo a segunda melhor colocada entre países em desenvolvimento.

O sucesso do INPE se deve a uma combinação de uma ética da qualidade das equipes do INPE com um senso de oportunidade de seus gestores. As equipes do INPE têm orgulho de trabalhar no instituto e praticam uma ética de trabalho baseada na valorização da qualidade. Os gestores do INPE souberam aproveitar as oportunidades de crescimento da instituição, trazendo para o INPE missões singulares de importância nacional. Prevaleceu a consciência de gestores e equipes sobre o papel essencial do INPE para o Brasil. Saber sobreviver em momentos difíceis e crescer em tempos favoráveis é uma habilidade que poucas instituições têm. Assim, a principal lição que se pode tirar da história do INPE é a importância de colocar a qualidade, a singularidade e a contribuição para a sociedade como os principais valores de uma instituição de P&D no Brasil.

---

## 5. Evolução dos investimentos públicos no INPE

Para apoiar a análise do histórico do INPE, é útil considerar a evolução dos orçamentos do INPE e do programa espacial brasileiro. A Figura 5.1 mostra os orçamentos do programa espacial, em valores atualizados para 2009 (dados compilados pela AEB). Verifica-se que a

média histórica de orçamento do programa espacial é de R\$ 160 milhões (sem contar salários). Temos dois grandes picos: os investimentos na MECB de 1984 até 1989 e o crescimento recente de 2004 até 2010. Note-se a queda acentuada a partir do governo Collor e a manutenção de



investimentos reduzidos de 1990 até 2004. A principal diferença dos investimentos na época da MECB para o governo Lula é a distribuição dos valores. Entre 1984 e 1989, a maior parte dos recursos foi destinada aos veículos lançadores e centros de lançamento. De 2004 até 2009, os investimentos em satélites são majoritários. Uma exceção foi o ano de 2009, dados os recursos destinados ao programa ACS (Alcântara Cyclone Space). O gráfico também mostra o desafio de ampliar o orçamento do programa espacial para valores compatíveis com um programa de satélites e lançadores com porte para manter uma indústria espacial sólida. Para que isto aconteça, seria desejável ter um investimento de cerca de R\$ 500 milhões por ano.

A Figura 5.2 mostra o investimento público total no INPE no período 2002-2011, sendo que os valores até 2010 correspondem ao orçamento efetivamente executado pelo instituto. O crescimento dos investimentos públicos desde 2004 é evidente. Vale ressaltar que além do aumento nos recursos destinados pelo programa espacial, há ainda ganhos significativos no orçamento vindo do MCT e da FINEP, com contribuições relevantes da FAPESP e CNPq. O orçamento do MCT (associado às missões de monitoramento ambiental, clima espacial, previsão de tempo e mudanças climáticas) aumentou de R\$ 15 milhões em 2002 para R\$ 52 milhões em 2010. Foi este crescimento significativo no orçamento que permitiu os ganhos significativos nos programas espacial e ambiental do INPE nos anos recentes.

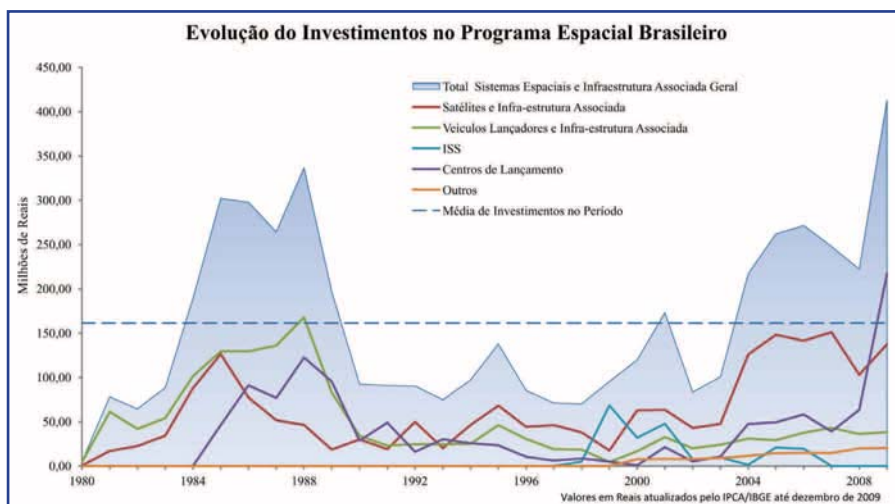


Figura 5.1 – Evolução dos investimentos do programa espacial em valores atualizados para 2009 (fonte: AEB)

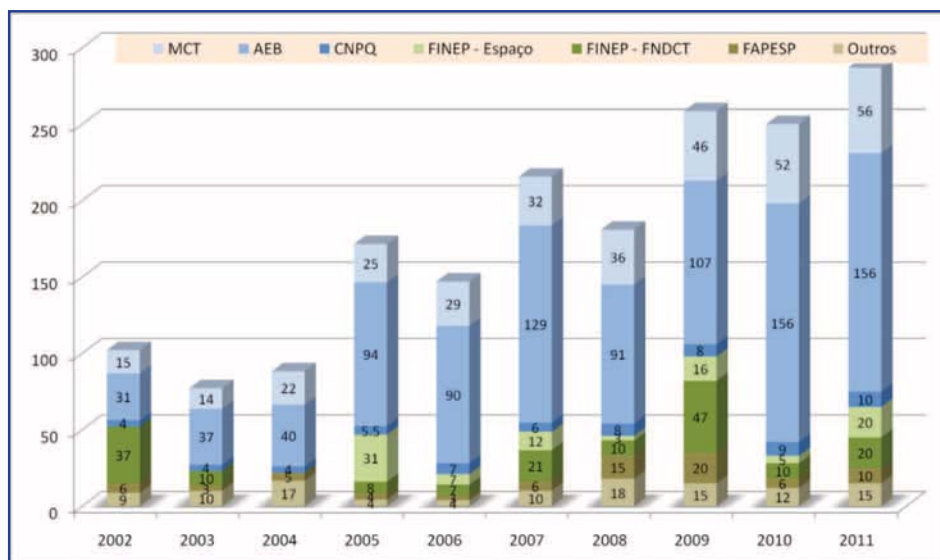


Figura 5.2 – Investimento público total no INPE em milhões de R\$ (valores correntes) de 2002 a 2011, incluindo MCT, AEB, CNPq, FNDCT e FAPESP (fonte: INPE)

## 6. Relação do Plano Diretor 2011-2015 com Plano Diretor 2007-2011

O Plano Diretor do INPE 2007-2011 foi organizado seguindo o padrão de planejamento estratégico convencional, cujos aspectos positivos e negativos foram discutidos na seção 1 acima. O PD 2007-2011 produziu um conjunto de nove Objetivos Estratégicos. Para cada objetivo estratégico, o plano apresentava um conjunto de ações estratégicas. Como se verá, os objetivos estratégicos do PD 2007-2011 foram mantidos no atual plano diretor, apresentados de forma mais explícita. A seguir, apresentamos os nove Objetivos Estratégicos (OE) do PD 2007-2011, o que foi feito no período, e como estes objetivos estão sendo considerados no PD 2011-2015:

1. **OE1:** *Ampliar e consolidar competências em ciência, tecnologia e inovação nas áreas espacial e do ambiente terrestre para responder a desafios nacionais.*

No período 2007-2010, este objetivo motivou a criação do Centro de Ciência do Sistema Terrestre do INPE, do programa de Clima Espacial, e do Centro Regional da Amazônia. Também estimulou o INPE a obter recursos para adquirir um novo supercomputador para previsão de tempo e mudanças climáticas. Deu suporte à política industrial do INPE, descrita na seção 12 a seguir. No âmbito do PD 2011-2015, considerou-se que este OE deveria ser melhor explicitado. Assim, este OE está refletido em todos os objetivos estratégicos do novo plano.

2. **OE2:** *Desenvolver, em âmbito mundial, liderança científica e tecnológica nas áreas espacial e do ambiente terrestre enfatizando as especificidades brasileiras.*

No período 2007-2010, este objetivo se refletiu na continuidade das atividades de pesquisa e pós-graduação, que continuam a manter padrões de excelência, e nas

atividades de desenvolvimento tecnológico dos satélites CBERS e Amazônia-1. Para o PD 2011-2015, também foi considerado que os termos deste OE eram por demais genéricos; esse objetivo também está mais explicitado.

3. **OE3:** *Ampliar e consolidar competências em previsão de tempo e clima e em mudanças ambientais globais.*

O INPE criou o Centro de Ciência do Sistema Terrestre do INPE e adquiriu um novo supercomputador para previsão do tempo e estudos de mudanças climáticas. Este OE será mantido no novo PD 2011-2015 pelos OEs 6, 8, e 9.

4. **OE4:** *Consolidar a atuação do INPE como instituição singular no desenvolvimento de satélites e tecnologias espaciais.*

O INPE manteve o desenvolvimento dos satélites CBERS-3 e 4, Amazônia-1 e LATTES e estabeleceu negociações internacionais para desenvolver os satélites MAPSAR e GPM. Também criou um programa de tecnologias críticas, realizou os testes do satélite SAC-D/AQUARIUS no LIT, e negociou com a empresa argentina INVAP a transferência de tecnologia em sistemas de controle de satélites. No PD 2011-2015, esse objetivo está mantido, explicitado pelos OEs 1, 2, 3, 4 e 5. A descrição das tecnologias espaciais que o INPE pretende desenvolver está incluída nas seções 13-14 do PD 2011-2015.

5. **OE5:** *Promover uma política espacial para a indústria visando atender às necessidades de desenvolvimento de serviços, tecnologias e sistemas espaciais.*

Este OE foi cumprido com a continuidade dos contratos industriais assinados até 2007 e a assinatura de novos contratos com a indústria nacional. No PD 2011-2015, esse objetivo está mantido nos OEs 1, 2, 3, 4 e 5.

6. **OE6:** *Fortalecer o relacionamento institucional do INPE em âmbitos nacional e internacional.*

No período 2007-2010, o INPE ampliou sua cooperação nacional e internacional, assinando diferentes acordos para projetos conjuntos. Entre os diferentes acordos assinados, cabe destacar: (a) EMBRAPA: mapeamento do uso da terra na Amazônia; (b) FAO: treinamento dos países africanos para monitoramento de florestas; (c) NASA: projeto de um satélite hiperespectral; (d) UK Met Office: pesquisas em mudanças climáticas. Cabe ainda destacar a atuação do INPE como presidente do CEOS (Committee on Earth Observation Satellites) em 2010 e como responsável pela participação brasileira no GEO (Group on Earth Observations). Esse objetivo permanece no PD 2011-2015, nos OEs 1, 6, e 7.

7. **OE7:** *Prover a infraestrutura adequada para o desenvolvimento científico e tecnológico.*

Para cumprir este objetivo, o INPE comprou um novo supercomputador, adquiriu infraestrutura para o programa de Clima Espacial, melhorou as estações de recepção de imagens, construiu novos prédios para as áreas de Engenharia Espacial e a Ciência Espacial, e reformou o prédio do Centro de Dados de Observação da Terra. Construiu uma nova central de energia elétrica, além de investir na modernização geral dos equipamentos e rede de informática. Esse objetivo está mantido no PD 2011-2015, através dos OE 4, 5, e 12.

8. **OE8:** *Estabelecer uma política de recursos humanos para o INPE, baseada na gestão estratégica de competências e de pessoas.*

Este objetivo do PD 2007-2011 não foi cumprido, apesar de sua importância. Apesar da insistência do INPE e dos demais institutos de pesquisa junto ao MCT para renovação das equipes, o número de novas vagas de servidores concedidas para o INPE no período foi irrisório. Além disso, as restrições do RJU limitam a aplicação de uma gestão por competências no INPE, na forma que é praticada em empresas privadas. O INPE não dispõe de um sistema de incentivos e restrições que apóie uma gestão de pessoal baseada em desempenho. Houve iniciativas relevantes, como a contratação da FGV-RJ para ministrar um curso de Pós-Graduação em Gestão Estratégica da C&T em Instituições Públicas de Pesquisa (IPP's), com carga horária de 432h e do qual participaram 30 servidores. Esse objetivo está mantido no PD 2011-2015, na forma do OE 12.

9. **OE9:** Identificar e implantar modelo gerencial e institucional, adequado às especificidades e desafios que se apresentam para o INPE.

Este objetivo motivou o INPE a desenvolver um novo modelo de gestão, baseado no estabelecimento de um Comitê de Programas, e a montagem de um sistema de planejamento colaborativo. O sistema de gestão do INPE é baseado no compartilhamento e na atualização permanente de informações, com transparência assegurada pelo acesso aberto via internet. Esse objetivo está mantido no PD 2011-2015, na forma do OE 12.

## 7. Relação do Plano Diretor 2011-2015 com o Planejamento Federal

Os mecanismos de planejamento federal que afetam o INPE são: PNAE (Programa Nacional de Atividades Espaciais), PACTI (Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação), e PPA (Plano Plurianual), considerados a seguir. A versão mais recente do PNAE foi publicada em 2005, e tinha por meta planejar as atividades espaciais no período 2005-2014. O documento foi elaborado em consulta entre a AEB e os executores, especialmente a indústria, INPE e CTA; suas metas estão resumidas na Figura 7.1 a seguir.

O PNAE 2005-2014 não conseguiu concluir etapas importantes do planejamento: (a) não houve uma validação

com os demais órgãos do governo sobre a capacidade de financiamento público; (b) faltou uma análise da viabilidade técnica das propostas; (c) a associação entre satélites e lançadores não considerou corretamente os diferentes tempos de desenvolvimento. As projeções de crescimento do orçamento estavam superestimadas. Dado um orçamento realizado de R\$ 100 milhões em 2003 e R\$ 220 milhões em 2004, o PNAE 2005-2014 fazia uma projeção orçamentária de R\$ 420 milhões para 2005 e R\$ 790 milhões para 2008. Eram previsões otimistas; dado o grande crescimento entre 2003 e 2004 (120%), estimava-se um aumento de 250% de 2005 até 2008.

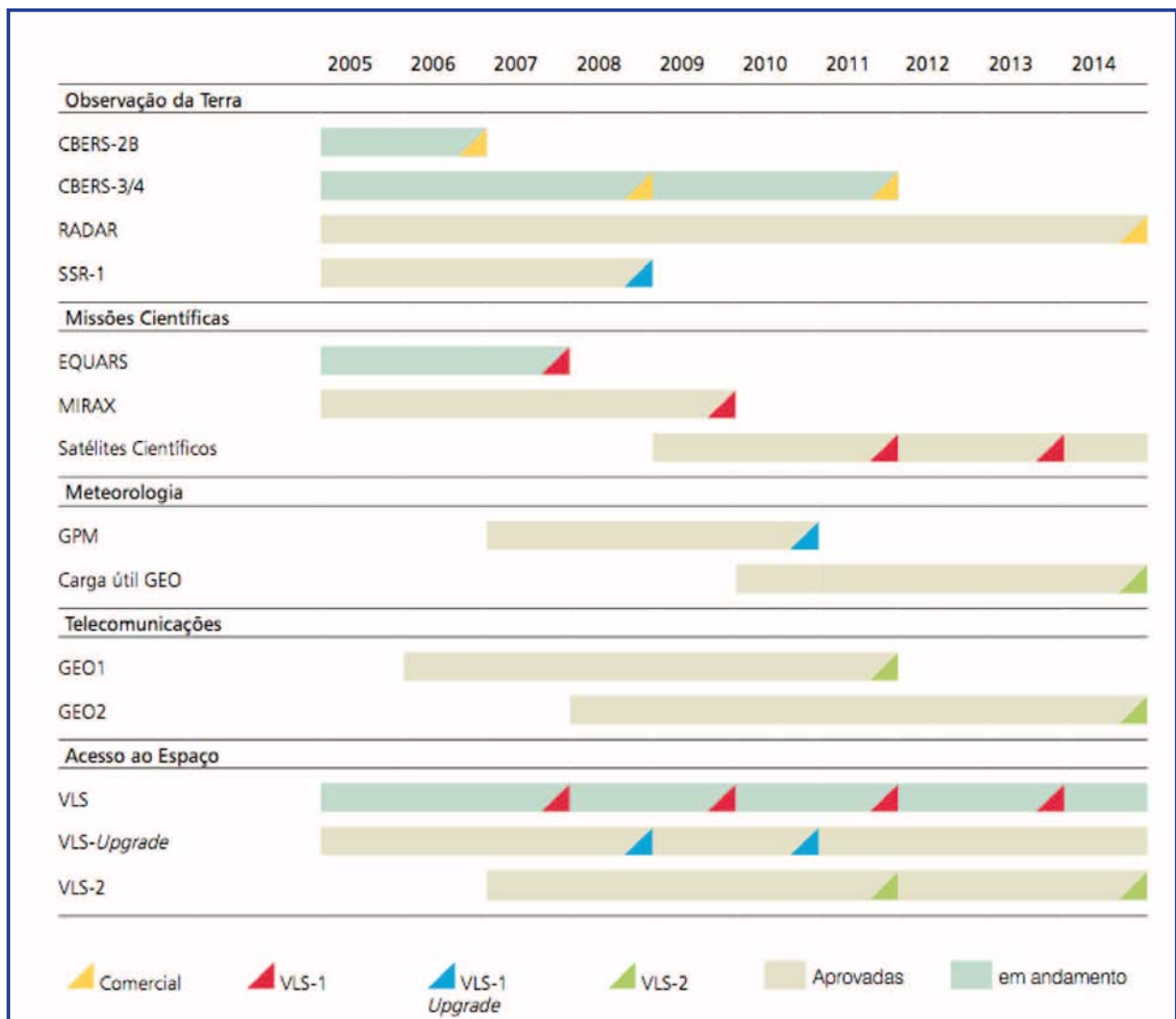


Figura 7.1 – Planejamento de satélites e lançadores no PNAE 2005-2014



O PNAE 2005-2014 inclui previsões como o lançamento do satélite EQUARS pelo VLS-1 em 2007, do Amazônia-1 pelo VLS-Beta em 2008 e de um satélite geostacionário pelo VLS-2 em 2011. Já em 2007, nas discussões sobre o PPA 2008-2011 e o PACTI 2007-2010, verificou-se que as previsões do PNAE 2005-2014 eram irrealistas. Assim, nem o PPA 2008-2011, nem o PACTI 2007-2011 tiveram por base o PNAE 2005-2014.

A atuação do INPE no período 2007-2010 orientou-se pelo disposto no PPA 2008-2011 e pelo PACTI 2007-2010. Isto pode ser comprovado considerando-se as ações do PPA 2008-2011, apresentadas na Tabela 7.1 a seguir.

Como se poderá verificar na leitura das seções seguintes deste Plano Diretor, as propostas do INPE são coerentes com a estrutura do PPA em vigor. Naturalmente, haverá necessidade de ajustes, especialmente no tocante aos projetos de satélites, para refletir as novas perspectivas de cooperação internacional, a evolução dos programas do INPE e a revisão do PNAE promovida pela AEB.

No plano de missões apresentado neste documento, estão propostas duas novas missões e modificações em missões já existentes. Note-se, em particular, a proposta dos satélites Amazonia-1B e CBERS-4B, para lançamento em 2015 e 2016, respectivamente. Essas missões obedecem a uma lógica de manutenção dos serviços prestados à comunidade de usuários (prevenção de gap de dados), associada a uma lógica de maximização do uso da parcela recorrente dos investimentos já realizados pelo Brasil. Dessa forma, um satélite Amazônia-1B reutiliza a plataforma PMM, com reaproveitamento de spare parts do Amazônia-1. O mesmo se aplica a um satélite CBERS-4B, que deverá ser negociado com a China.

Serão, ainda, necessários ajustes

relativos às missões radar (MAPSAR) e meteorológica (GPM-Br), originalmente constantes do PPA 2008-2011, que foram canceladas.

