



2016-2019

PLANO DIRETOR





# **Plano Diretor**

## **2016-2019**



## **INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS PLANO DIRETOR 2016-2019**

Texto final elaborado pela Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação a partir das contribuições das áreas e com a colaboração da Comissão do Plano Diretor (DE/DIR-2826).

### **Comissão do Plano Diretor**

Eduardo Abramof (Presidente de 18/09/2014 a 08/05/2015)  
Naoto Shitara (Presidente)  
Carlos Alexandre Wuensche de Souza  
Cintia Maria Rodrigues Blanco  
Milton de Freitas Chagas Junior  
Simone Redivo

### **Coordenação dos trabalhos**

Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação - CPA

### **Organização, edição e revisão de textos**

Ana Paula Soares  
Paulo Escada

In7P Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.  
Plano Diretor do INPE 2016-2019 : São José dos Campos,  
2016.

1. Plano Diretor. 2. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

# **Plano Diretor**

## **2016-2019**

INPE  
2016

# **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**

## **Diretor**

Leonel Fernando Perondi

## **Chefe de Gabinete**

Carlos Alexandre Wuensche de Souza

## **Conselho Técnico-Científico**

Clézio Marcos De Nardin

Haroldo Fraga de Campos Velho

José Angelo da Costa Ferreira Neri

Gilberto Câmara Neto

Alvani Adão dos Santos

Antônio Divino Moura

Helena Bonciani Nader

Luiz Gylvan Meira Filho

André Tosi Furtado

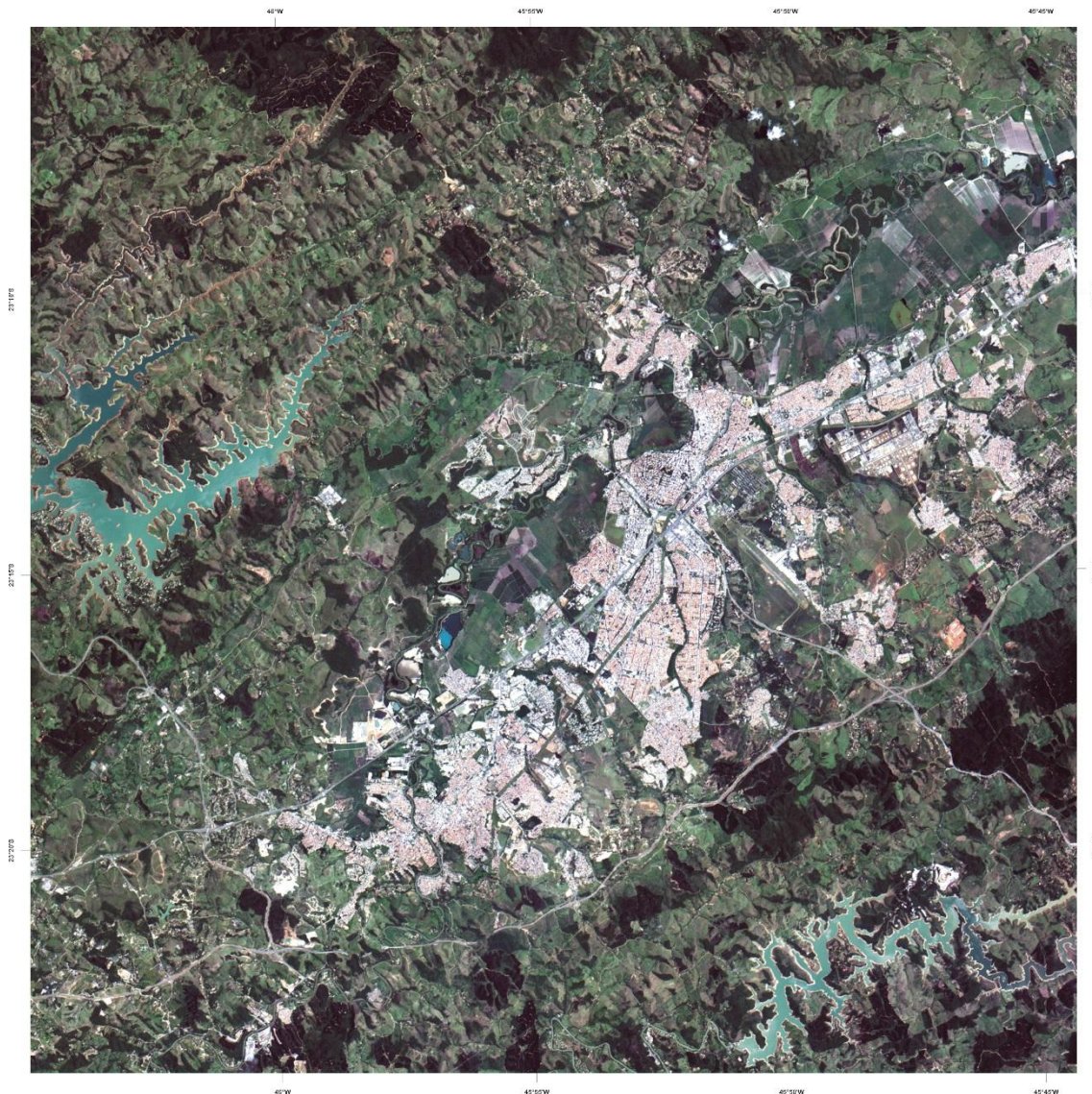
Fernando José Gomes Landgraf

Avenida dos Astronautas, 1758  
Jardim da Granja  
12227-010 – São José dos Campos – SP  
[www.inpe.br](http://www.inpe.br)  
(12) 3208-6000

## COLABORADORES NA REDAÇÃO DO DOCUMENTO

Adenilson Roberto da Silva  
Adla Youssef Bourdoukan  
Adriana Cursino Thomé  
Adriano Petry  
Airam Jonatas Preto  
Alberto Setzer  
Aldo Bastos de Almeida  