A missão MAPSAR refere-se a uma cooperação entre o INPE, no Brasil, e o DLR, na Alemanha, para desenvolvimento de um satélite de imageamento radar (baseado na tecnologia de abertura sintética) compatível com a PMM. A missão concluiu com sucesso sua fase B (definição preliminar concluída, com escolha da solução de projeto, refinamento das especificações técnicas e avaliação de custos), estabelecendo sua viabilidade. Entretanto, dificuldades orçamentárias significativas sinalizadas pelo DLR levaram ao cancelamento do projeto. Uma nova missão radar está atualmente proposta pelo INPE, conforme indicado na Parte II deste Plano Diretor.

A missão GPM-Br refere-se a um satélite de medidas de precipitação na região tropical, compatível com a PMM. Essa missão foi iniciada como uma cooperação entre o INPE, no Brasil, e o CNES, na França. A fase 0 da missão (análise da missão e identificação das necessidades, com caracterização do desempenho esperado) teve início em outubro de 2009 e foi concluída em setembro de 2010. A França, entretanto, anunciou dificuldades orçamentárias e o projeto foi descontinuado. Nesse momento, a NASA propôs ao INPE e à AEB uma unidade de voo do radiômetro GMI, que equipa os satélites da constelação GPM, para ser embarcada em uma plataforma brasileira, a PMM. Entretanto, em março de 2011, o orçamento da NASA foi cortado e o contrato para a unidade GMI foi cancelado. O projeto GPM-Br foi, assim, cancelado. Uma iniciativa para desenvolvimento de tecnologias críticas para as missões do programa espacial brasileiro está proposta na Parte II deste Plano Diretor.

<b>Programa Espacial: Projetos de Satélites (orçamento AEB)</b>
Satélite Lattes
Satélite do Programa Internacional de Medidas de Precipitação – GPM-Br
Satélite de Sensoriamento Remoto com Imageador Radar – MAPSAR
Satélite Amazônia-1
Satélite Sino-Brasileiro – Projetos CBERS-3 e Projeto CBERS-4
<b>Programa Espacial: Atividades associadas à área de satélites (orçamento AEB)</b>
Funcionamento e Atualização do LIT
Pesquisa em Ciência Espacial
Controle de Satélites, Recepção, Geração, Armazenamento e Distribuição de Dados
Pesquisa e Aplicações de Dados de Satélites de Observação da Terra
Desenvolvimento de Produtos e Processos Inovadores para o Setor Espacial
<b>Programa: Meteorologia e Mudanças Climáticas (orçamento MCT)</b>
Infraestrutura para o Sistema Científico Brasileiro de Previsão do Clima Espacial
Infraestrutura para Atender as Demandas das Mudanças Climáticas Globais
Monitoramento Ambiental da Amazônia por Satélites
Pesquisa, Desenvolvimento e Operações em Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
Pesquisa e Desenvolvimento sobre Mudança Global do Clima
Monitoramento de Queimadas e Prevenção de Incêndios Florestais
<b>Programa: Promoção de P&amp;D Científico e Tecnológico (orçamento MCT)</b>
Centro Regional de Educação em C&T Espacial para América Latina e Caribe
Desenvolvimento de Pesquisa nas Unidades Regionais do Inpe

Tabela 7.1 – Ações executadas pelo INPE no PPA 2008-2011

O principal desafio do planejamento do INPE é adequar a forma de trabalho típica dos programas espaciais com a lógica plurianual do PPA. O plano plurianual (PPA), principal instrumento de planejamento federal, é definido uma vez a cada quatro anos. Para que um projeto seja iniciado, é necessário que esteja incluído no PPA com previsão de despesas e metas. Isto coloca um desafio para o INPE, de vez que a maior parte dos acordos para a construção de satélites são feitos em duas fases. Primeiro, faz-se um estudo de viabilidade da missão. Concluído esse estudo, os resultados são avaliados pelas partes e decide-se construir ou não o satélite. Esta prática permite explorar novos conceitos, acumular conhecimento, e avaliar os riscos de realizar missões de alto custo.

Como é mais difícil incluir novos projetos durante a duração de um PPA, o

INPE precisa fazer planos como se todos os acordos internacionais fossem além dos estudos de viabilidade e levassem à construção de satélites. Caso contrário, teria de esperar quatro anos para incluir novas missões. Assim, o planejamento do governo brasileiro dá pouca flexibilidade para realizar projetos que dependem de estudos prévios. Dessa forma, o Plano Diretor 2011-2015 prevê uma reestruturação das práticas de projeto das missões espaciais que contemple uma atividade separada (em termos de recurso e organização) para a fase de formulação, correspondente às Fases 0/A/B do desenvolvimento de uma missão. Essa proposta, caso refletida no PPA 2012-2015, dará maior flexibilidade e eficiência ao programa espacial e tornará a forma de trabalho do INPE mais próxima das práticas da maioria das agências espaciais internacionais.

## 8. Competências Essenciais do INPE

Um dos fatores mais importantes para o sucesso de uma instituição de C,T&I organização é a identificação e desenvolvimento de suas competências essenciais. O conceito de **core competence** foi proposto originalmente por Prahalad e Hamel<sup>6</sup> como uma maneira de compreender o que faz com que uma empresa seja competitiva em um ambiente global. Como o INPE não é uma empresa cujos produtos são vendidos no mercado, são necessários adaptar os conceitos de Prahalad e Hamel para um ambiente de um centro de P&D. No caso do INPE, adotamos os seguintes conceitos:

(a) *Competência essencial*: conjunto de conhecimentos e informações disponíveis no instituto, que é requerido para gerar produtos que fazem parte de sua missão e o distinguem dos demais centros de P&D no Brasil e contribuem para sua vantagem competitiva.

(b) *Produto interno*: resultado intermediário que pode não ser visível externamente, mas que é necessário na geração de um produto final. Emprega diretamente na sua construção uma ou mais competências essenciais.

(c) *Produto final*: sistema, informação ou tecnologia entregue à sociedade.

A partir das recomendações do Plano Diretor 2007-2011, o INPE procurou identificar quais são suas competências essenciais, listadas na Tabela 8.1. Considerou-se que uma competência central do INPE é aquela que: (a) Provê contribuição potencial para atender a uma grande variedade de demandas; (b) Contribui de forma significativa para agregar valor aos produtos finais do INPE; (c) É difícil de ser reproduzida em outra organização pública ou privada brasileira.

Competência Essencial	Produtos Internos (exemplos)	Produtos Finais (exemplos)
P&D em sistemas espaciais	Soluções de engenharia em projeto, desenvolvimento, integração, qualificação e operação de sistemas espaciais.	Satélites e cargas úteis qualificados. Equipamentos industriais testados e certificados. Missões espaciais realizadas.
P&D em modelagem numérica de tempo, clima, qualidade do ar e mudanças climáticas	Modelos numéricos de alta eficiência para previsão de tempo, clima, qualidade do ar e clima.	Previsão de tempo, clima e qualidade do ar. Cenários para mudanças climáticas globais.
P&D em recepção, tratamento, armazenagem e distribuição de dados de satélites.	Bancos de Dados de Imagens e Dados de Satélites.	Imagens e dados distribuídos para a sociedade.
P&D em Geoinformática	Plataformas abertas de software para análise de dados geoespaciais.	Aplicativos geográficos (Spring, TerraView, Sismaden, TerraAmazon).
P&D em Sensoriamento Remoto óptico e de micro ondas	Metodologias e técnicas de processamento, extração de informações e aplicações em sensoriamento remoto.	Aplicativos de monitoramento (Canasat, Prodes, Deter, Degrad, Cor de Oceano, etc.).
P&D em Ciência dos Materiais aplicados a tecnologias espaciais	Catalisadores, diamantes com aplicação espacial, implantação iônica, metodologias para análise de componentes eletrônicos.	Catalisadores para hidrazina, componentes mecânicos para sistemas espaciais articulados, componentes eletrônicos qualificados para uso espacial.
P&D em Geofísica Espacial e Interações Sol-Terra	Modelagem numérica do clima espacial.	Previsão operacional do clima espacial.
P&D em Astrofísica Instrumental	Instrumentação científica singular para observação de fenômenos astrofísicos	BDA, MASCO, MIRAX, detector de ondas gravitacionais.

Tabela 8.1 – Competências Essenciais, Produtos Internos e Produtos Finais

Foi feito um exercício para identificar as competências centrais do INPE, no nível organizacional, bem como produtos internos e finais associados às mesmas, em cada uma das grandes áreas de atuação do Instituto, como apresentado na Tabela 8.1.

<sup>6</sup> Prahalad, C.K., Hamel, G., "Competindo pelo futuro". São Paulo, Campus, 2005 (tradução de original publicado pela Harvard University Press).

## 9. Pós-graduação e Pesquisa

Os Cursos de Pós-Graduação do INPE foram instituídos gradativamente a partir de 1968, para formar recursos humanos qualificados nas áreas de atuação do Instituto, em razão da inexistência ou insuficiência de instituições geradoras de conhecimento nessas áreas no País. O INPE oferece hoje os cursos de Pós-Graduação em Astrofísica, Engenharia e Tecnologia Espaciais, Geofísica Espacial, Computação Aplicada, Meteorologia, Sensoriamento Remoto e mais recentemente, Ciência do Sistema Terrestre.

A pós-graduação no INPE tem uma autonomia similar à das universidades. Esta autonomia favorece a pesquisa acadêmica e a formação de pessoal, mas pode fazer com

que as atividades acadêmicas se distanciem das atividades fim do INPE. Além de manter a formação de mestres e doutores de alta qualidade, a pós-graduação deve atuar em aliança com as metas do INPE, inserindo as teses e dissertações nos grandes projetos da instituição.

Na avaliação trienal da CAPES de 2010, os cursos de Geofísica Espacial, Meteorologia e Sensoriamento Remoto tiveram conceitos 6, 6, e 7 respectivamente. Dados do ISI (Institute for Scientific Information) de 2009 indicam que a área de Ciência Espacial é uma das mais produtivas no Brasil, com 2,05% do total de artigos científicos mundiais. A média de citações por artigo do INPE é de 8,35 (dados de 2010), uma das maiores do Brasil.

---

## 10. Principais benefícios das atividades do INPE para a sociedade

### Sensoriamento Remoto e Geoinformática

O INPE desenvolve P&D na área de Sensoriamento Remoto desde 1973, quando foi instalada em Cuiabá a antena de recepção das imagens do satélite americano LANDSAT-1. Desde então, acumulou um acervo histórico único sobre o Brasil, com um banco de dados com imagens de diferentes satélites das séries LANDSAT e CBERS. Esses dados são distribuídos livremente pela Internet. Em 2010, foram entregues mais de 400.000 imagens para 16.000 usuários no Brasil e na América do Sul. As imagens geradas pelo INPE são usadas em diferentes aplicações que incluem: gestão de florestas, monitoramento de uso da terra, estudos de impacto ambiental, licenciamento e planejamento de assentamentos. Em 30 anos de curso de pós-graduação, formamos cerca de 300 mestres e doutores, que hoje atuam em universidades, empresas e governo em pesquisa e aplicações na área.

O monitoramento do desmatamento e do uso da terra na Amazônia é um serviço

do INPE de grande visibilidade, realizado por dois sistemas: PRODES e DETER. O PRODES utiliza imagens de satélites LANDSAT e CBERS, de média resolução (20-30 metros) com baixa frequência temporal (15-25 dias). Com estes sensores é possível mapear desmatamentos maiores que 6,25 hectares. O PRODES mede as taxas anuais de desflorestamento desde 1988, com estimativas de área consideradas confiáveis pelos cientistas nacionais e internacionais.

O DETER é um sistema de alerta para suporte à fiscalização e controle de desmatamento. Utiliza imagens dos sensores MODIS (NASA) e AWFI (CBERS-3), com frequência temporal de 2 e 5 dias (respectivamente) e com resolução espacial de 250 m e 70 m (respectivamente). Com esses sensores é possível detectar desmatamentos cuja área seja superior a 0,25 km<sup>2</sup> (ou 25 hectares). Os dados são enviados a cada quinzena ao IBAMA, responsável por fiscalizar as áreas. A alta frequência de observação reduz as limitações de observação impostas pela cobertura



de nuvens, compensando as deficiências da resolução espacial. O DETER indica tanto áreas de corte raso (retirada total da floresta) como degradação progressiva (áreas em processo de desmate). O DETER é produzido pelo INPE desde 2004, quando foi criado pelo governo federal o Plano para

Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAM). Governo, cientistas e ambientalistas consideram que o DETER deu uma contribuição essencial para a queda substancial e consistente do desmatamento verificada desde 2005 (ver Figura 10.1).

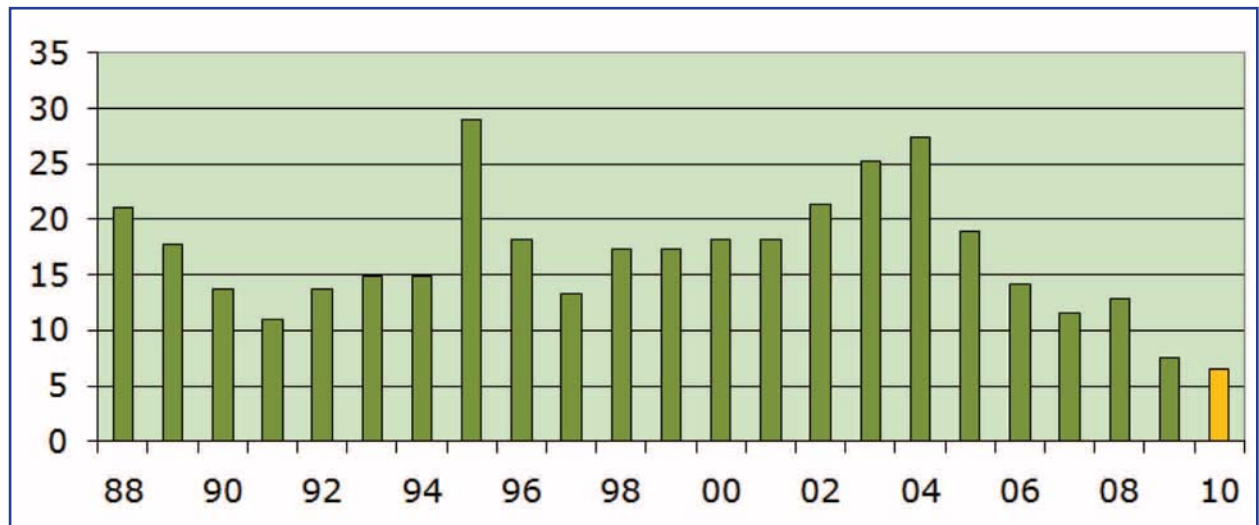


Figura 10.1 – Taxa de desmate por corte raso na Amazônia, medida pelo PRODES em milhares de km² por ano. Note-se a queda sistemática desde 2005.

A credibilidade internacional e a confiança na capacidade de monitoramento ambiental do INPE foram importantes componentes na decisão do governo brasileiro de apresentar, na conferência do clima de Copenhague, um plano ambicioso de até 2020 reduzir o desmatamento na Amazônia em 80% com relação à média observada entre 1995 e 2006. Este anúncio de metas foi muito bem recebido pela comunidade internacional, e contribuiu para que o Brasil assumisse o papel de potencia ambiental.

A redução do desmatamento foi de 27.000 km² em 2005 para 6.500 km² em 2010. Na medida em que cai o desmate, e a ocupação humana na Amazônia se consolida, diminui o tamanho das áreas cortadas. Os cortes menores que 50 ha eram 35% do total de áreas em 2002 e foram 80% do total em 2010. Esta redução impõe um desafio ao INPE: conceber e lançar satélites brasileiros que, em conjunto com

sensores estrangeiros, permitam melhorar a resolução das imagens usadas no DETER, mantendo alta frequência temporal. Além disso, é preciso qualificar os dados do PRODES e do DETER com imagens de melhor resolução que forneçam uma amostragem significativa das áreas monitoradas para uma avaliação estatisticamente significativa. Estes requisitos levaram à concepção dos satélites CBERS, SAR e Amazônia, descritos na proposta de satélites deste Plano.

Outra contribuição importante do INPE na área de Sensoriamento Remoto é o projeto CANASAT, que monitora a cultura de cana de açúcar nos estados de SP, GO, MT, MS, MG e PR. Como o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo e o segundo maior produtor de etanol, é necessário acompanhar a expansão da cultura, tanto para medir o crescimento da produção como para verificar seus potenciais impactos ambientais.

Além do monitoramento do

desmatamento e da cultura de cana-de-açúcar, o INPE desenvolve, desde o início da década de 1980, sistemas e aplicações em Geoinformática. Esses sistemas têm por objetivo integrar dados geográficos de diversas fontes e tem aplicações em áreas de interesse direto do INPE como monitoramento ambiental, gerenciamento de recursos naturais e desastres naturais.

O INPE desenvolve atualmente duas soluções na área de geotecnologias. O SPRING é um software livre de informação geográfica para pesquisadores e estudantes, que é amplamente usado em universidades e institutos de pesquisa no Brasil para aplicações de Sensoriamento Remoto e Mapeamento, com mais de 140.000 usuários cadastrados. A TerraLib é uma biblioteca de software que é usada para desenvolver sistemas corporativos de acesso a bancos de dados geográficos. Aplicações como o TerraAmazon, que controla o banco de dados usado pelo PRODES e DETER, são desenvolvidas usando a TerraLib. O mesmo vale para o SISMA DEN (Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais). A biblioteca também é usada para desenvolver sistemas de cadastro urbano para prefeituras, e sistemas para aplicações em saúde coletiva, estudos sociais e segurança pública.

## Previsão de Tempo

Na área de Meteorologia, o estabelecimento do CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) a partir de 1986 trouxe para o Brasil as técnicas de previsão numérica de tempo. Com a instalação de seu primeiro supercomputador em 1994, o centro passou a oferecer em larga escala dados de tempo e clima por meio da Internet. Atualmente, oferece um conjunto amplo de produtos de previsão de tempo e clima:

1. Previsão de tempo em escalas global e regional. O modelo global do CPTEC aumentou sua resolução de 200 x 200 km em 1994 para 20 x 20 km em 2011, e o modelo regional evoluiu de 40 x 40 km em 1997 para 5 x 5 km em 2011.
2. Previsão climática sazonal, com modelo acoplado atmosfera-oceano e sistema de previsão por conjuntos, com antecedência de seis meses.
3. Previsões de poluição atmosférica, modelando plumas de aerossóis gerados por queimadas e por poluição urbana e industrial.
4. Previsão oceânica, com modelos de ondas e ventos marinhos e costeiros.
5. Produtos a partir de satélites: queimadas, chuva medida por satélites e radares.

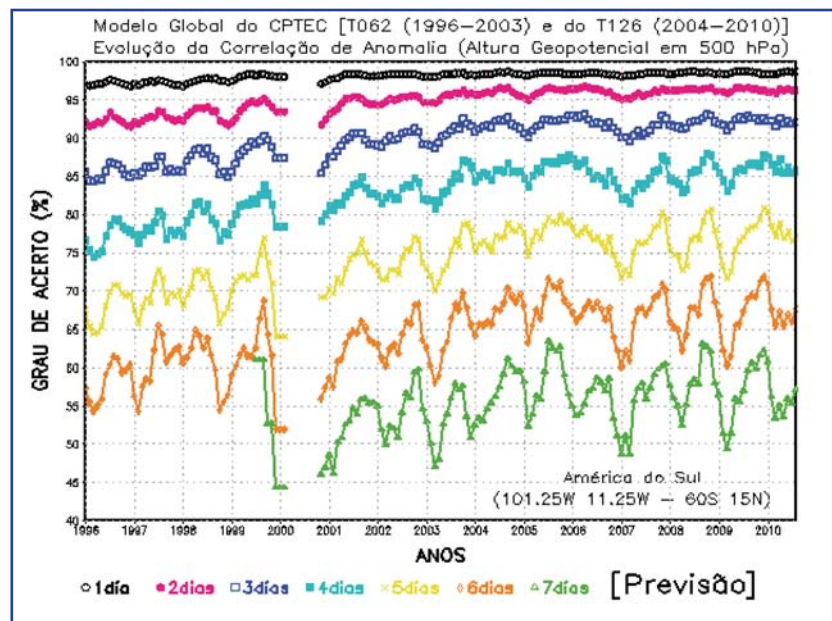


Figura 10.2 – Evolução do grau de acerto da previsão de tempo do CPTEC.

Os produtos são disseminados pela internet (220.000 acessos/mês) e pela imprensa, beneficiando toda a sociedade. A Figura 11.1 mostra a evolução da qualidade da previsão de tempo de 1996 a 2010, numa medida padrão (diferença entre previsão e verificação para altura geopotencial em 500 hPa). As previsões de tempo do CPTEC têm acerto superior a 85% para 3 dias. O desempenho da previsão com 5 dias de

antecedência melhorou de 65% em 1996 para próximo de 80% em 2010. O novo supercomputador (Cray – XT6), adquirido em 2010, tem velocidade de 250 TFlops (250x10<sup>12</sup> de operações matemáticas por segundo), sendo um dos mais poderosos do mundo para previsão de tempo e clima. Com o novo supercomputador e o refinamento da resolução espacial dos dados processados esses números serão ainda melhores.

---

## 11. Política industrial no setor espacial

Uma das missões importantes do INPE é promover o desenvolvimento de uma indústria espacial no Brasil. O objetivo de longo prazo é promover uma sinergia das competências tecnológicas entre os setores de aeronáutica, espaço e defesa, tal como ocorre nos EUA e na Europa. Os grandes desafios de uma política industrial no complexo aeronáutico-espacial-defesa serão, brevemente, discutidos a seguir.

A indústria de defesa no Brasil, que nos anos 1970 tinha participação significativa na pauta de exportações, sofreu uma queda acentuada desde então, decorrente de tendências que se reforçam. A capacidade de investimento do governo brasileiro caiu muito nas décadas de 1980 e 1990. Quando houve uma retomada a partir de meados da década de 1990, a indústria de defesa brasileira já estava muito reduzida e tinha pouca capacidade de atender às demandas do Estado. Apenas a partir de 2008, quando lançou a Estratégia Nacional de Defesa, foi que o governo federal estabeleceu um plano sistemático de compra de equipamentos na indústria nacional. Para tornar realidade essa estratégia, é necessário que o governo federal amplie substancialmente sua capacidade de investimento no setor na década de 2010.

A indústria aeronáutica brasileira é, dos segmentos do setor, aquele que mais contou com investimentos do Estado de forma sistemática. Da criação da EMBRAER em 1969 até sua privatização em 1994, a empresa foi apoiada diretamente pela Força Aérea, tanto pela formação de engenheiros no ITA, quanto por contratos como o programa AMX. Após sua privatização, a empresa reorganizou-se para atender prioritariamente o mercado de aviação civil internacional (com os programas ERJ-135/145 e EMBRAER 170/180/190). Organizou arranjos produtivos com fornecedores estrangeiros de equipamentos, cabendo à EMBRAER o design, montagem, e comercialização. Nesta fase, a participação do governo aconteceu via créditos à exportação do BNDES. Estimativas não oficiais indicavam que, em 2003, o volume de empréstimos do banco em carteira para a indústria de aviação era de quase US\$ 5 bilhões. O subsídio à exportação foi suspenso em 2004 para atender a uma decisão da OMC e retomado em 2008. A estratégia de dividir os riscos de P&D de novos aviões permitiu a recuperação da EMBRAER, ao custo da quase completa desnacionalização da tecnologia aeronáutica. Os fornecedores chave dos componentes de maior valor agregado dos aviões da série 170/180/190 são todos estrangeiros. Assim, a interação

entre as empresas brasileiras do setor de defesa e espaço com a EMBRAER é muito reduzida. INPE<sup>7</sup>

Quanto à indústria espacial brasileira, foi apenas a partir de 2004, quando o INPE passou a receber recursos estáveis para desenvolver os satélites CBERS-3 e 4 e Amazônia-1, que essa indústria passou a contar com um fluxo constante de contratos. Até então, a capacidade do INPE em ter uma estratégia consistente foi prejudicada por um fluxo inconstante de recursos. O INPE leva em conta as limitações atuais da indústria e busca capacitá-la em projetos de complexidade cada vez maior, e adota a seguinte forma de trabalho:

(a) Faz o projeto do satélite, eventualmente em conjunto com seus contrapartes internacionais, identificando os requisitos para cada subsistema.

(b) Contrata os subsistemas na indústria nacional, e acompanha sua fabricação, qualificando-os através da infraestrutura do LIT.

(c) Realiza a montagem, integração e testes dos subsistemas no LIT, ou em infraestrutura equivalente em contraparte internacional.

Esta lógica de trabalho baseia-se no fato que o LIT adota padrões de teste que garantem que os equipamentos fabricados pelas empresas atendem a níveis de qualidade internacionais. Uma das evidências desse fato é a experiência recente do INPE nos testes do satélite SAC-D/AQUARIUS, colaboração entre o JPL/NASA e a CONAE (Argentina).

O INPE entende que a melhor forma de construir uma indústria espacial sólida é adotar padrões de exigência internacionais em suas contratações. Em consequência, a primeira contratação de uma tecnologia nova na indústria brasileira será sempre mais cara e mais demorada que a compra no exterior, dada a necessária amortização dos custos de desenvolvimento. A expectativa do INPE é conseguir um fluxo permanente de contratos industriais ao longo da década de 2010 que permitirá reduzir preços e prazos das tecnologias produzidas pela indústria, mantendo o mesmo padrão de qualidade já alcançado atualmente.

No início de 2011, o INPE tem R\$ 330 milhões em contratos do CBERS-3 e 4 e R\$ 120 milhões em contratos de satélites associados à plataforma multimissão (PMM). O satélite CBERS-3 (Figura 11.1) foi o primeiro projeto do INPE desenvolvido com uma política industrial consistente. As evidências indicam que o fluxo de recursos constante desde 2004 está permitindo ganhos de preço e prazo. A Tabela 11.1 a seguir indica os ganhos em preço e prazo obtidos pelo INPE em contratos de subsistemas com graus de recorrência médio a alto em relação a contratos anteriores. Os dados mostram que o INPE obteve reduções de preços entre 25% e 50% e de prazos em até 1 ano quando contratou subsistemas semelhantes à indústria em sequência. Isto mostra a importância de manter recursos estáveis no programa espacial, como condição para manter uma política industrial para o setor.

---

<sup>7</sup> Oliveira, L. G. "A cadeia de produção aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer", Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, SP, 2005.



<i>Subsistema</i>	<i>Painel Solar</i>	<i>Câmera</i>	<i>Estrutura</i>	<i>Transmissor de Dados</i>
<i>SATÉLITE</i>	<i>LATTES</i>	<i>Amazônia-1</i>	<i>LATTES</i>	<i>Amazônia-1</i>
<i>PREÇO</i>	<i>R\$7.600.000</i>	<i>R\$37.900.000</i>	<i>R\$1.980.000</i>	<i>R\$18.900.000</i>
<i>PRAZO</i>	<i>24 meses</i>	<i>30 meses</i>	<i>21 meses</i>	<i>28 meses</i>
<i>REFERÊNCIA</i>	<i>CBERS</i>	<i>CBERS</i>	<i>Amazonia-1</i>	<i>CBERS</i>
<i>PREÇO</i>	<i>R\$11.230.000</i>	<i>R\$73.650.000</i>	<i>R\$3.900.000</i>	<i>R\$25.170.000</i>
<i>PRAZO</i>	<i>22 meses</i>	<i>39 meses</i>	<i>27 meses</i>	<i>37 meses</i>
<i>RECORRÊNCIA</i>	<i>MÉDIA</i>	<i>MÉDIA</i>	<i>ALTA</i>	<i>ALTA</i>
<i>GANHO PREÇO</i>	<i>32%</i>	<i>43%</i>	<i>49%</i>	<i>25%</i>
<i>GANHO PRAZO</i>	<i>0 meses</i>	<i>9 meses</i>	<i>6 meses</i>	<i>9 meses</i>

Tabela 11.1 – Ganhos em contratos industriais com tecnologia recorrente

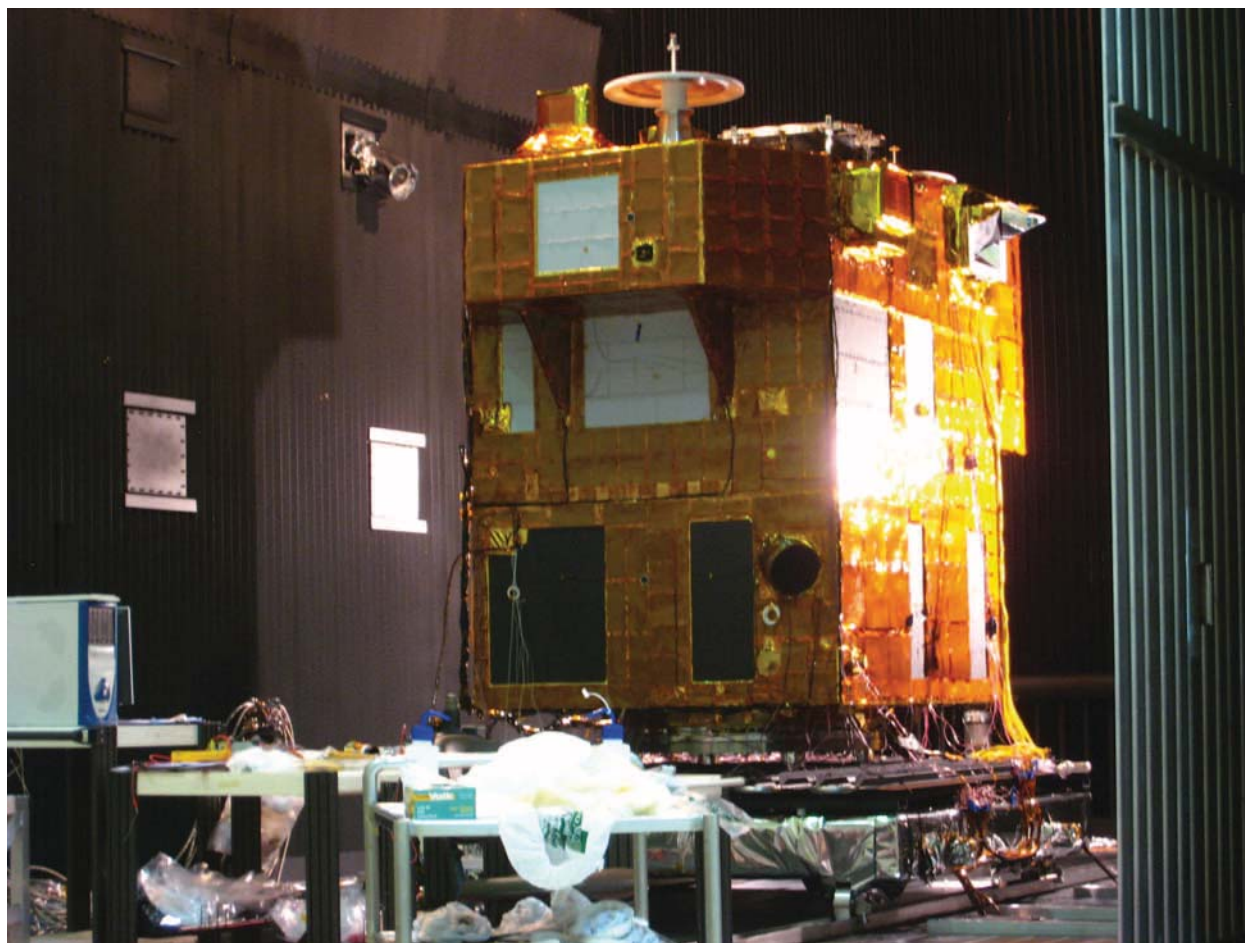


Figura 11.1 – Teste termo-vácuo do modelo estrutural do CBERS-3 no LIT

## PLANO DIRETOR 2011-2015 - PARTE II: PROPOSTAS

### 12. Missões Espaciais 2011-2015

As Tabelas 12.1 e 12.2, a Figura 12.1 e as respectivas descrições das missões que se seguem podem ser divididas em três categorias nos seus estágios atuais de desenvolvimento e planejamento. Um primeiro grupo constitui-se de missões em andamento, com data definida de lançamento, e constam no atual Plano Plurianual (PPA) do Governo Federal que se encerra no presente ano de 2011. São missões que possuem ações específicas nesse PPA e como tal têm tido orçamentos alocados nas leis orçamentárias correspondentes. Este grupo é constituído pelas missões CBERS 3 e 4, Amazônia-1 e Lattes-1.

Um segundo grupo é constituído por missões que darão continuidade às presentes missões em desenvolvimento e que garantirão a continuidade dos serviços e dados gerados por elas com eventuais melhorias. São as missões Amazônia-1B, Amazônia-2 e CBERS 4B.

O terceiro grupo constitui-se de uma proposta originada pelas respectivas áreas de pesquisa e desenvolvimento do INPE (meteorologia, observação da Terra, ciências espaciais e engenharia). É uma proposta de missões julgadas de alta relevância para o país seja por seu caráter científico, tecnológico e de aplicações. Algumas destas surgiram de propostas de cooperação internacional (Flora e Sabia-Mar 1 e 1B) ou podem ser consideradas extensões de ações do PPA em curso (missão SAR). Outras são novas missões destinadas ao avanço científico nacional e em sintonia com a utilização de um lançador nacional (CLE-1, AST-1 e AST-2).

Portanto, em diferentes níveis de desenvolvimento e negociações, as missões que se seguem devem nortear a posição do INPE na definição do PPA 2012-15, em conjunto com a AEB e em conformidade com as discussões para o novo PNAE.

As do primeiro grupo, missões já em curso, continuando como até aqui.

As missões que dão continuidade às existentes (segundo grupo) e as novas propostas (terceiro grupo) devem ser discutidas e analisadas com as autoridades governamentais competentes (MCT, AEB, MD, MP e outras) de maneira que o próximo PPA viabilize que toda a fração de seu desenvolvimento no seu período de vigência possa ser realizada. Incluem-se aqui desde estudos iniciais, análises de concepção e viabilidade, gerenciamento, desenvolvimento de protótipos e modelos, integração e testes, até atividades de lançamento.

Em paralelo às missões propostas, iniciativas devem ser tomadas para atender à demanda nacional já existente e futura por dados, informações e serviços em outros setores importantes para o desenvolvimento nacional, entre os quais comunicações, meteorologia e coleta de dados, em conformidade com as definições do novo PNAE, em discussão.

Tabela 12.1 – Proposta de missões de observação da terra: tipo de órbita, instrumentos e investimento estimado para o Brasil (em milhões US\$)

Satélite	Missão	Órbita	Instrumentos	Invest. (satélite)	Custo (lanç.)	Coop. interna
<b>2011- 2013</b>						
CBERS-3	Monitoramento terrestre global	Polar heliossíncrona	Câmeras ópticas multiespectrais (4)	150	15	China
Amazônia-1	Monitoramento terrestre com revisita rápida	Polar heliossíncrona	Imageador óptico de visada larga	150	15-25	
<b>2014-2016</b>						
CBERS-4	Monitoramento terrestre global	Polar heliossíncrona	Câmeras ópticas multiespectrais (4)	150	15	China
Amazônia-1	Monitoramento terrestre com revisita rápida	Polar heliossíncrona	Imageador óptico de visada larga	55	15-25	
CBERS-4B	Monitoramento terrestre global	Polar heliossíncrona	Câmeras ópticas multiespectrais (4)	40	15	China
<b>2017-2020</b>						
Sabiá-MAR 1	Monitoramento da cor dos oceanos	Polar heliossíncrona	Imageador de faixa larga para oceanos	80	12-15	Argent.
Amazônia-2	Monitoramento terrestre com revisita rápida	Polar heliossíncrona	Imageador óptico de visada larga, resolução de 20m e banda SWIR	130	15-25	
Satélite SAR	Monitoramento terrestre global	Polar heliossíncrona	Radar banda-L, interferométrico e polarimétrico	300	30-60	
Sabiá-MAR 1B	Monitoramento da cor dos oceanos	Polar heliossíncrona	Imageador para região costeira	80	12-15	Argent.

Satélite	Missão	Órbita	Instrumentos	Invest. (satélite)	Custo (lanç.)
2016- 2017					
Flora Hiper-spectral (*)	Comportamento espectral do solo e vegetação	Polar heliossíncrona	Espectômetro com 213 bandas	80	15-25
LATTES-1	Monitor clima espacial e emissão de raios X	Baixa inclinação	Sensores de plasma e partículas de alta energia, telescópio de raio X	100	15-25
2018-2020					
CLE-1	Microssatélite para clima espacial	Polar heliossíncrona	Sonda ionosférica	20	5
AST-1	Microssatélite para astrofísica	Polar heliossíncrona	Detector de microondas	20	5
AST-2	Microssatélite para astrofísica	Polar heliossíncrona	Detector de microondas	20	5

Tabela 12.2 – Proposta de missões científicas: tipo de órbita, instrumentos e investimento estimado para o Brasil (em milhões US\$)  
 (\*) A Missão Flora, apesar de seu caráter científico, dada sua grande relevância em termos de aplicações, será descrita na seção de missões de observação da terra.

A Figura 12.1 a seguir sintetiza o conjunto de satélites e suas respectivas missões propostas até 2020, onde:

1. As missões científicas (CLE – Clima espacial e AST – Astrofísica) utilizarão plataformas na classe de 100 kg.

2. As missões baseadas na PMM estarão na classe de 500 kg.

3. As missões LEO (CBERS e Satélite SAR) utilizarão plataformas na classe de 2 a 2,5 toneladas.

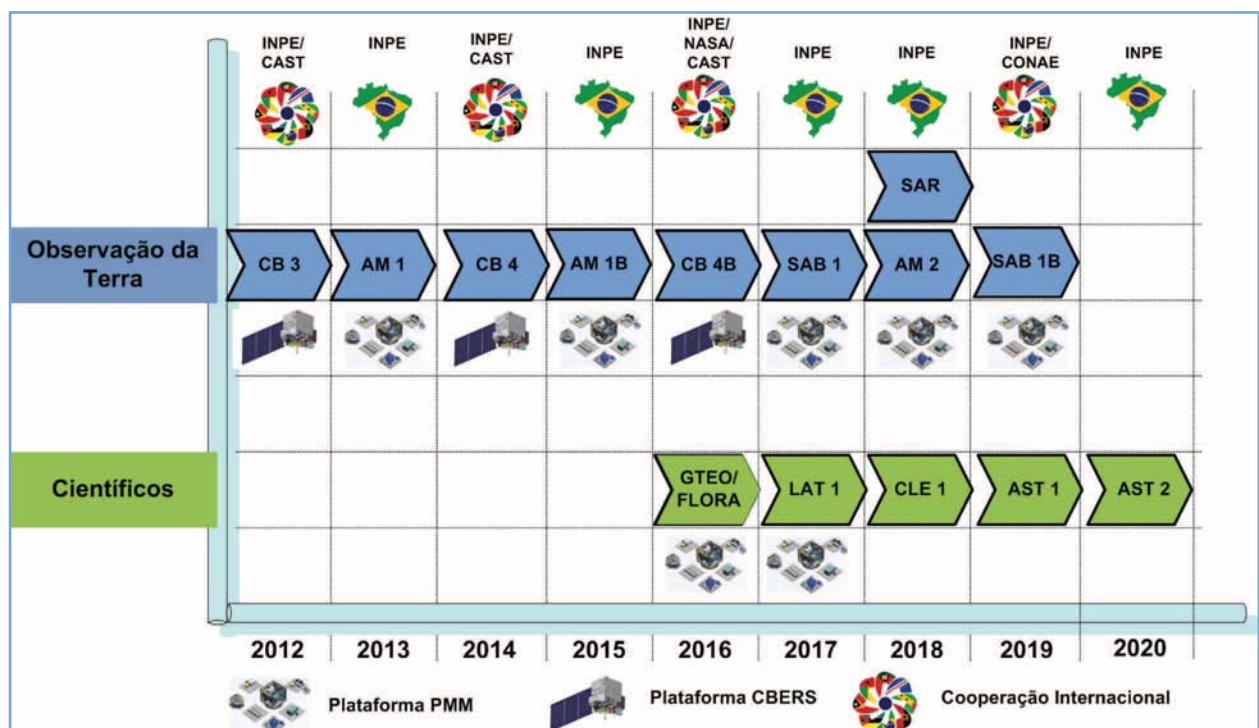


Figura 12.1 – Síntese das missões propostas para o período 2011-2020



Como se pode observar, esse plano de missões prevê mais de um lançamento de satélite por ano a partir de 2016. A partir de 2015, haverá anualmente pelo menos um lançamento de satélites baseados na PMM, além dos de pequeno porte (até 100 kg) e do Satélite SAR.