Alessandra Rodrigues Gomes  
Alisson Dal Lago  
Aluisio Rovilson Fernandes  
Amauri Silva Montes  
Andrea Nogueira Peña Durán  
Antonio Carlos de Oliveira Pereira Jr  
Antonio Esio Marcondes Salgado  
Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado  
Antonio Miguel Vieira Monteiro  
Carlos Alexandre Wuensche de Souza  
Carlos de Oliveira Lino  
Carlos Eduardo de Andrade Lemonge  
Carlos Ho Shih Ning  
Carlos Roberto Marton da Silva  
Cintia Maria Rodrigues Blanco  
Ciro Hernandez  
Clezio Marcos De Nardin  
Dalton de Morisson Valeriano  
Danusa Aparecida Batista Caramello  
Douglas Francisco Marcolino Gherardi  
Eduardo Abramof  
Edson Del Bosco  
Edson José Rodrigues Fidalgo  
Geilson Loureiro  
Gentil Moura da Silva  
Heyder Hey  
Ivan Márcio Barbosa  
Jean Pierre Balbaud Ometto  
Joaquim Eduardo Rezende Costa  
José Agnaldo Pereira Leite Júnior  
José Antonio Aravequia  
Josiane Maria Gomes Mafra  
Juvenil de Almeida Silvério  
Leila Maria Garcia Fonseca  
Lília de Sá Silva  
Lilian Veiga Vinhas  
Lúbia Vinhas  
Magner Fernandes da Costa  
Manoel Jozeane Mafra de Carvalho  
Marcelo Banik de Pádua  
Marciana Leite Ribeiro  
Marcos Antonio Bertolino  
Marcos Dias da Silva  
Marcos Simão de Souza Júnior  
Maria de Fátima Mattiello Francisco  
Maria Lígia Moreira  
Marisa Ricco dos Santos Ribeiro  
Maurício Gonçalves Vieira Ferreira  
Milton de Freitas Chagas Jr.  
Mônica Aparecida de Oliveira  
Naoto Shitara  
Nélia Ferreira Leite  
Nilson Aparecido de Almeida  
Oswaldo Duarte Miranda  
Otávio Santos Cupertino Durão  
Pawel Rozenfeld  
Peter Mann Toledo  
Roberto Luiz Galski  
Rozane da Fonseca e Silva  
Rubens Cruz Gatto  
Silvia Castro Marcelino  
Sílvio Nilo Figueroa Rivero  
Simone Angelica Del-Ducca Barbedo  
Simone Redivo  
Thelma Krug  
Ulisses Thadeu Vieira Guedes  
Valcir Orlando  
Vera Lúcia Justo Perez  
Waldenio Gambi de Almeida