Essa cadência de lançamentos supõe recursos orçamentários e humanos para o desenvolvimento de tecnologias críticas e para a contratação industrial dos satélites de aproximadamente R\$ 195 milhões em 2012, crescendo para cerca de R\$ 220 milhões a partir de 2013, mantendo-se no patamar de R\$ 265 milhões até 2017, considerando os custos de lançamento e não incluindo os investimentos em infraestrutura.

Esse ritmo de projeto e produção de satélites necessita ampliação das equipes de engenharia, para gerenciamento e acompanhamento de contratações. Um escritório de projeto (**Project Office**) foi criado para agrupar essas competências e distribuí-las pelos projetos. Uma nova

estratégia de contratação industrial será estabelecida, considerando a necessidade de disponibilização de vários satélites e/ou plataformas em curto espaço de tempo. Concomitantemente, essa demanda aumentará progressivamente a estabilidade e a capacidade do parque industrial brasileiro.

Observe-se também que já a partir de 2012 tem-se a integração e testes simultâneos de dois ou mais satélites. A partir de 2015, tem-se a integração e testes de até quatro satélites (a ser lançados de 2016 em diante). Por conseguinte, a infraestrutura laboratorial (LIT) e as equipes de trabalho devem ser ampliadas para atender a essa demanda. Da mesma forma, a infraestrutura de operação dos satélites (CRC) e as equipes de operação também devem ser ampliadas.

Esse plano de missões será revisto em função das definições do novo PNAE, atualmente em discussão, e da própria dinâmica de desenvolvimento dos projetos.

## DESCRIÇÃO DAS MISSÕES PROPOSTAS

### Missões de Observação da Terra CBERS - 3/4/4B

**Lançamentos:**

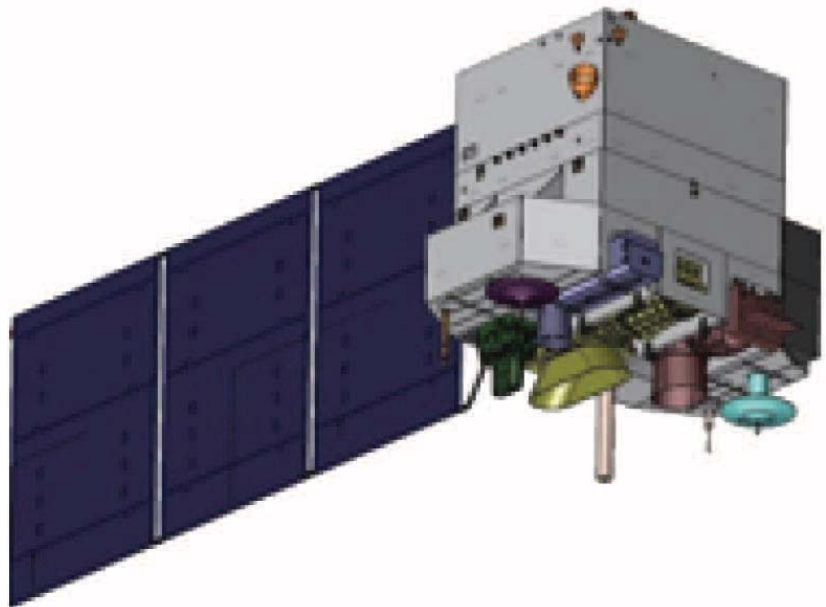
2012/2014/2016

**Tamanho da missão:** porte médio (2 ton)

**Órbita:** 778 km, polar, heliosíncrona

**Agência executora:** INPE-Brasil/CAST-China

**Investimento estimado para o Brasil (para três satélites):** US\$ 330 milhões





## Instrumentos

1. **Câmera MUX:** câmera multiespectral com 3 bandas no visível (VIS) e 1 no infravermelho próximo (NIR), de 20 m de resolução, 120 km de faixa imageada e revisita de 26 dias.

2. **Câmera IRS:** escâner multiespectral infravermelho com 1 banda NIR, 2 bandas infra-vermelho de onda média (SWIR) e 1 banda no infra-vermelho termal, 40 m de resolução (80 m para o termal), 120 km de faixa imageada e revisita de 26 dias.

3. **Câmera WFI:** câmera de campo largo com 3 bandas no VIS e 1 banda no NIR, com 64 m de resolução, 720 km de faixa imageada e revisita de até 5 dias.

4. **Câmera PAN:** câmera pancromática e multiespectral com 4 bandas (3 VIS

e 1 NIR) e resolução de 10 m (Modo multiespectral), e com 5 m de resolução (no modo pancromático); 60 km de faixa imageada e revisita de 52 dias ou de até 3 dias usando espelho de visada lateral.

## Missão

Os vários instrumentos do CBERS fazem do satélite um dos mais apropriados ao monitoramento florestal e agrícola em escala global. Aplicações incluem: detecção e monitoramento do desmatamento, degradação florestal e corte seletivo, dinâmica de uso da terra, aspectos fitossanitários, previsão de safras, suporte a estatísticas agrícolas, adequação a legislação ambiental e suporte ao cadastro de propriedades rurais.

---

## AMAZÔNIA - 1/1B

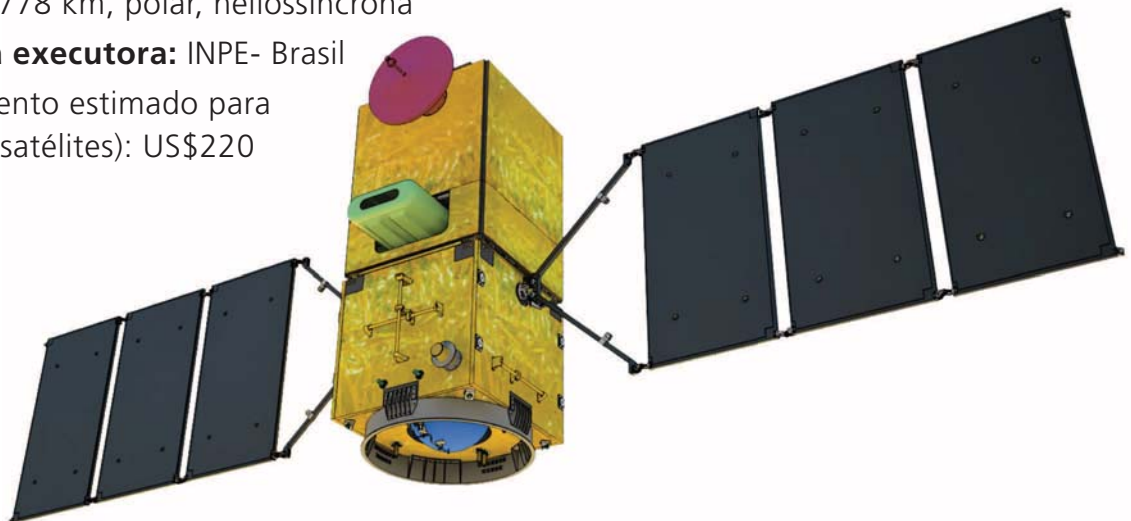
**Lançamentos:** 2013/2015

Tamanho da missão: pequeno porte (500kg)

**Órbita:** 778 km, polar, heliosíncrona

**Agência executora:** INPE- Brasil

Investimento estimado para o Brasil (satélites): US\$220 milhões



## Instrumento

Câmera de campo largo com 3 bandas no VIS e 1 banda no NIR, com 40 m de resolução, 720 km de faixa imageada e revisita de até 5 dias.

## Missão

O Amazônia-1 será um satélite global

de órbita polar, que gera imagens do planeta a cada 4 dias. O Amazônia-1 irá melhorar os dados de alerta de desmatamento em tempo real, ao maximizar a aquisição de imagens úteis diante da grande cobertura de nuvens na região. Fornecerá ainda imagens frequentes das áreas agrícolas brasileiras.

## FLORA (HIPERSPECTRAL)

**Lançamento:** 2016

**Tamanho:** pequeno porte (500 kg)

Órbita: 626 km, polar heliossíncrona

**Agências executoras:** INPE-Brasil/JPL-EUA

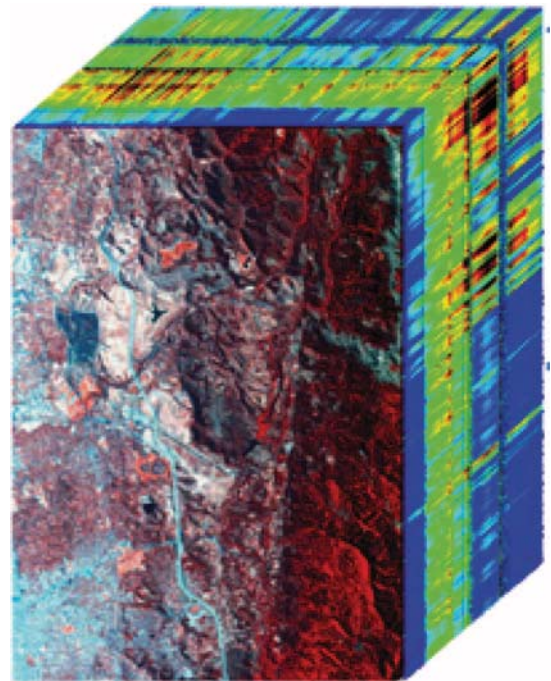
**Investimento estimado para o Brasil (satélite):** US\$ 100 milhões

### Instrumento

Imageador de alta resolução espectral (200 bandas entre 400 e 2500 nm com 10 nm de largura) com faixa de cobertura ampla (150 km). A resolução espacial é 30 metros e a temporal é 19 dias, com quantização em 14 bits (instrumento fornecido pela NASA).

### Missão

Missão que irá produzir pela primeira vez em órbita, imagens hiperespectrais com resolução espacial e cobertura global similar aos satélites de classe LANDSAT-CBERS. Os dados permitem estudos sobre as propriedades bioquímicas e biofísicas da cobertura do solo e sobre a ação do homem (p.ex., desmatamento e queimadas) no funcionamento dos ecossistemas. Proposta em cooperação com o JPL (Jet Propulsion Lab) para concorrer no anúncio

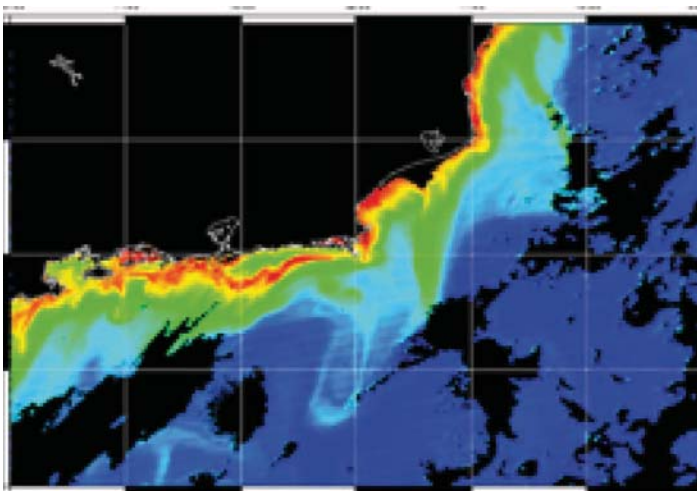


de oportunidade da NASA sobre missões inovadoras.

Dados hiperespectrais são adquiridos em bandas estreitas, contíguas e em número suficiente para construir espectros semelhantes aos de laboratório. Indicam características bioquímicas (p.ex., teores de nutrientes, umidade) e biofísicas de plantas. Detectam estresse hídrico, doenças, ou dificuldades de adaptação da cultura ao solo. Medem absorção mineral em superfícies expostas de rochas. Em águas costeiras e interiores, medem clorofila e sedimentos em suspensão.

---

## SABIA-Mar - 1/1B



**Lançamentos:** 2017/2019

**Tamanho da missão:** pequeno porte (500 kg)

**Órbita:** 800 km, polar heliossíncrona

**Agência executora:** INPE-Brasil/CONAE-Argentina

**Investimento estimado para o Brasil (satélite):** US\$ 160 milhões.

## Instrumento

Câmera CCD multi-espectral, com 11 bandas no visível (VIS) e 2 no infra-vermelho próximo (NIR), com 1,1 km de resolução, 2.200 km de faixa imageada, revisita de 1-3 dias, quantização em 12 bits, 25 Mbit/s, MTF  $\geq 0,30$ .

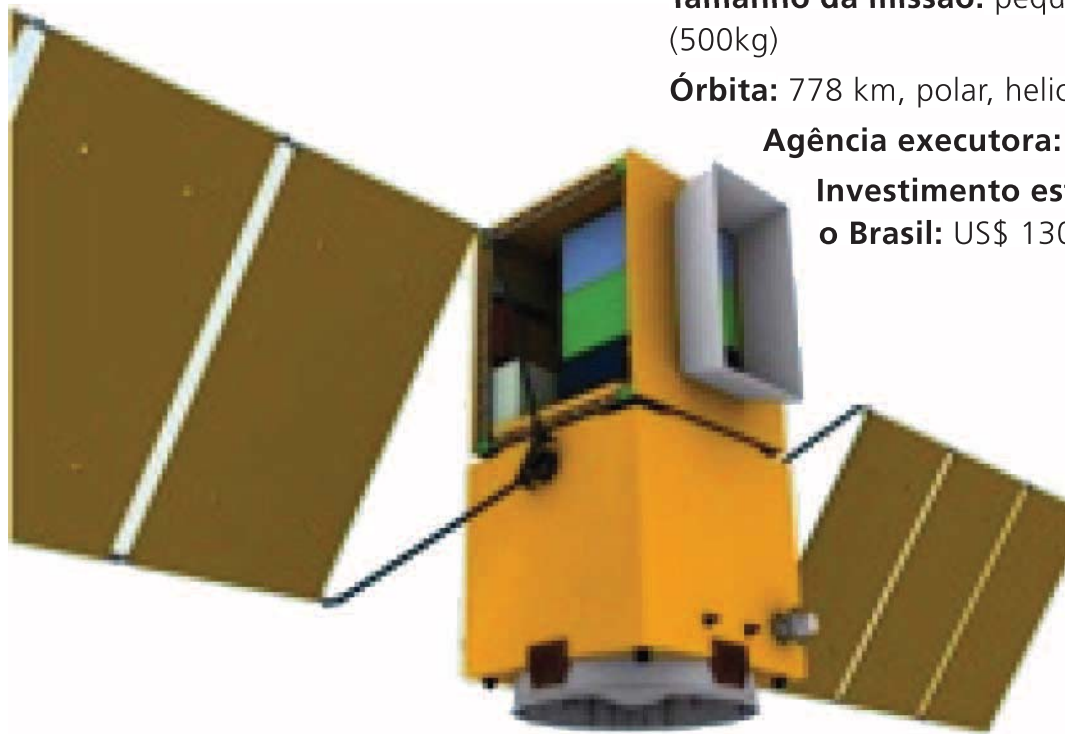
Câmera CCD multi-espectral, com 11 bandas no visível (VIS) e 2 no infra-vermelho próximo (NIR), com 200 m de resolução e 200 km de faixa imageada.

## Missão

Satélite de sensoriamento remoto da cor do oceano para observar os ecossistemas oceânicos em escala sinóptica e obter uma visão global da biosfera marinha, ameaçada pelo aquecimento global e pela acidificação dos oceanos. O satélite SABIA-MAR detecta florações de algas em apoio às indústrias do turismo e aquicultura e permite demarcar áreas marinhas protegidas e indicar zonas potenciais para a pesca.

---

## AMAZÔNIA 2



**Lançamento:** 2018

**Tamanho da missão:** pequeno porte (500kg)

**Órbita:** 778 km, polar, heliossíncrona

**Agência executora:** INPE- Brasil

**Investimento estimado para o Brasil:** US\$ 130 milhões

## Instrumento

Câmera imageadora com 2 bandas no VIS, 1 no NIR, 1 no SWIR, resolução espacial de 20 m, com 360 km de varredura, revisita de 8 dias de cada satélite da missão e, com operação combinada, 4 dias entre duas coberturas.

## Missão

O satélite Amazônia 2 será projetado

para preservar a continuidade dos dados gerados pelos satélites Amazônia-1 e CBERS-3, CBERS-4 e CBERS-4B. Os dados permitem monitorar ecossistemas e a produção agrícola global, com múltiplas imagens num ciclo de produção de 90-100 dias (culturas anuais).

## Satélite SAR



**Lançamento:** 2018

**Tamanho da missão:**  
médio (2-2,5 ton)

**Órbita:** polar 800 km,  
heliossíncrona

**Agência executora:** INPE-  
Brasil ou em cooperação  
internacional

**Investimento estimado  
para o Brasil (satélite):**  
US\$ 300 milhões  
(caso sem cooperação  
internacional)

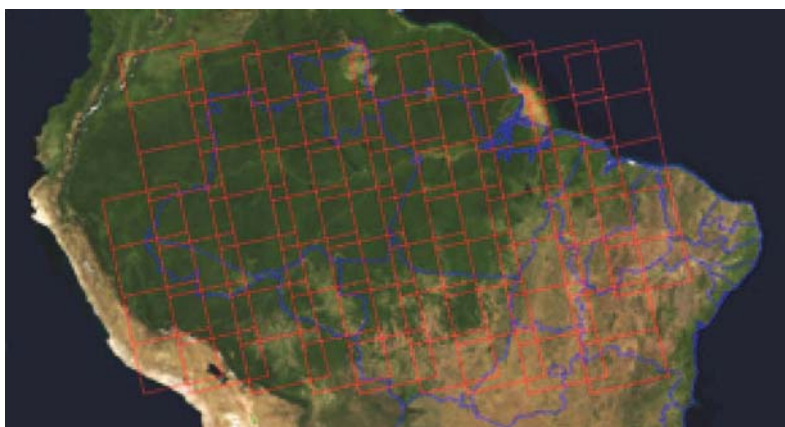
### Instrumento

Imageador SAR banda-L, 1,25 GHz, polarimérico (HH, HV, VH e VV), operando em vários modos, com múltiplas resoluções (de 5 a 30 m) e ciclos de revisita de 5 a 25 dias.

### Missão

O Satélite SAR terá três modos de operação: (a) Cobertura Rápida (operacional): cobre a Terra em 5 dias, com resolução de 30 m numa faixa de 560 km; (b) Cobertura Detalhada (operacional): cobre a Terra em 25 dias, com uma resolução de

10m numa faixa de 115 km; (c) Alta Resolução (sob demanda): obtém imagens de 3 m de resolução, com faixa de 30 km. O Satélite SAR atende às necessidades operacionais de monitoramento da floresta Amazônica e da agricultura brasileira. Complementar ao satélite óptico Amazônia-2, o Satélite SAR servirá a aplicações em cartografia, geração de modelos de terreno, análises de deformações no terreno, mudanças de uso da terra para análises de desflorestamento e agricultura, detecção de alvos de interesse para inteligência.



Modo de cobertura rápida  
5 dias de tempo de cobertura  
global  
Polarização HH + HV  
Resolução de 40m em  
azimute e 30m em elevação



## Missões Científicas

O INPE planeja construir satélites de pequeno porte para atender demandas da comunidade científica nacional e internacional. Prevê-se dois tipos de missão. As missões de Geofísica Espacial geram dados sobre fenômenos geofísicos e aeronômicos típicos do hemisfério sul e da região equatorial. Os satélites de Astrofísica visam obter observações

inéditas para pesquisa. As missões propostas com satélites científicos enquadram-se em duas classes: satélites LEO na classe de 100 kg, utilizando como lançador o VLM em desenvolvimento no DCTA, e os satélites LEO na classe de 500 kg, baseados na plataforma multimissão, a PMM.

---

### LATTES-1



**Lançamento:** 2017

**Tamanho da missão:**  
pequeno porte (500kg)

**Órbita:** 650 km, Inclinação  
~15°

**Agência executora:** INPE-  
Brasil (com cooperação  
internacional)

**Investimento previsto:**  
US\$ 90 milhões

### Instrumentos

#### Missão EQUARS: Clima Espacial

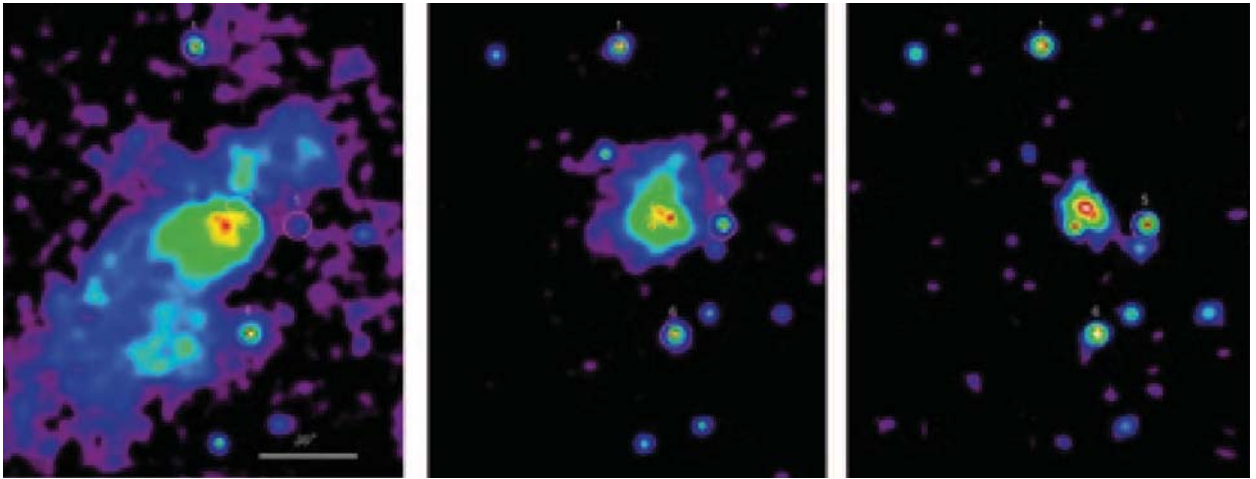
1. IONEX – Experimentos do Plasma Ionosférico – INPE/Brasil
2. ELISA – Analisador de Energia Eletrostática – INPE/Brasil
3. GLOW – Fotômetro Infravermelho – INPE/Brasil
4. GROM – Receptor GPS – INPE, UNESP/Brasil

5. APEX – Detetor de Partículas – INPE, USP, NASA, NRL/EUA; RIOKEN/ Japão.

6. CITRIS – Receptor Beacon, NRL/ EUA

#### Missão MIRAX: Astrofísica

1. HXI – Quatro espectrômetros imageadores de Raio-X – INPE/ Brasil, CFA/EUA

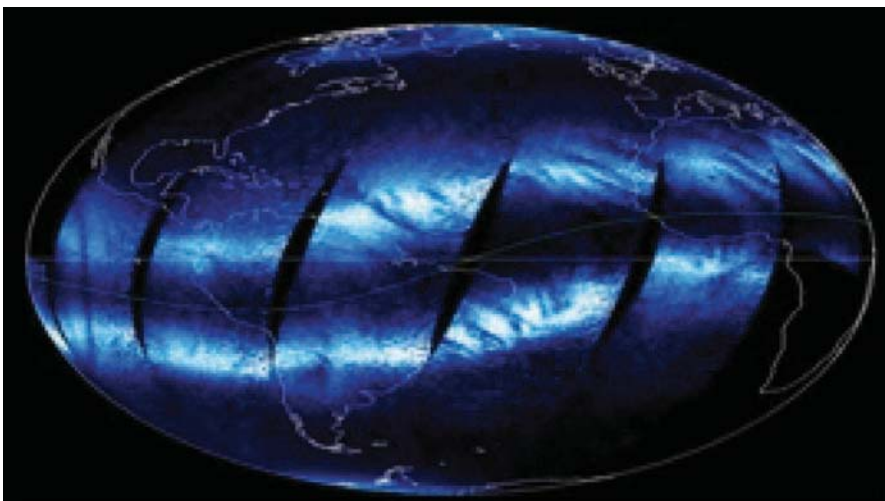


Região central da galáxia espiral NGC 253 (“Galáxia do Escultor”) em três bandas de energia de raios-X: 0,2-1,5 keV, 1,5-4,5 keV e 4,5-8 keV, da esquerda para a direita, respectivamente. Imagens geradas pelo telescópio CHANDRA. A missão MIRAX irá gerar imagens com detectores de raios-X “moles” (menos que 10 keV) e “duros” (maior que 10 keV). Imagens NASA.

## Missão

O LATTES-1 será um satélite científico de dupla missão: EQUARS e MIRAX. A missão EQUARS é de Clima Espacial, e seus instrumentos monitoram propriedades físicas, químicas e dinâmicas da atmosfera e da ionosfera terrestre, estudando os efeitos de partículas energéticas de origem solar e de origem cósmica. A missão MIRAX tem como objetivo principal monitorar o

céu através da medição de raios-X e gama para estudar explosões cósmicas de raios gama e fontes transientes associadas a buracos negros e estrelas de nêutrons. Os experimentos científicos da Missão EQUARS serão montados em um lado do satélite, com visada para a atmosfera e a ionosfera terrestre, enquanto os experimentos da Missão MIRAX serão montados no outro lado do satélite, com visada para o espaço.



Bolhas de plasma ionosférico sobre a região do equador magnético. Essas bolhas tem impacto sobre sinas de satélites de navegação (GPS). Os dados do LATTES-1 irão melhorar sua detecção. Imagens da constelação de satélites COSMIC.

Em paralelo à missão científica, terá grande relevância o fato de o sistema de controle e supervisão de bordo (ACDH) do satélite ser o primeiro completamente desenvolvido no Brasil. Além do ganho técnico em guiagem e controle, o LATTES-1 viabilizará o completo domínio de todas as tecnologias para o desenvolvimento independente de missões espaciais no Brasil.

## Microssatélites para Clima Espacial - CLE

As missões irão gerar dados sobre propriedades do campo magnético e da ionosfera para atividades de Clima Espacial. Os experimentos serão desenvolvidos em curto prazo e adaptados para lançamento a bordo do VLM, dada a experiência do INPE na construção de cargas úteis lançadas por foguetes sub-orbitais e em satélites científicos. Entre os experimentos a ser lançados incluem-se:

1. Sonda de Langmuir (SLP), para medir a densidade numérica do plasma e a distribuição espectral das irregularidades

de plasma, geradas por processos eletrodinâmicos.

2. Sonda Capacitiva em Alta Frequência (HFC), para medir a densidade numérica de elétrons ao longo da trajetória do satélite.

3. Sonda de Temperatura Eletrônica (ETP), para medir a temperatura cinética dos elétrons.

4. Analisador de Potencial Retardante (RPA), para medir a distribuição de energia dos elétrons e íons.

## Microssatélites para Astrofísica - AST

A missão AST-1 (COSMO\_GAL) é dedicada ao estudo da origem e da composição da emissão de poeira anômala ("spinning dust") e da emissão maser em regiões de formação estelar. Envolverá medidas na faixa de rádio entre 10 e 25 GHz e vai cobrir um nicho científico específico ainda muito pouco explorado, tanto no solo quanto a bordo de satélites ou balões estratosféricos. Suas características básicas serão: massa de ~ 100 kg, diâmetro ~ 0,6 - 0,7 m, sistema simples de estabilização (spin-stabilized), órbita polar com altitude entre 700 - 1000 km, baixo consumo (menor que 1000 W) e uma óptica simples ("on-axis") baseada em espelho feito de material composto. O lançamento poderia

ocorrer entre 2016 e 2018.

A missão AST-2 (STer) é concebida para explorar o mecanismo de produção de energia em transientes como explosões solares e estudar a distribuição de gás e poeira galáctica possíveis de serem observadas na faixa de rádio acima de 1000 GHz (1THz ou 299 microns). As características básicas são massa da ordem de 100 kg, diâmetro ~ 0,7 - 0,7 - 0,2 m, sistema simples de estabilização (spin-stabilized), órbita com altitude entre 700 - 1000 km, baixo consumo (menor que 1000 W) e óptica simples ("on-axis") baseada em cornetas corrugadas, podendo ser equipado com refletor parabólico de material muito leve.

## Missão Coleta de Dados

A Missão Coleta de Dados Ambientais, embora não se prevejam satélites dedicados unicamente a esta atividade, será reavaliada e uma nova estratégia de continuação será definida.

O Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais usa plataformas de coleta de dados (PCDs), pequenas estações automáticas instaladas geralmente em locais remotos. Fornecem dados ambientais

diários, coletados nas diferentes regiões do território nacional. Os dados adquiridos pelas PCDs são enviados aos satélites que os retransmitem para as estações terrenas do INPE, em Cuiabá e Alcântara. A partir daí, os dados são enviados para o Centro de Missão, em Natal, onde é realizado o seu tratamento e a sua distribuição imediata aos usuários do sistema.

Os dados de PCDs são utilizados

em aplicações como a previsão de tempo, estudos sobre correntes oceânicas, marés, química da atmosfera, e monitoramento hídrico. Existem hoje mais de 800 plataformas instaladas no território nacional. Uma aplicação de grande relevância é o monitoramento das bacias hidrográficas pelas redes de plataformas da ANA e do SIVAM, que fornecem dados fluviométricos e pluviométricos.

A operação do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA)

começou com o lançamento do satélite SCD-1 em 1993, que ainda está em operação. Em 1998, foi lançado o satélite SCD-2. Com órbita de baixa inclinação, os SCD-1 e 2 fornecem melhor cobertura das PCDs que satélites polares.

A continuidade da Missão de Coleta de Dados ambientais será garantida pela inclusão de transponderes de coleta de dados avançados em satélites das missões aqui descritas, em especial nos satélites de baixa inclinação.



O SINDA – Sistema Nacional de Dados Ambientais é gerenciado pelo Centro Regional do Nordeste em Natal, para descentralizar o P&D de novas tecnologias de coleta de dados ambientais.

### 13. Desenvolvimento de plataformas e tecnologias para as missões propostas

As missões definidas na seção anterior serão realizadas por meio de um conjunto de plataformas espaciais, descritas nesta seção. As atividades de Engenharia para este desenvolvimento cobrem o ciclo de desenvolvimento dos satélites: concepção, projeto, implementação, montagem, integração e testes, lançamento e aceitação em órbita. Incluem ainda suas

interfaces com os segmentos de solo, aplicações e lançador. A proposta indica as características dos subsistemas de cada plataforma proposta necessárias para atender aos requisitos de cada missão.

Devem ser consideradas também as tecnologias necessárias ao desenvolvimento das missões (aqui denominadas tecnologias críticas), tanto para as plataformas quanto



para as cargas úteis. Essas tecnologias devem ter seu ciclo de desenvolvimento incluído nas fases iniciais de desenvolvimento das missões (até Fase B), de modo a permitir decisões quanto à viabilidade de seu uso nas fases posteriores. A definição e a verificação da disponibilidade dessas tecnologias é parte do escopo das fases iniciais do projeto.

## Satélites na classe de 100 kg

Nessa classe serão produzidos satélites em um programa permanente de missões espaciais científicas. Serão utilizados como veículos lançadores os da família VLS, através da operacionalização do VLM (veículo lançador de microssatélites) sob responsabilidade do DCTA. O uso do VLM aumenta a sinergia entre os executores do programa espacial brasileiro. Os



## Satélites na classe de 500 kg

Os satélites nessa classe servem a missões de sensoriamento remoto, meteorologia e ciência espacial. São baseados na Plataforma Multimissão, projetada para acomodar diferentes tipos de cargas úteis a partir de um projeto básico

As seguintes categorias de satélites podem ser identificadas a partir das missões propostas anteriormente:

- Satélites na classe de 100 kg
- Satélites na classe de 500 kg
- Satélites LEO na classe de 2-2,5 ton

satélites nessa classe terão como base a atualização da plataforma do programa FBM (microssatélite franco-brasileiro), missão conjunta anteriormente conduzida pelo INPE e CNES (o Centro Nacional de Estudos Espaciais Francês). Esta plataforma atende as demandas de missões científicas relativas ao período 2018-2020, indicadas na seção 12 deste documento.

**Massa da plataforma:** 65 kg

**Massa disponível para carga útil:** até 35 kg

**Potência disponível para a carga útil:** 35 W

**Órbitas:** quase-equatoriais e polares (altitude de 600 a 900 km)

**Precisão de apontamento:**  $< 0.5^\circ (3\sigma)$

**Determinação de Atitude:**  $< 0.05^\circ (3\sigma)$

Estabilidade (Drift):  $< 0.05\%/s$

Jitter:  $< 0.001^\circ$

comum. O desenvolvimento inicial da PMM tem um investimento de US\$ 90 milhões num período de 7 anos (2004-2011). Este investimento inicial será compensado pelo menor custo das missões subsequentes. O custo recorrente de uma PMM está

estimado em US\$ 50 milhões, podendo ser ainda menor caso seja contratada mais de uma plataforma em conjunto.

As características da PMM têm vários aspectos positivos: (a) sistema de atitude que atende a missões de imageamento

com até 3 metros de resolução; (b) potência e massa suficiente para grande variedade de cargas úteis; (c) computador de bordo atualizado com software aderente a padrões internacionais; (d) suprimento de potência adaptável a diferentes instrumentos.

**Massa da plataforma:** 250 kg

**Massa disponível para carga útil:** até 280 kg

**Potência disponível para a carga útil:** 225 W

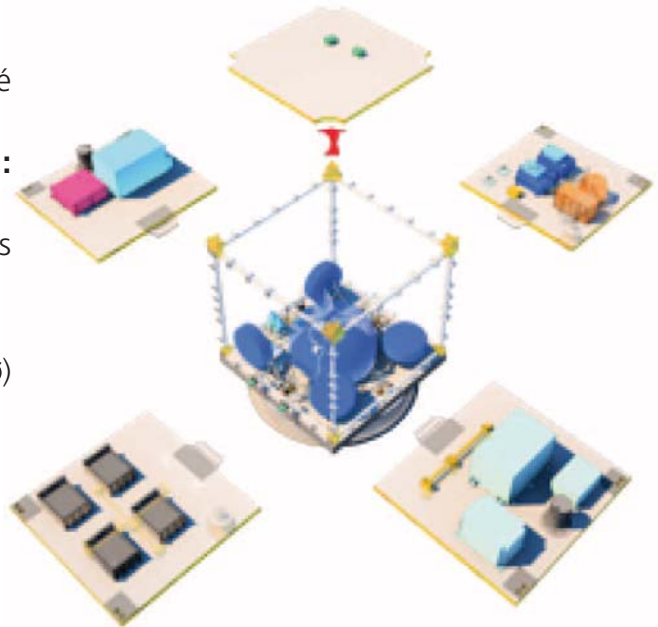
**Órbitas:** quase-equatoriais e polares (altitude de 600 a 1200 km)

**Precisão de apontamento:**  $< 0.05^\circ$  ( $3\sigma$ )

**Determinação de Atitude:**  $< 0.005^\circ$  ( $3\sigma$ )

Estabilidade (Drift):  $< 0.001\%/s$

Jitter:  $< 0.0001^\circ$



## Satélites LEO na classe 2-2,5 toneladas

Os satélites nessa classe servirão a missões de sensoriamento remoto ópticas e de imageamento por radar. As missões ópticas dizem respeito ao Programa CBERS, cuja plataforma é baseada em uma concepção chinesa e cuja fabricação é partilhada entre Brasil e China.

Uma plataforma brasileira nessa classe será utilizada para o desenvolvimento

de um satélite radar. O imageamento por radar, SAR (**Synthetic Aperture Radar** – Radar de Abertura Sintética), possui aplicações complementares ao imageamento óptico. Um sistema de satélites, incluindo satélites ópticos e radar em órbita polar, como previsto para os satélites brasileiros, permitirá o monitoramento global das áreas florestais e agrícolas do planeta.



**Massa da plataforma:** entre 1 e 2 ton

**Massa disponível para carga útil:** entre 1 e 2 ton

**Potência disponível para o instrumento radar:** 4500 W (avg)

**Controle:**  $0.1^\circ$  em yaw e pitch;  $0.3^\circ$  em roll

Parte da capacitação necessária ao desenvolvimento dessa nova missão SAR existe no país, em função dos projetos já realizados pela indústria nacional para a Defesa na área de radar e da existência de empresas que prestam serviços em sistemas transportados em avião. Além disso, várias empresas brasileiras já atuam no setor espacial, tendo experiência no fornecimento de diferentes equipamentos e subsistemas para satélites e aplicações em solo.

Há desafios tecnológicos a ser superados, representando oportunidades para inovação nacional. Os dois principais elementos de inovação no satélite estão relacionados ao instrumento SAR: a antena e o processador radar embarcado. Em ambos, poderá ser necessário obter apoio de agências espaciais estrangeiras para minimizar riscos de atraso no

## Tecnologias Críticas

As tecnologias críticas dizem respeito aos produtos, processos e serviços necessários ao desenvolvimento das missões espaciais. Essas tecnologias são entendidas em sentido amplo, incluindo também inovações organizacionais. Dessa forma, elas compõem parte do desenvolvimento

## Segmento Espacial

Nesse setor é necessário o desenvolvimento de tecnologias para plataformas, cargas úteis e atividades de integração e teste. Como parte das atividades de definição preliminar, deve ser prevista uma atividade de identificação de novas tecnologias necessárias à concepção, projeto e fabricação do(s) satélite(s) de cada missão.

Para as plataformas, devem ser estudadas/desenvolvidas tecnologias na área de sistemas de navegação e propulsão, computação de bordo, sistemas de potência, estruturas e controle térmico, e telecomunicações, para os diferentes tipos de plataformas descritos anteriormente.

desenvolvimento do projeto e aumentar as possibilidades de aprendizado tecnológico.

Em paralelo às plataformas desenvolvidas para as missões propostas, serão também planejadas as atividades necessárias para que se disponibilizem plataformas de baixo custo utilizando sempre que possível componentes de qualidade comercial. Objetiva-se criar ferramenta para experimentos e testes de natureza tecnológica para aplicação nos futuros programas operacionais.

Da mesma forma, serão planejadas atividades de prospecção para as fases iniciais (Fase O/A) de missões potenciais, cuja decisão de continuidade dependerá de análise dos resultados dessas fases. As missões ASTER (estudos de asteroides) e IBSA (Clima espacial) incluem-se nessa categoria.

institucional do INPE, direcionado às missões espaciais.

Essas tecnologias podem ser classificadas segundo o segmento da missão ao qual elas se aplicam: segmento espacial, segmento solo e segmento de aplicações.

Para as cargas úteis, devem ser estudadas/desenvolvidas tecnologias na área de sensores ópticos, antenas ativas e processadores radar, radiômetros em microondas, *transponderes*, transmissores e antenas, para aplicações nas áreas de observação da Terra, meteorologia, telecomunicações, astrofísica e clima espacial.