# São José dos Campos - SP



Sat/Sen: CBERS 4 / MUX  
Base/Ponto: 153/126  
Passagem: 11/01/2015  
Resolução Espacial: 20 Metros  
Composição: 7(R),6(G),5(B)  
Projeção/Datum:UTM/23S/WGS84  
Produzido pelo INPE/OBT/DGI <http://www.dgi.inpe.br>



Escala 1:50.000





## APRESENTAÇÃO

Em 2016, completaremos dez anos desde a realização do Planejamento Estratégico do INPE. O trabalho de mais de um ano teve como propósito identificar as transformações necessárias para ampliar a efetividade e a eficiência das ações do Instituto junto à sociedade brasileira, bem como capacitá-lo para os desafios do futuro, incorporando e sistematizando a cultura e a prática estratégica.

O primeiro Plano Diretor do INPE (2007-2011) marcou a conclusão do processo de planejamento estratégico e representou o início de um novo ciclo no Instituto, expressando seu compromisso com o governo e com o país, para desenvolver ciência, tecnologia e inovação diferenciadas e voltadas às demandas nacionais.

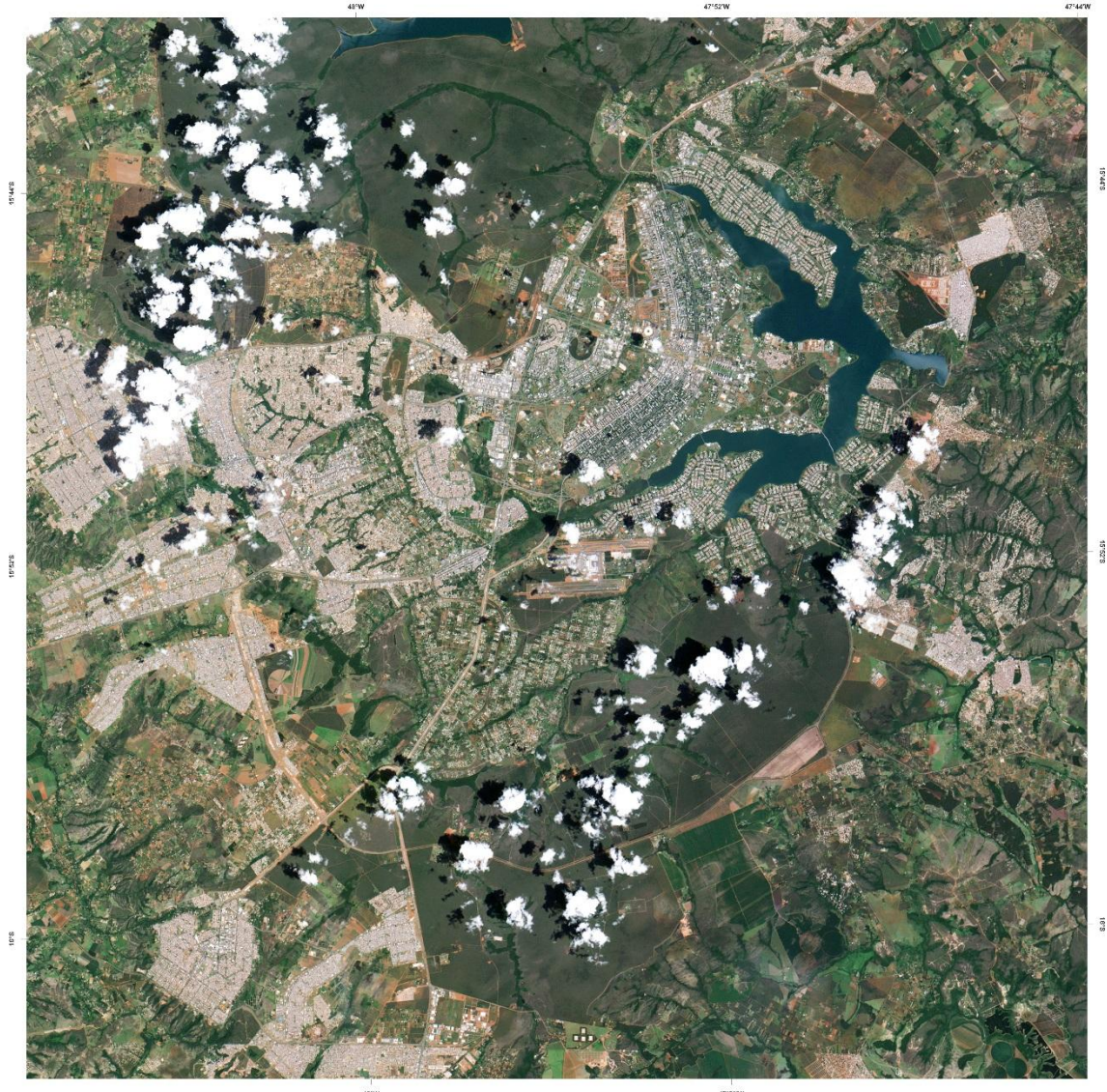
O segundo Plano Diretor (2011-2015) representou os anseios e as perspectivas do INPE em relação aos investimentos em tecnologia de ponta, como os necessários à área espacial, que possibilitam aliar os benefícios sociais à promoção de inovação em nossa indústria.