Na área de integração e testes de satélites, são necessárias inovações organizacionais que possibilitem a reestruturação das facilidades do INPE para permitir atividades de AIT (*assembly, integration, and tests* – montagem,

integração e testes) de pelo menos dois satélites simultaneamente. São necessários também novos desenvolvimentos para equipamentos de suporte à integração em

solo (GSE – *Ground Support Equipment*) e sistemas computacionais para automação dos testes.

## Segmento Solo

Nesse setor é necessário o desenvolvimento de tecnologias para a operação automatizada de satélites e para sistemas de apoio (recepção, rastreamento e comando) transportáveis. Também são

necessárias tecnologias que permitam suporte cruzado com outras estações de solo ao redor do mundo, apoiando a fase inicial de lançamento e operações de emergência.

## Segmento de Aplicações

Em função da missão a ser desenvolvida são necessárias atividades de desenvolvimento de algoritmos para tratamento de dados e suporte ao usuário final. Essas atividades devem acompanhar os primeiros desenvolvimentos de um projeto, de modo a garantir compatibilidade com os requisitos da missão.

Faz-se, também, necessário desenvolvimentos tecnológicos e organizacionais para as áreas de calibração e validação (CAL/VAL) de dados, nas missões científicas, de meteorologia e de observação da Terra. Isso implica em desenvolvimento de equipamentos, software dedicado e treinamento de equipes para essa atividade.

---

## 14. Infraestrutura para programas de satélites

### Integração e Testes

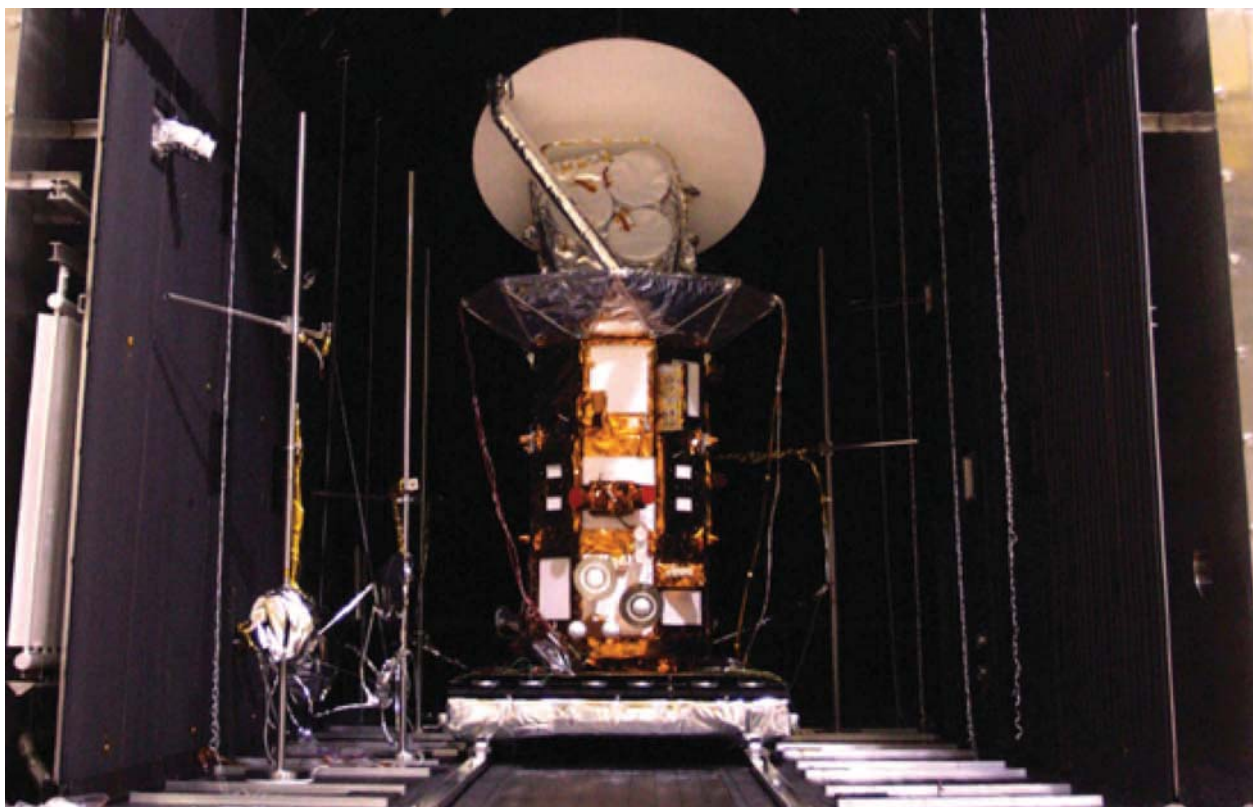


Figura 14.1 – Satélite SAC-D/AQUARIUS em câmara vácuo-térmica do LIT



As missões espaciais previstas para o período 2011-2020 incluem satélites de até 2.500 kg e o LIT deverá estar capacitado para atender a todas. O LIT também precisará estar aparelhado para montar e testar no mínimo dois satélites distintos de

maneira simultânea.

A Tabela 14.1 delinea as atualizações necessárias ao LIT para atender às demandas das missões espaciais para o período 2011-2020.

<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>
Ampliação da capacidade física instalada por meio de investimentos em novos itens de infraestrutura	Aquisição e instalação de vibrador eletrodinâmico com capacidade superior a 300 kN, dotado de acessórios compatíveis com testes de satélites
	Aquisição e instalação de câmara blindada anecóica dotada de campo próximo de antenas.
	Instalação de Sala de Integração de Satélites com pé-direito superior a 15 m.
	Consolidação dos laboratórios para o recebimento, armazenamento, qualificação e análise de falhas em componentes eletrônicos.
Reposição e ampliação das equipes por meio de investimentos para a contratação e treinamento de recursos humanos	Construção de edificação com as facilidades típicas de laboratórios destinados a montagem, integração e testes de satélites, que acomode as ampliações previstas.
	Manutenção e ampliação das equipes atuais responsáveis pelas atividades de montagem, integração, testes, e apoio técnico e administrativo.
	Formação de equipes para a operação e manutenção dos novos itens da infraestrutura.
Reposição e ampliação das equipes por meio de investimentos para a contratação e treinamento de recursos humanos	Ampliação da equipe para as atividades de montagem e integração de satélites.
	Manutenção e modernização do prédio do laboratório; dos equipamentos de teste de grande porte; da instrumentação de medida e calibração; e dos equipamentos de apoio à operação do laboratório (sistema de ar-condicionado e filtragem, transformação, estabilização e distribuição de tensão, no-breaks, servidores de rede e armazenamento de dados, ar-comprimido, vácuo, telefonia, detecção e combate a incêndios, iluminação, supervisão de segurança, controle de acesso, portas especiais e elevadores).

Tabela 14.1 – Atualizações necessárias ao LIT para o período 2011-2020

## 15. Rastreo e Controle

O Centro de Rastreo e Controle de Satélites (CRC) faz o controle em órbita de todos os satélites desenvolvidos pelo INPE. É constituído pelo centro de controle de satélites em São José dos Campos e das estações de rastreo e controle: em Cuiabá e Alcântara (MA). O CRC controlou em órbita com sucesso os satélites de Coleta de Dados (SCD1 e SCD2), de órbita baixa equatorial e os satélites CBERS-1, CBERS-2 e CBERS-2B, de órbita baixa polar. Dadas as missões planejadas

pelo INPE para 2011-2015, é preciso instalar uma estação de rastreo e controle em Cruzeiro do Sul (AC). Uma estação de rastreo e controle móvel a ser localizada em qualquer lugar do Brasil, conforme a necessidade operacional de controle é ainda necessária. Nos próximos anos, o CRC deve adotar os padrões internacionais da área e renovar seu software. Para o satélite geoestacionário de meteorologia, é preciso instalar uma estação de controle em Cachoeira Paulista.

## 16. Monitoramento do Uso e Cobertura da Terra no Brasil

A Coordenação de Observação da Terra (OBT) do INPE tem programas de monitoramento do desmatamento da Amazônia, de áreas cultivadas com cana-

de-açúcar na região centro-sul do Brasil e de balanço de emissões de reservatórios hidrelétricos no território nacional. Considerando-se as dimensões continentais



do país, propõe-se ampliar os programas de monitoramento do uso e da cobertura da terra com dados de satélites no Brasil de modo a incluir, além da Amazônia, os biomas Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Campos Sulinos.

As metodologias desenvolvidas pela OBTA para os programas PRODES e DETER, de monitoramento sistemático do desmatamento na Amazônia Legal, são respeitadas internacionalmente e servem de referência em iniciativas globais de monitoramento de florestas. Para monitorar os demais ecossistemas brasileiros, as

metodologias do PRODES e do DETER não são suficientes, pois baseiam-se numa única transição de cobertura da terra (de floresta para desmatamento). As demandas nacionais transcendem o mero inventário de perda de cobertura florestal. É necessário que todas as transições de cobertura da terra sejam documentadas e quantificadas para atender aos compromissos nacionais como, por exemplo, o inventário de emissões de carbono, o inventário da dinâmica de habitats disponíveis para conservação de biodiversidade, a avaliação da dinâmica da agricultura e da expansão urbana.

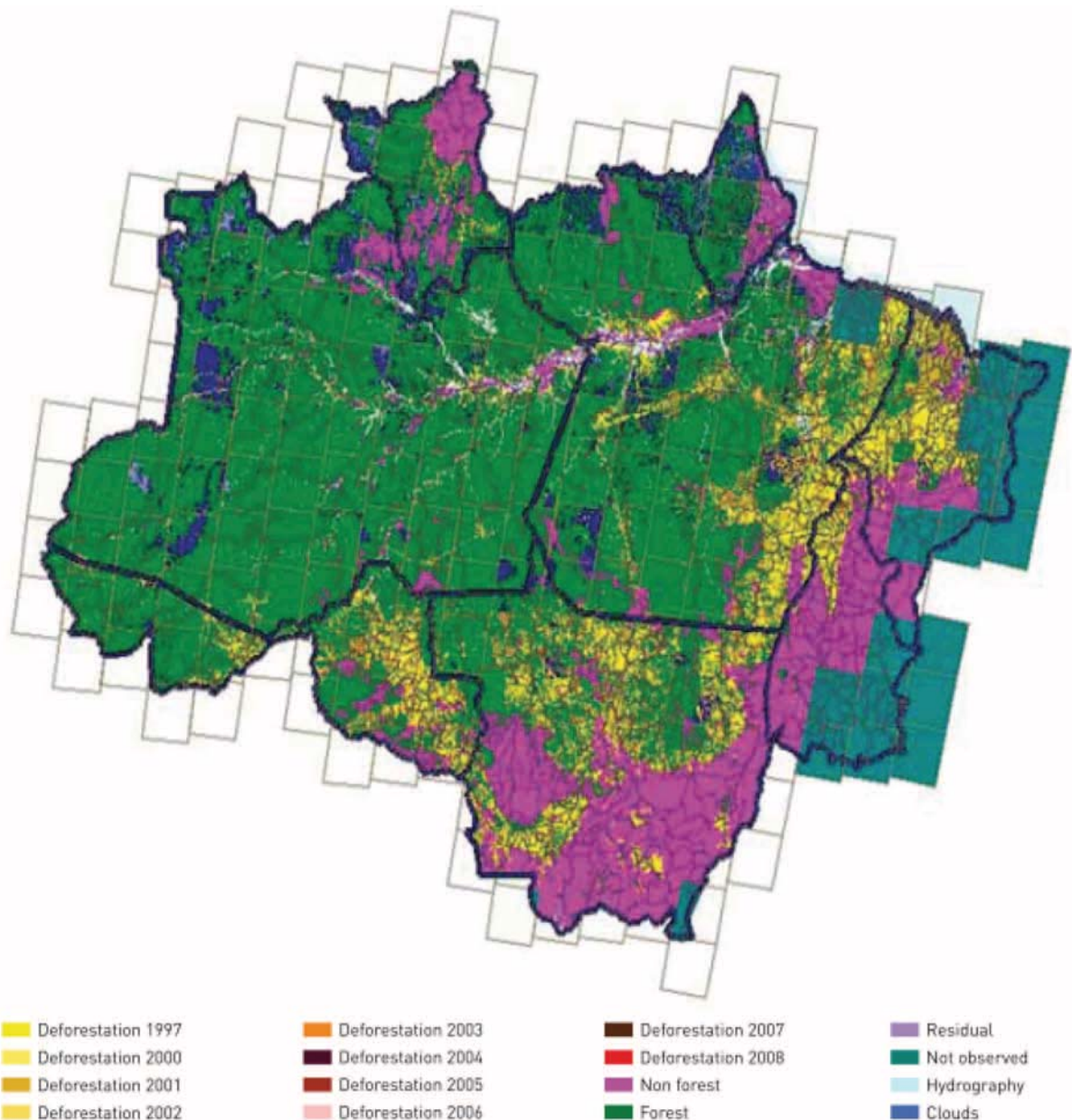


Figura 16.1 – Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES) entre 1997 e 2008

Para dispor de metodologias operacionais para os demais biomas, será preciso identificar nas imagens, além da cobertura, o uso e a função da terra. Assim será preciso estender o monitoramento florestal hoje em operação aos demais usos da terra, dentro de uma abordagem multi-escala. A experiência científica da OBT demonstra que essa ampliação de escopo dos programas de monitoramento é viável.

Como exemplo da viabilidade técnico-científica do monitoramento do uso da terra, a OBT monitora a cultura da cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil desde 2003. A dinâmica do cultivo da cana-de-açúcar e a consequente mudança de uso da terra são avaliadas para verificar a expansão da área plantada, seu impacto na produção de alimentos, e os critérios de sustentabilidade ambiental.

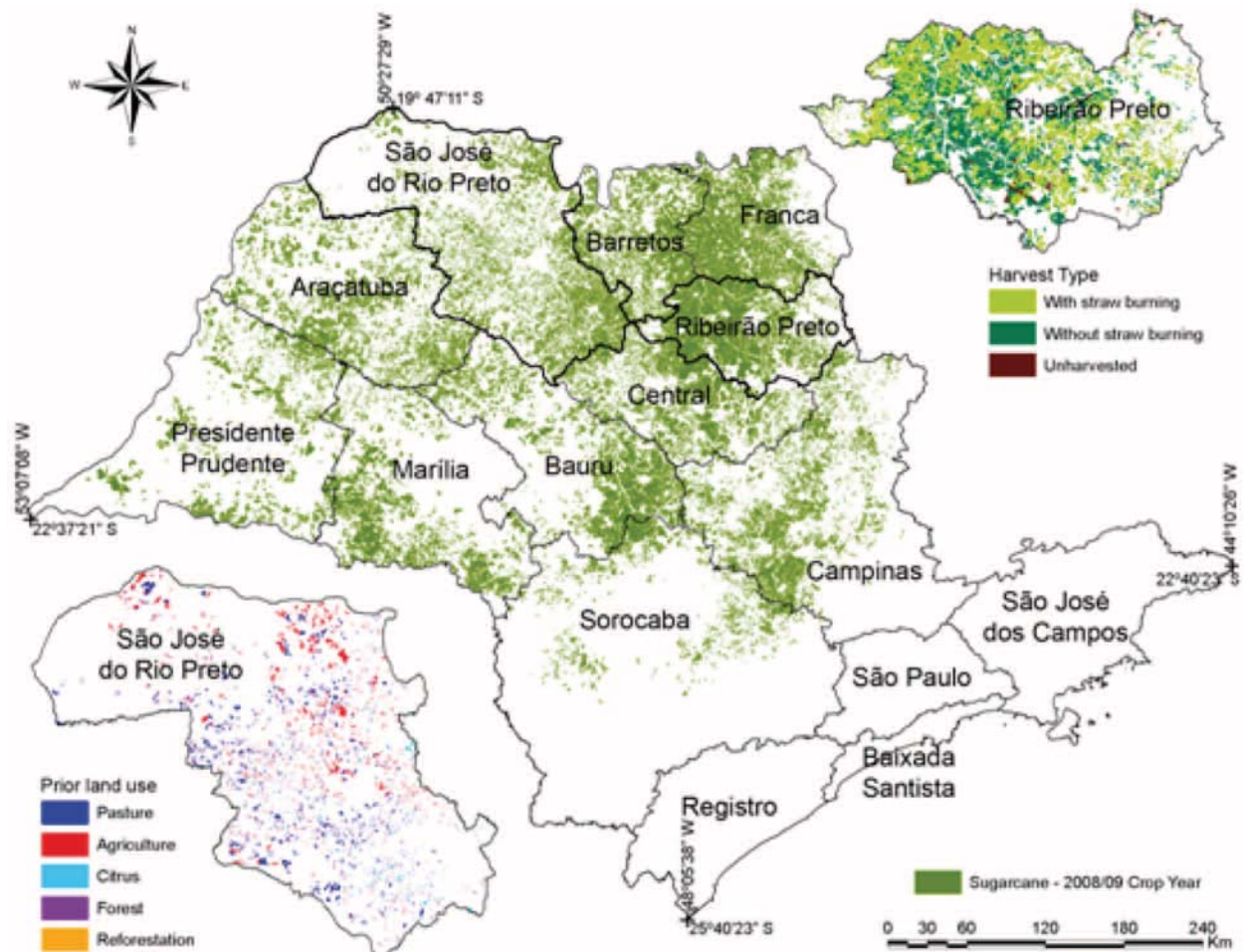


Figura 16.2 – Distribuição das áreas cultivadas com cana-de-açúcar em São Paulo 2008/2009 obtidas a partir de imagens de satélite

Para o período 2011 – 2015 a OBT converterá o monitoramento florestal da Amazônia em monitoramento da cobertura da terra desse bioma. Adicionalmente, será desenvolvido o monitoramento do primeiro bioma não amazônico, o Cerrado, e será investigada a viabilidade de se ampliar o escopo dessa iniciativa para a Caatinga. A OBT pretende com essa iniciativa atender às demandas de informação

sobre a dinâmica de cobertura da terra previstas nos planos governamentais de gestão territorial, PPCDAm, PPCerrado, já em operação, e PPCaatinga, em fase de planejamento. Para os biomas Amazônia e Cerrado o Plano Nacional de Mudanças Climáticas estabeleceu, em leis, metas de redução de desmatamento até 2020. O INPE fará esses levantamentos seguindo a estrutura de classificação de cobertura da

terra desenvolvida pela FAO, o LCCS (Land Cover Classification System). Para auxiliar esses levantamentos, a OBT desenvolveu um banco de dados de imagens MODIS contendo o andamento da atividade fotossintética, representada por índice de

vegetação, em cada local, desde 2000. Os dados permitem caracterizar as diferentes mudanças de uso da terra, e comportamento fenomenológico da vegetação, e serão importantes para monitorar os biomas brasileiros.