Este terceiro Plano Diretor (2016-2019), que temos o prazer de apresentar, alinha-se aos programas nacionais e aos instrumentos de governança do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e reflete a maturidade alcançada em uma década de atuação sob as diretrizes do Planejamento Estratégico. Estruturado em três camadas – acesso ao espaço, aplicações e infraestrutura –, o documento destaca o papel do INPE como gerador de conhecimento de fronteira, de pesquisa aplicada e de produtos e serviços inovadores em benefício da sociedade, sem perder de vista as necessidades urgentes do Instituto na área de gestão.

Os objetivos estratégicos e as metas aqui contidos são desafiadores, porém factíveis. Traduzem a nossa convicção do que é possível e viável realizar, contribuindo com a continuidade dos avanços proporcionados pelo desenvolvimento científico, tecnológico e social do país.

Leonel Fernando Perondi  
Diretor

# Brasília - DF



Sat/Sen: CBERS 4 / MUX  
Base/Ponto: 157/118  
Passagem: 30/12/2014  
Resolução Espacial: 20 Metros  
Composição: 7(R),6(G),4(B)  
Projeção/Datum: UTM/23S/WGS84  
Produzido pelo INPE/OBT/DGI <http://www.dgi.inpe.br>

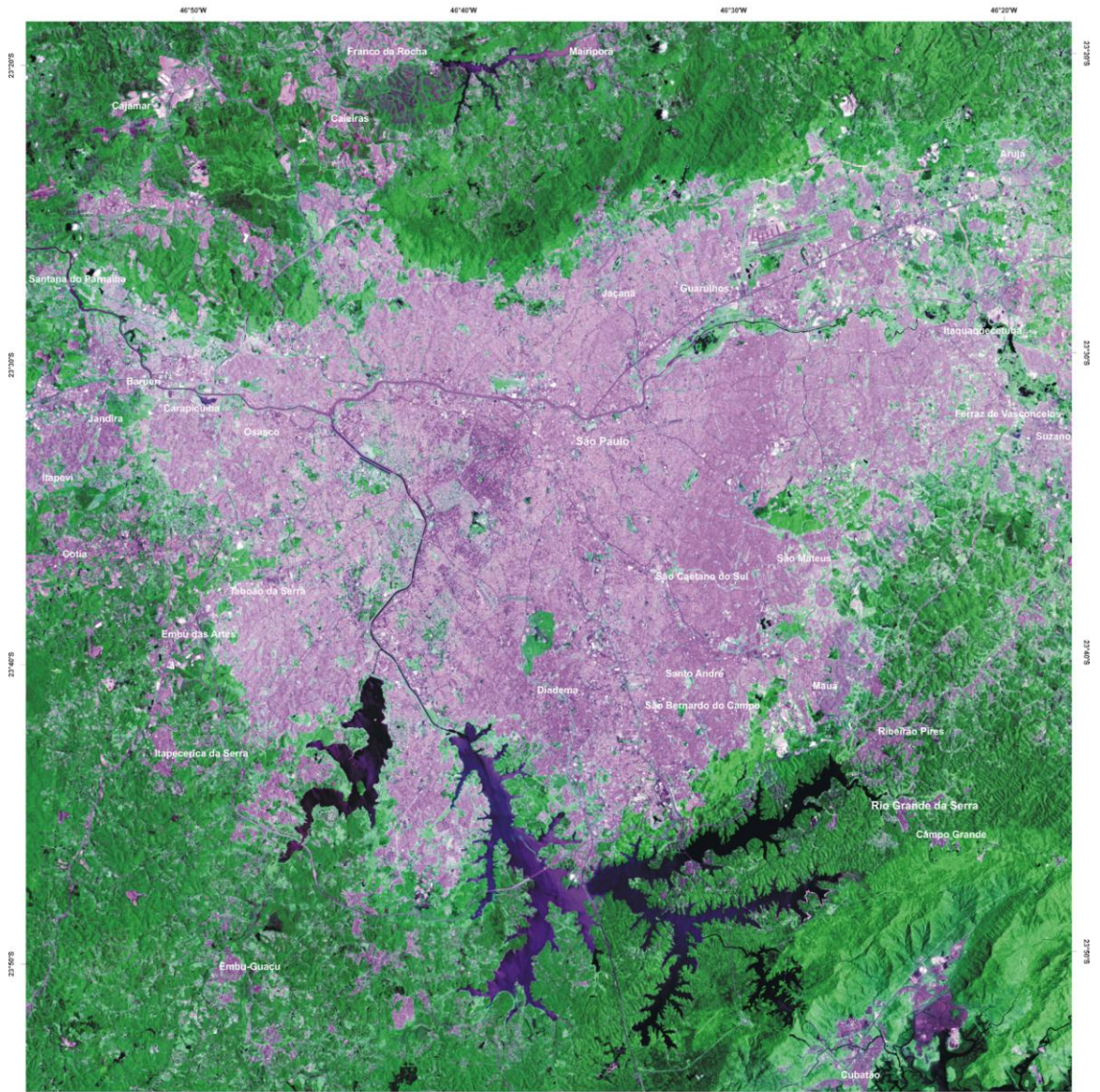


## **SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>Parte 1 – CONTEXTO INSTITUCIONAL .....</b>	<b>13</b>
1.1 Referências Institucionais: Visão, Missão e Valores .....	13
1.2 Breve histórico e principais atividades realizadas .....	14
1.3 Competências .....	24
1.4 Contribuições .....	27
1.5 Recursos Humanos .....	38
<b>Parte 2 – AVALIAÇÃO DO PLANO DIRETOR 2011-2015 .....</b>	<b>43</b>
<b>Parte 3 – OBJETIVOS ESTRATÉGICOS, CARACTERIZAÇÃO E METAS .....</b>	<b>53</b>



## São Paulo e Região Metropolitana - SP



Sat/Sen: CBERS 4 / MUX  
 Base/Ponto: 154-155/126-127  
 Passagem: 08-11/01/2015  
 Resolução Espacial: 20 Metros  
 Composição: 7(R),8(G),4(B)  
 Projeção/Datum: UTM/Z3S/WGS84  
 Produzido pelo INPE/OBT/DGI <http://www.dgi.inpe.br>



Escala 1:110.000