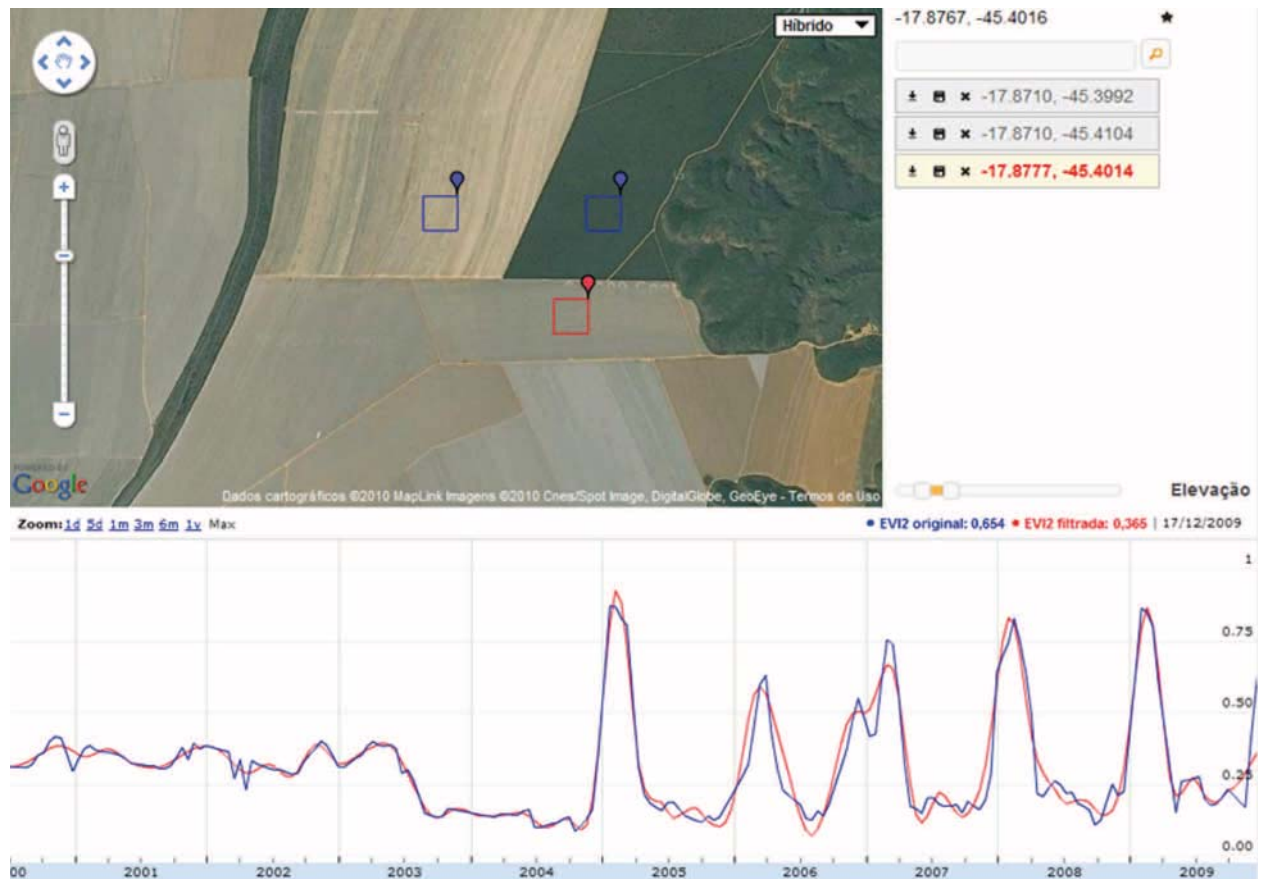


Figura 16.3 – Área de soja no Cerrado (17,9°S, 45,4°W) desmatada em 2003 e onde a soja é plantada anualmente desde 2005. Imagem: LAF-OBT/INPE.

## 17. Clima Espacial

Uma das metas do Plano Diretor do INPE 2007-2011 é estabelecer o programa de Clima Espacial. No período de 2008 a 2010 iniciou-se a implantação do programa, com foco em: (1) Adquirir instrumentos de coleta de dados do Sol, da ionosfera e do solo; (2) Montar o banco de dados; (3) Disseminar resultados na Internet; (4) Construir a infraestrutura física. Para o período de 2011 a 2015, a principal meta será a operacionalização do Centro de Informação e Previsão do Clima Espacial (Figura 17.1). Para atingi-la propomos as seguintes ações:

1. Consolidar o centro operacional de informação e previsão do Clima Espacial: (a) construir o centro de operações; (b) instalar sistema computacional do Clima Espacial (processamento e modelagem); (c) distribuir a informação de Clima Espacial para os potenciais usuários e comunidade nacional e internacional.

2. Consolidar, ampliar e manter as redes de sensores do Clima Espacial: (a) monitoramento da ionosfera em Belém, Boa Vista, Alta Floresta e Campo Grande, com instalação de ionossondas, magnetômetros e imageadores; (b) rede de sensores GPS em



diversas localidades no país; (c) sistema de radio telescópios (BDA, BSS, SPUA, SPECM) e raios cósmicos, instalados em Atibaia, Cachoeira Paulista e São Martinho da Serra; (d) rede de sensores GIC (magnetômetros e sensores de campo elétrico), junto a linhas de transmissão de energia elétrica e dutos para transporte de óleo e gás.

3. Pesquisar, propor e testar

modelos de fenômenos associados com o Clima Espacial: (a) pesquisar conceitos físicos, matemáticos e computacionais para proposição de novos modelos de fenômenos integrando conceitos físicos e diferentes fontes de dados, oriundos das redes de sensores; (b) pesquisar modelos matemáticos e computacionais para assimilação de dados observados nos modelos dos fenômenos de clima espacial.

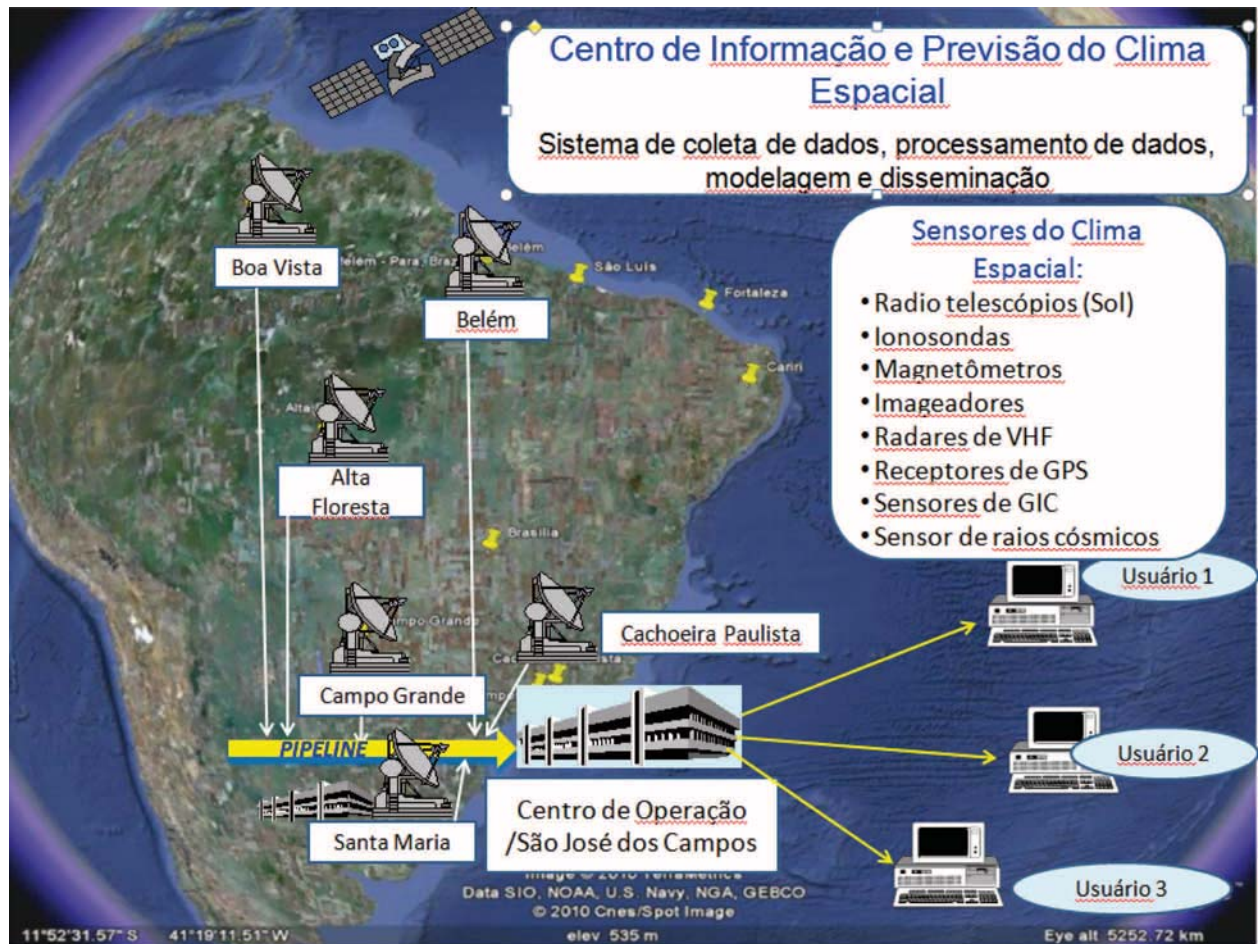


Figura 17.1 – Sistema brasileiro de monitoramento do clima espacial

## 18. Astrofísica

As áreas de Astrofísica Espacial e Radioastronomia são os pontos fortes da Astrofísica no INPE, dada nossa capacidade de pesquisa e de desenvolver instrumentos. Desenvolvimento de instrumentação em radioastronomia e em astrofísica espacial representa um grande potencial de sinergia com as indústrias aeroespacial e de alta tecnologia, estratégicas para o país. As

oportunidades que o INPE propicia nessas áreas indicam como adequado e viável a médio e longo prazos o desenvolvimento de projetos competitivos e agregadores, com forte colaboração internacional. Para ampliar o papel nacional e internacional do INPE, propomos um grande projeto agregador: construir no prazo de 10 a 15 anos um rádio-interferômetro espacial (VLBI



espacial), baseado em uma combinação de antenas instaladas em solo e a bordo de satélites, para geração de imagens astronômicas.

Operando em micro-ondas, o VLBI espacial produziria imagens com resoluções sem precedentes, de dezenas a centenas de microssegundos de arco. Isto permitiria investigar jatos astrofísicos em núcleos ativos de galáxias, buracos negros, discos de acreção em sistemas binários, masers extragaláticos, formação e evolução estelar, estudo de sistemas exoplanetários e supernovas. Um projeto desse porte demandaria grande esforço institucional, integrando desenvolvimento científico e tecnológico de vanguarda em micro-ondas, dinâmica orbital e engenharia de satélites, sendo um propulsor de inovação na área espacial. Os objetos astrofísicos mencionados podem ser estudados na banda de infravermelho, óptico, raios X e raios Gama e, em alguns casos, serem também emissores de radiação gravitacional. Assim, o VLBI espacial poderá contribuir e receber contribuições de todos os projetos de pesquisa atualmente em curso na Astrofísica do INPE e de muitos colaboradores externos.

O desenvolvimento de instrumentação astrofísica no INPE, com os experimentos Brazilian Decimetric Array (BDA), Monitor e Imageador de Raios-X (MIRAX), Detetor Mário Schenberg, Brazilian Solar Spectroscop (BSS), Galactic Emission Mapping (GEM) e MASCO (único instrumento embarcado da astrofísica brasileira até o momento) fornece know-how para um projeto em VLBI espacial. Como as áreas de radioastronomia e astrofísica espacial não existem nas

demais UPs do MCT e são incipientes nas universidades, o desenvolvimento dessas áreas no INPE confere ao instituto a condição de instituição singular na condução de um projeto nacional de vulto em astrofísica instrumental.

Para que seja capaz de alavancar o VLBI espacial, em 10 a 15 anos, a Astrofísica do INPE desenvolverá duas missões de menor porte, COSMO\_Gal e STer, com instrumentação científica inovadora para o horizonte 2016-2018. Esse microsatelites, junto com os demais experimentos de solo em desenvolvimento, qualificará a Astrofísica do INPE para o futuro VLBI espacial.

Além do projeto VLBI espacial, o INPE propõe-se a ainda participar do projeto MeerKaT, em cooperação com a África do Sul, que pretende instalar um rádio-telescópio: Square Kilometre Array (SKA). O SKA é o maior projeto em rádio astronomia do mundo e dois países ainda estão na disputa pelo local de instalação: a África do Sul e a Austrália. O Brasil pretende participar do Project SKA em cooperação com a África do Sul.

A participação brasileira no SKA permitirá alavancar uma série de áreas além da rádio-astronomia p.e., ondas gravitacionais através do chamado "pulsar timing array" e astrofísica de altas energias. O INPE é a única Instituição brasileira com condições de alavancar o desenvolvimento instrumental desse projeto. O know-how adquirido no desenvolvimento de instrumentação para a rádio-astronomia é útil para as áreas de telecomunicações e de defesa, o que certamente terá um impacto positivo sobre áreas de alto valor agregado.

---

## 19. Previsão de Tempo e Clima

O CPTec tem como grandes metas para o período 2011-2015:

1. Migrar os modelos de previsão de tempo, qualidade de ar e clima sazonal para o novo supercomputador, e melhorar sua resolução para 5 km (regional) e 20 km (global).

2. Desenvolver até 2015 um novo sistema de modelagem numérica da atmosfera capaz de resolver simultaneamente múltiplas escalas e aplicável para estudos locais, regionais e globais. Incorporar o estado-da-arte na formulação da dinâmica e parametrizações de processos físicos e biogeoquímicos.

3. Implantar previsão meteorológica em escala de tempo imediata (até 6h) com técnicas de sensoriamento remoto, assimilação de dados de radar e modelos de alta resolução espacial.

4. Desenvolver novos produtos operacionais emergenciais para prever e monitorar a ocorrência de eventos extremos de diversas origens e seus impactos sócio-econômicos.

5. Produzir pesquisas e avanços da modelagem matemática em física de nuvens, radiação atmosférica, interações da atmosfera e suas interfaces, aerossóis e química atmosférica, dinâmica e parametrizações físicas nas escalas de 102 a 104 metros.

6. Ter um sistema de previsão por conjuntos utilizando as condições iniciais do Sistema de Assimilação de Dados LETKF. Integrar esse sistema de assimilação de dados nos atuais modelos operacionais do CPTEC.

7. Aprimorar sistemas de recepção de dados e disseminação de dados e produtos do CPTEC.

8. Consolidar o CPTEC em termos de recursos humanos efetivando os funcionários temporários e as equipes de apoio. Modernizar sua infraestrutura, ampliando a capacidade de energia elétrica disponível.

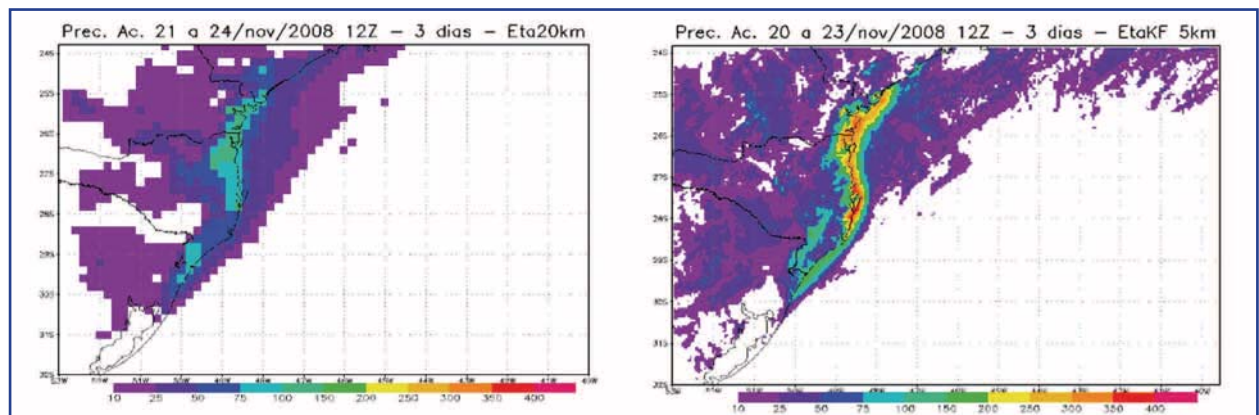


Figura 19.1 – Evento de Santa Catarina de outubro 2008: previsão feita pelo CPTEC (esq) e simulação da previsão no novo supercomputador (dir)

## 20. Mudanças Globais

As metas do CCST para o quadriênio 2011-2015 incluem:

1. Liderar e coordenar o desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global, que inclui processos da atmosfera, oceano, biosfera e criosfera. Será a plataforma para gerar previsões climáticas na escala interanual a decenal e cenários climáticos na escala decenal a centenária. Buscará contribuir em aspectos particulares de competência científica brasileira, como efeitos da Amazônia, impactos de queimadas, emissão de aerossóis e poluição, descargas fluviais,

e modelagem hidrológica para grandes bacias. A primeira versão deste modelo estará disponível para testes e validação em 2011 e será disponibilizado publicamente em 2012.

2. Estudar impactos das mudanças ambientais globais no Brasil, identificar as principais vulnerabilidades em função de cenários sócio-econômicos futuros, no que concerne a gases de efeito estufa e aerossóis e mudanças da cobertura da terra e urbanização. Um foco especial deste trabalho será avaliar os efeitos dos eventos extremos climáticos futuros.

3. Gerar cenários de mudanças climáticas até meados de 2011, como contribuição brasileira à Quinta Avaliação do IPCC.

4. Consolidar o Laboratório para Estudos de Aerossóis, Soluções Aquosas e Tecnologias (LAQUATEC), com pesquisas associadas à produção de gases do efeito estufa, aerossóis e radiação UV.

5. Estudar processos sociais e naturais que contribuem para alterações dos usos e cobertura de vegetação em todo o Brasil e América do Sul. O objetivo é desenvolver modelos da dinâmica dos usos da terra associados a modelos de emissões de gases de efeito estufa. Até 2012, tornar-se-á operacional para gerar emissões anuais para a Amazônia brasileira e, até 2014, para o cerrado e toda a bacia Amazônica. Para isto, o CST participará ainda do desenvolvimento do TerraME Plataforma Computacional para Modelagem Ambiental, software para gerar modelos que acoplam sistemas naturais e sistemas sociais.

6. Promover estudos sobre levantamento e previsão dos recursos das

energias renováveis naturais. Avançar a pesquisa sobre eletricidade atmosférica, aprimorar os sistemas de monitoramento em tempo real de raios, investir em geração de cenários de impactos de mudanças climáticas na incidência de raios.

7. Avançar com o desenvolvimento do Sistema de Informações para Redução de Riscos de Desastres Naturais (SISMADEN). Testar aplicações para as Regiões Metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro, alerta precoce de secas e desertificação para o semi-árido do Nordeste e no leste do Nordeste.

8. Consolidar o doutorado em Ciência do Sistema Terrestre iniciado em 2010 e formar 20 doutores neste período.

Consolidar a Rede Brasileira de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA) e o Programa FAPESP de Pesquisas em Mudanças Globais. Apoiar o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas para elaborar o relatório de avaliação em 2012. Utilizar os resultados destas redes de pesquisa como subsídio científico à Política Nacional de Mudanças Climáticas.