## INTRODUÇÃO

O processo de elaboração do novo Plano Diretor (PD) do INPE teve início em agosto de 2014, com o intuito de manter as diretrizes estabelecidas pelo Planejamento Estratégico do Instituto. As contribuições das áreas e as definições de objetivos e metas para os próximos quatro anos também foram fundamentais para subsidiar a participação do INPE nas discussões e oficinas do Plano Plurianual (PPA) do governo federal, no primeiro semestre de 2015.

O Plano Diretor é um documento essencial para a governança e operacionalidade de qualquer instituição. No caso específico das Unidades de Pesquisa da administração direta do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), os objetivos estabelecidos no PD e seus resultados devem ser inseridos no Relatório de Gestão Anual para o Tribunal de Contas da União (TCU), para avaliação. Nos processos enviados à Consultoria Jurídica da União (CJU), é necessário justificar o alinhamento institucional do objeto do documento, embasado no Plano Diretor. Finalmente, os resultados dos objetivos estratégicos do Plano Diretor são item de avaliação no Termo de Compromisso de Gestão pactuado com o MCTI.

Coube à Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação (CPA) conduzir as atividades de elaboração do novo PD, com o apoio e a supervisão da Comissão do Plano Diretor. Para nortear a conceituação do documento, o grupo utilizou as seguintes premissas:

- Os objetivos estratégicos deveriam observar o alinhamento aos programas nacionais, assim como a disponibilidade de recursos humanos, estrutura física e recursos financeiros da instituição.
- As áreas de Pesquisa e Desenvolvimento deveriam incluir, em suas contribuições, uma reflexão sobre o futuro.
- Todas as propostas deveriam estar sob a égide da observância ao estado da arte, da geração de conhecimento de fronteira e da pesquisa aplicada, como base para o desenvolvimento de produtos e serviços inovadores em benefício da sociedade.
- O Plano Diretor deveria refletir e chamar a atenção para as carências e necessidades do Instituto na área de gestão.