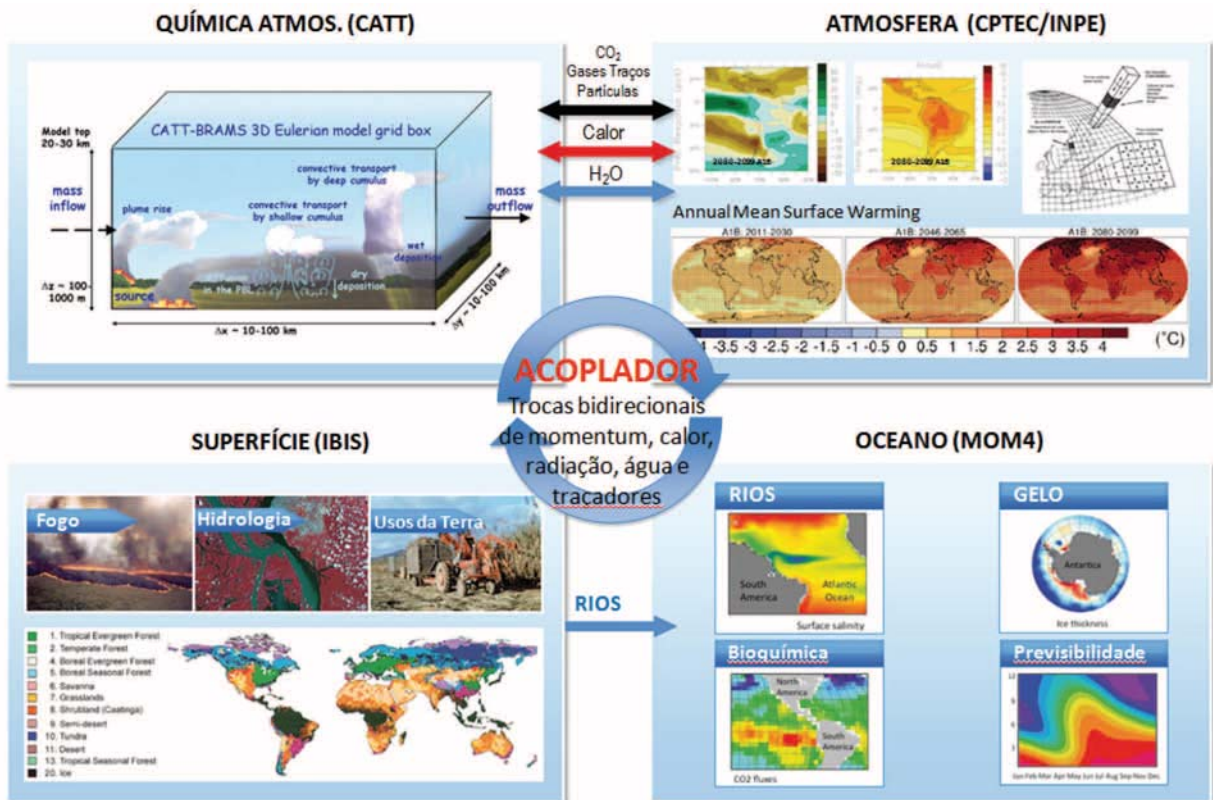


Figura 20.1 – Modelo brasileiro do sistema climático global



## 21. Espaço e Sociedade

O programa **Espaço e Sociedade** identifica e coordena as competências do INPE que contribuem para gestão dos **territórios brasileiros**. Destacam-se a interação do INPE com os ministérios da Saúde (MS), Cidades (MinCid), Desenvolvimento Agrário (MDA) e Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS). A principal contribuição do INPE são as tecnologias de geoinformática usadas em políticas públicas na área social. O INPE trabalha com estes órgãos através de redes multi-institucionais, que reúnem governo, terceiro setor e setor privado. O papel do INPE é fornecer soluções inovadoras baseadas em pesquisa científica. Dentre os principais projetos em desenvolvimento pelo INPE na área, incluem-se:

1. **Observatório de Clima e Saúde da América Latina**, em conjunto com FIOCRUZ, agrupando informações ambientais, climáticas, humanas e de saúde pública. Seu objetivo é ampliar a pesquisa, a tomada de decisão de gestores e a participação dos cidadãos sobre as mudanças climáticas e seus impactos na saúde.

2. **Sistema de Monitoramento e Controle Populacional do Aedes aegypti** (SMCP-Aedes), desenvolvido em conjunto com o Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM) da FIOCRUZ. Sua metodologia inclui aspectos específicos da biologia do Aedes aegypti e de suas interações com as pessoas e o ambiente.

3. **EUREQA**: Epidemiologia do uso e da resistência bacteriana a quimioterápicos e antibióticos na população, desenvolvido em conjunto com UNIFESP. Seu objetivo é modelar dinâmicas espaço-temporais dos processos bacterianos e respectivas resistências a antimicrobianos.

4. **TerraView Políticas Sociais**: estudos e capacitação de gestores em políticas sociais com decisão espacial, realizados pelo Centro de Estudos da Metrópole (CEM) – São Paulo em cooperação com o INPE.

5. **Sistema Nacional de Informações das Cidades (GeoSNIC)**: desenvolvido em conjunto com o Ministério das Cidades. Seu objetivo é capacitar os municípios brasileiros a usar sistemas de informação geográfica para gerenciar melhor nossas cidades.

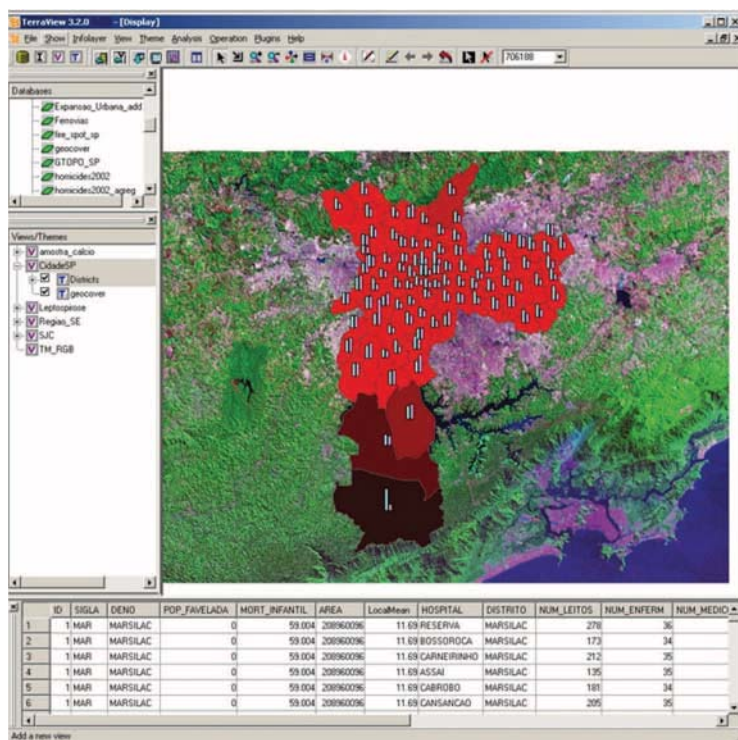


Figura 21.1 – Software TerraView, desenvolvido pelo INPE e utilizado em projetos cooperativos do programa Espaço e Sociedade



## 22. Centros Regionais

Os três centros regionais do INPE – INPE-Sul, INPE-Nordeste e INPE-Amazônia – são unidades autônomas de pesquisa, desenvolvimento e inovação com nichos específicos de atuação. Representam núcleos de liderança de importantes setores do INPE, com ênfase nas especificidades e desafios das regiões do país nas quais estão localizados. Uma característica comum aos CRs é a sua proximidade e interação com universidades de renome nas respectivas regiões. Acordos de cooperação científica e tecnológica estabelecidos com essas instituições propiciam interações extremamente profícuas e ganhos significativos para o INPE em termos de parceria em projetos e atração de recursos humanos.

O INPE-Nordeste, com sede em Natal, tem a missão de coordenar o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais por Satélite. Para tanto, o centro passou a operar o Sistema Nacional de Dados Ambientais (SINDA). Atende aos usuários de todo o país, e está se capacitando para liderar o desenvolvimento da nova geração de transponders de coleta de dados (Data Collection Systems – DCS) que serão embarcados nos satélites desenvolvidos pelo INPE. O centro irá expandir as atividades de coleta e análise de dados de gases atmosféricos, particularmente o ozônio, e variáveis ambientais de grande importância regional.

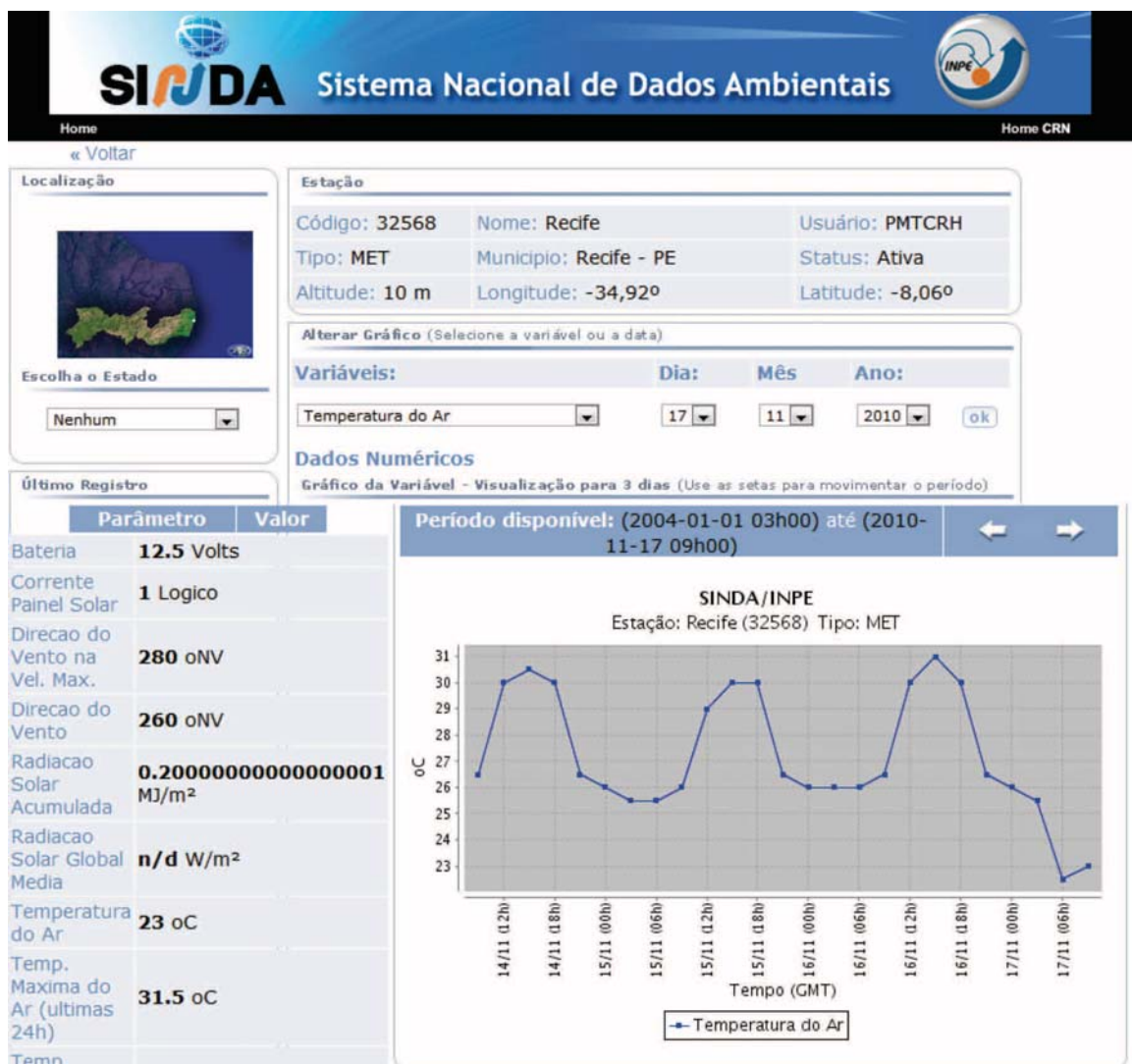


Figura 22.1 – Tela de informações do SINDA

O INPE-Sul, com sede em Santa Maria, RS, abrigar o núcleo de pesquisas do INPE na Antártica e Oceano Atlântico Sul. O INPE-Sul pretende ser um dos líderes no país em pesquisas na Antártica, incluindo as áreas de Ciências Espaciais, Oceanografia e Meteorologia. Outro papel importante será desempenhado pelo centro em atividades operacionais do programa de Clima Espacial

do INPE, beneficiando-se de sua localização geográfica singular em relação à Anomalia Magnética do Atlântico Sul. O Campus Brasil do CRECTEALC (Centro Regional de Educação em Ciência e Tecnologia Espaciais para a América Latina e Caribe), abrigado no INPE-Sul, dará continuidade à capacitação de profissionais do exterior.



Figura 22.2 – Estação meteorológica na base brasileira Comandante Ferraz na Antártica, mantida pelo INPE

O INPE-Amazônia, com sede recentemente construída em Belém, PA, desenvolve atividades de monitoramento de florestas tropicais, e deverá se tornar referência mundial em técnicas de monitoramento por satélite. A médio e longo prazos, o Programa Amazônia do INPE será gradativamente

transferido para o centro, que deverá ser o núcleo dos sistemas PRODES, DETER e DEGRAD. O INPE-Amazônia deverá se constituir na principal instituição brasileira na área de disseminação de conhecimento em monitoramento de florestas.

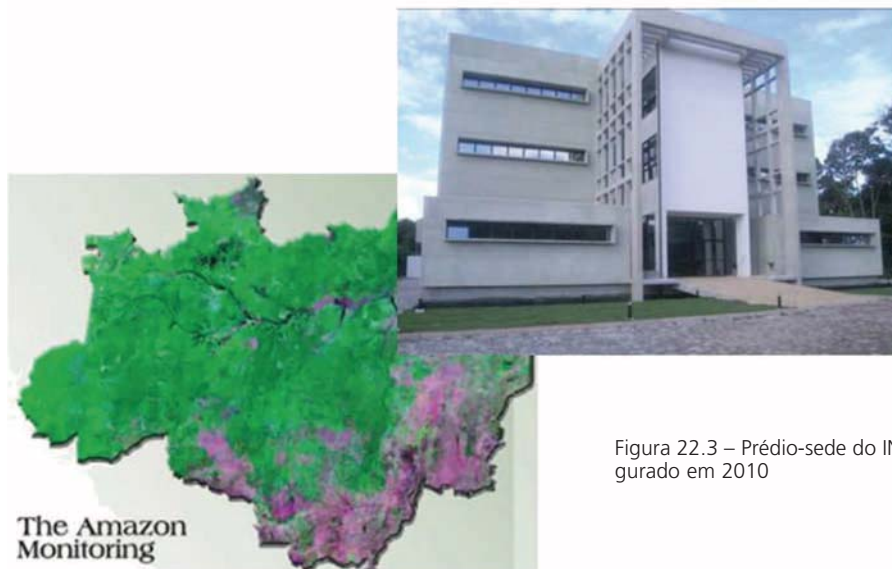


Figura 22.3 – Prédio-sede do INPE-Amazônia, inaugurado em 2010

## 23. Recursos Humanos

Apesar dos sucessos recentes e dos planos positivos para o futuro, o INPE tem uma fragilidade estrutural grave: a falta de recursos humanos para realizar plenamente as metas deste Plano Diretor. O INPE está comprometido pelo grande número de aposentadorias potenciais nos próximos anos e por uma década sem a incorporação significativa de novos servidores para o quadro permanente do Instituto. Repor e ampliar as competências do INPE para cumprir adequadamente sua missão é o principal desafio do instituto nos próximos anos. Ainda cabe ressaltar que a composição de massa crítica de recursos humanos do INPE não segue o perfil usual de outras empresas

ou universidades de simplesmente buscar no mercado seus profissionais. A especificidade e o compromisso da Instituição requerem um tempo alongado de qualificação e preparo para desempenho pleno do profissional na área da Instituição.

No período 2002-2010, cresceu o número total de colaboradores do INPE (1.735 em 2002 e 2.144 em 2010). Todavia, o perfil se alterou. A parcela de servidores RJU caiu de 62% do total de colaboradores em 2002 para 50% em 2011. Isto se deve ao aumento da contratação de terceirizados, bolsistas, estagiários e servidores temporários para realizar as missões do instituto.

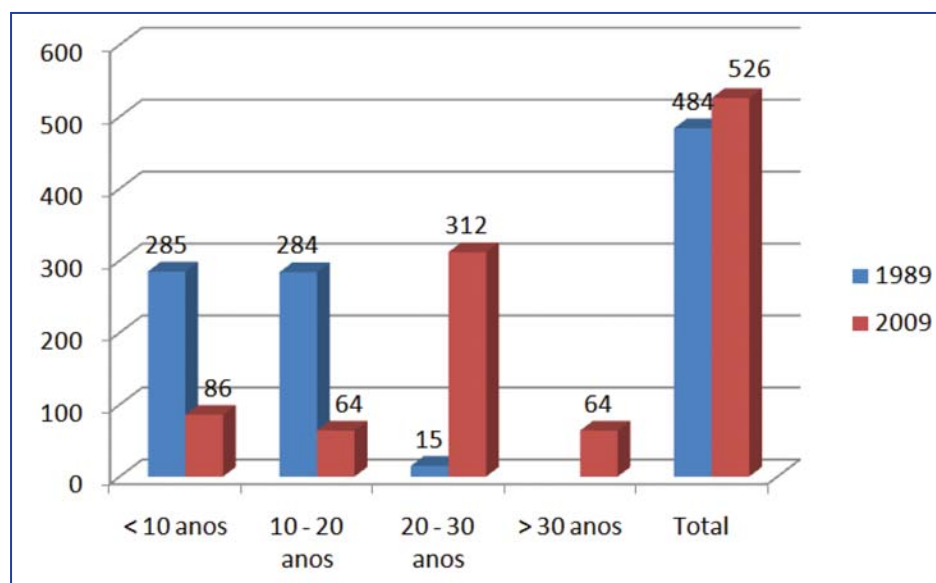


Figura 23.1 – Distribuição etária do número de servidores RJU do INPE nas carreiras de pesquisador e tecnologista do INPE em 1989 e 2009

Em 1989, o INPE tinha 1600 servidores, sendo apenas 50 com mais de 20 anos de serviço. Passados vinte anos, somos apenas 1070 servidores, dos quais só 300 têm menos de 20 anos de casa. Considerando apenas os engenheiros e tecnologistas (Figura 7.1), a situação é ainda mais crítica. Em 1989, 95% desses tinham menos de 20 anos de serviço; hoje, 72% tem mais de 20 anos de casa. A geração dos 'cabelos brancos', com mais de 50 anos, trabalha como nunca; realiza tanto as

tarefas gerenciais e de planejamento típicas de sua idade quanto tarefas de bancada, desenvolvimento e montagem, que normalmente seriam atribuições de jovens cientistas e engenheiros.

O número de servidores permanentes está em queda desde 2006. Esta tendência pode se agravar no curto prazo devido ao fato que nos próximos 3 anos uma quantidade significativa de servidores estará em condições de se aposentar. No caso de servidores de

nível superior nas carreiras de pesquisador, tecnologista e analista de C&T, isto representa uma redução potencial no quadro de funcionários permanentes de 39%, 23% e 35% , respectivamente. Estes números passam para 44%, 29% e 48% em 5 anos e para 67%, 57% e 65% em 10 anos.

Vivemos assim um paradoxo institucional. O número de servidores

do INPE é o menor em 20 anos, mas os resultados, perspectivas e o orçamento nunca foram tão bons. Considerando as metas expostas nesse Plano Diretor e a idade média dos servidores, o INPE precisará contratar cerca de 400 servidores nos próximos cinco anos para continuar a ser a instituição de excelência que o Brasil precisa.

## 24. Infraestrutura Institucional

O INPE tem uma força de trabalho única e altamente qualificada e laboratórios e instalações que demandam funcionamento ininterrupto. Precisa melhorar sempre a infraestrutura e os serviços de apoio administrativos de forma a atender os padrões de eficiência e qualidade necessários, garantindo a plena execução de suas atividades fim.



Figura 24.1 – Subestação primária de energia de 13,7 kV e 30 MVA, inaugurada em 2010

As grandes necessidades de infraestrutura para os próximos cinco anos são:

1. Ampliação do prédio da Coordenação Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas – CEA com a construção de uma área de 1.700 m<sup>2</sup>.

2. Ampliação do prédio dos laboratórios associados em 700m<sup>2</sup>.

3. Prédio de 3.800 m<sup>2</sup> para Centro de Estudos do Sistema Terrestre – CST.

4. Construção do novo prédio da Engenharia e Tecnologia Espacial – ETE, incluindo facilidades para AIV de subsistemas de ACDH.

5. Ampliação do prédio do CPTEC em

2.000 m<sup>2</sup>.

6. Ampliação do Laboratório de Integração e Testes – LIT (vide seção 15).

7. Remodelamento da portaria principal do INPE, juntamente com a construção de um estacionamento com 120 vagas.

8. Adequação das edificações para garantir o acesso de portadores de deficiência física a todos as dependências do Instituto.

9. Instalação de rede de hidrantes no campus de São José dos Campos.

10. Melhoria do sistema de vigilância do campus por câmeras e registro de acesso aos prédios.