Os trabalhos foram estruturados em cinco etapas, a saber:

- 1) Avaliação do Plano Diretor 2011-2015 e elaboração de proposta para o Plano Diretor 2016-2019.

- 2) Encaminhamento de formulário às áreas finalísticas e de gestão para o desenvolvimento de seus objetivos estratégicos, com caracterização (contextualização / diagnóstico) e metas quantificáveis.
- 3) Análise e consolidação das propostas enviadas, por meio de interação da CPA com as áreas.
- 4) Elaboração da primeira versão do documento final do Plano Diretor.
- 5) Validação do Plano Diretor pela Direção e pelas áreas.

Os objetivos estratégicos contidos no presente Plano Diretor serão detalhados no Plano Operacional do Instituto. É essa ferramenta que indica a forma de consecução das metas aqui propostas, definindo as ações, seus responsáveis, produtos e indicadores de acompanhamento. Além disso, o Plano Operacional vincula os objetivos estratégicos aos Programas e Ações do PPA 2016-2019, garantindo os recursos necessários à sua execução, assim como a consonância com as prioridades apontadas pelo MCTI. Caso haja necessidade, o Plano Diretor poderá passar por revisões e adequações anuais.

O Plano Diretor 2016-2019 foi elaborado de maneira a alinhar as ações para o cumprimento de sua missão e alcance de sua visão, seguindo as diretrizes gerais dos planos de governo, norteando as ações do INPE na busca da geração de conhecimento, produtos e serviços que tragam benefícios à sociedade, bem como propostas de solução aos grandes desafios nacionais.

Para o INPE, o Plano Diretor representa muito mais do que um instrumento orientador para o atendimento de sua missão e alcance de sua visão. Ele expressa o compromisso do Instituto com o governo e com a sociedade brasileira para desenvolver ciência e tecnologia diferenciadas e voltadas aos desafios nacionais.

## **Parte 1 – CONTEXTO INSTITUCIONAL**

### **1.1. Referências Institucionais**

#### **Visão**

Liderar a sociedade brasileira em sua modernização, por meio do uso de sistemas espaciais e suas aplicações, e promover o avanço do conhecimento científico e tecnológico.

#### **Missão**

Desenvolver, operar e utilizar sistemas espaciais para o avanço da ciência, da tecnologia e das aplicações nas áreas do espaço exterior e do ambiente terrestre, e oferecer produtos e serviços inovadores em benefício do Brasil.

#### **Valores**

- Segurança e qualidade
- Integridade
- Trabalho em equipe
- Excelência



## 1.2. Breve histórico e principais atividades realizadas

### A origem do INPE na corrida espacial

O INPE surgiu no início dos anos 1960, motivado pelas expectativas que se criaram em torno das primeiras conquistas espaciais obtidas pela União Soviética e pelos Estados Unidos. Em 1957, os soviéticos lançaram o primeiro satélite ao espaço, o Sputnik. Um ano depois, foi a vez de os Estados Unidos colocarem o Explorer em órbita da Terra. Na época, dois alunos de engenharia do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Fernando de Mendonça e Júlio Alberto de Moraes Coutinho, com a colaboração do Laboratório de Pesquisa Naval da Marinha dos Estados Unidos, construíram uma estação de rastreamento, com a qual conseguiram captar os sinais dos dois satélites.

Em 1960, a Sociedade Interplanetária Brasileira (SIB) resolveu, durante a Reunião Interamericana de Pesquisas Espaciais, propor a criação de uma instituição civil de pesquisa espacial no país, e enviou uma carta ao então presidente da República, Jânio Quadros, sugerindo tal iniciativa.



*Jânio Quadros condecora o cosmonauta soviético Yuri Gagarin*

O ano de 1961 seria decisivo para o ingresso do Brasil na era espacial. Em maio desse ano, os Estados Unidos, em resposta aos intentos soviéticos - que um mês antes haviam colocado o primeiro homem, Yuri Gagarin, em órbita da Terra -, lançaram o Programa Apollo, reforçando o empenho que dariam ao seu programa espacial. Em discurso, o presidente John Kennedy afirmou que até o final daquela década um astronauta norte-americano pisaria o solo lunar, como efetivamente ocorreu, em 1969.

Em agosto do mesmo ano, Jânio Quadros, entusiasmado com as iniciativas na área, assinou o decreto que criaria o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), o embrião do que viria a ser o INPE, dando início às atividades espaciais no Brasil. As atribuições do GOCNAE eram: propor a política espacial brasileira em colaboração com o Ministério das Relações Exteriores; desenvolver o intercâmbio técnico-científico e a cooperação internacional; promover a formação de especialistas; realizar projetos de pesquisa; e coordenar e executar as atividades espaciais com a indústria brasileira.

Os primeiros anos de existência do GOCNAE ou CNAE, como passou a ser conhecido nos anos 1960, foram dedicados às ciências espaciais e atmosféricas,



num momento em que a comunidade científica internacional intensificava as pesquisas nas áreas de geofísica, aeronomia e magnetismo, devido à reduzida atividade solar nos Anos Internacionais do Sol Calmo (1964 – 1965). O interesse externo na coleta de dados na faixa equatorial trouxe a oportunidade de o INPE se inserir na comunidade científica internacional.

As campanhas científicas em cooperação com outros países, além de gerar dados para a pesquisa, seriam fundamentais também à formação de especialistas. O INPE então propôs ao Ministério da Aeronáutica a construção de uma base de lançamento no Nordeste, para lançar foguetes com cargas úteis científicas. O Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno (CLFBI, que mais tarde seria denominado CLBI), instalado no município de Natal (RN), foi inaugurado em 1965, com o lançamento de um Nike-Apache, foguete da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Até 1970, foram lançados cerca de 230 foguetes estrangeiros e nacionais, através do projeto Sondagem Aeronômica com Foguetes (SAFO). Posteriormente, houve também cooperação com a agência espacial francesa, o *Centre National d'Études Spatiales* (CNES), que equipou o CLBI com uma moderna estação de rastreamento e controle, em troca do uso do Centro.

### **Cooperação internacional: estímulo à pesquisa e instrumentação**

As atividades científicas do início da década de 1960 permitiram que o Instituto recebesse, já em 1965, o Segundo Simpósio Internacional de Aeronomia Equatorial (SISEA), fruto das atividades em cooperação com a NASA. As campanhas em cooperação com a comunidade científica internacional passaram a ser uma estratégia para capacitar a pesquisa do INPE e equipes de instrumentação que apoiariam os experimentos de Ciência Espacial e Atmosférica. Em 1968, deu-se início às atividades de lançamento de balões estratosféricos com carga útil dedicada às pesquisas nas áreas de atmosfera, astrofísica e geofísica. Nesse ano foram lançados cerca de 130 balões para medidas de raios-X, na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul.

O crescimento natural das ciências espaciais levou à realização, no INPE, em 1974, da 17ª Reunião do Comitê de Pesquisa Espacial (COSPAR). No início dos anos 1980, o INPE engajou-se no então recém-criado Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), iniciando nessa região o desenvolvimento de pesquisas em geofísica, física da alta atmosfera, meteorologia, clima e oceanografia, atividades mantidas até hoje na Antártica. Em meados dos anos 1980, foi criado o Laboratório de Ozônio, que proporcionou grande visibilidade ao INPE quando a redução da camada de ozônio tornou-se de interesse público mundial.

As atividades experimentais sempre foram um ponto forte do INPE e, seguindo essa linha, na década de 1980, o Instituto participou do Experimento Troposfera Global na Camada Limite sobre a Atmosfera da Amazônia (GTE/ABLE), em

colaboração com a NASA e outras organizações nacionais e estrangeiras. Em 1995, outro grande experimento foi realizado, o *Smoke, Clouds, and Radiation-Brazil* (SCAR-B), também em colaboração com a NASA.

Em 2008, o INPE criou o programa de Clima Espacial (EMBRACE), com o objetivo de medir e modelar a interação Sol-Terra e seus efeitos no espaço próximo e na superfície do território brasileiro. As tempestades magnéticas e ionosféricas, geradas pela atividade solar, interferem nas atividades humanas ao impactarem as transmissões de dados de GPS, satélites, aviões e sistemas elétricos. Para tornar esse programa operacional, o INPE instalou uma infraestrutura de coleta de dados, modelagem e previsão de Clima Espacial. Como extensão dessa iniciativa, foi inaugurado o Laboratório Conjunto Brasil-China para Clima Espacial, em 2014, dando início aos trabalhos de criação de produtos computacionais destinados às aplicações de clima espacial.

Os desenvolvimentos alcançados pelas ciências espaciais e atmosféricas culminaram com a participação do INPE no projeto norte-americano LIGO para detecção de ondas gravitacionais. Em fevereiro de 2016, a colaboração LIGO comunicou a primeira medida direta de ondas gravitacionais, previstas teoricamente por Albert Einstein em 1916, e que se configurava num desafio experimental de um século. O INPE, até o momento, é a única instituição brasileira que mantém atividades experimentais em ondas gravitacionais.

### O uso de dados de satélites como estímulo à pesquisa aplicada

Com a evolução dos satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto na década de 1960, o Instituto ampliou suas áreas de atividade e interesse científico. Dois grandes projetos foram criados com o objetivo de desenvolver pesquisas



Radar, em Cachoeira Paulista (SP), para estudo de ventos (MESA)

aplicadas a partir do uso de dados e imagens de satélites. Em 1966, foi criado o programa Meteorologia por Satélite (MESA), baseado na recepção de imagens meteorológicas de satélite da série *Environmental Science Services Administration* (ESSA), dos Estados Unidos, que passaria a ser denominada NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), da NASA. O INPE capacitou especialistas para fazer uso de estações de recepção de dados, cuja tecnologia foi repassada à indústria nacional. Diversas unidades foram fornecidas a instituições de pesquisa e monitoramento, como o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e empresas.

Outro programa com a mesma concepção, o Projeto Sensoriamento Remoto (SERE) teve início em 1969 e envolveu o treinamento de pessoal nos Estados Unidos para a realização de missões de mapeamento dos recursos naturais do território brasileiro por meio de fotos aéreas e da recepção de dados do *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS), que deu origem à série de satélites LANDSAT. Em 1970, foi realizada a primeira experiência em sensoriamento remoto, a Missão “Ferrugem”, cujo objetivo era detectar a ferrugem nos cafezais na região de Caratinga (MG). Já em 1974, o INPE passou a utilizar as imagens do LANDSAT para mapear o desmatamento na Amazônia.

O uso de satélites de comunicação foi outra área de interesse do INPE explorada dentro da perspectiva de desenvolvimento e uso de aplicações de tecnologias espaciais em problemas nacionais.

Entre o final dos anos 1960 e início da década de 1970, foi criado o projeto Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares (SACI), que consistia na utilização de um satélite de telecomunicações da NASA para a transmissão de conteúdos educacionais de nível fundamental e treinamento de professores em regiões remotas do país. Esse projeto teve uma experiência piloto com escolas do Rio Grande do Norte, entre 1973 a 1975. Programas educacionais eram produzidos e transmitidos do INPE.

Apesar desse projeto não ter evoluído como uma área de atividade do INPE, os desenvolvimentos nas áreas de sensoriamento remoto e de meteorologia prosperaram. Todos esses projetos tinham como fundamento a geração de benefícios econômicos e sociais ao país. Também eram concebidos para proporcionar visibilidade ao Instituto e com isso legitimar as atividades espaciais, ainda incipientes.

Para dar sustentação ao pioneirismo científico das atividades espaciais, o INPE criou, ainda na década de 1960, um projeto que fomentaria a formação de especialistas para suprir a falta de cientistas nas diferentes áreas de pesquisa em que o Instituto já vinha atuando. Em 1968, foi estabelecido o PORVIR, através do qual o INPE iniciou suas atividades de Pós-Graduação. Além de garimpar pesquisadores talentosos ainda em formação nas universidades, pesquisadores estrangeiros foram atraídos para atuar em diferentes áreas de pesquisa e ensino do INPE. A capacitação dos pesquisadores envolvia ainda a realização do doutorado no exterior. Esses pesquisadores, quando retornavam ao país, passavam a atuar na formação de novos cientistas nos cursos de pós-graduação do INPE.

## **Tecnologias dedicadas ao desenvolvimento sustentável**

No início dos anos 1970, com a ampliação das atividades do Projeto SERE, o Brasil era o terceiro país no mundo a receber imagens do satélite LANDSAT-1. Essa

iniciativa precursora abriu caminho para investimentos nos anos 1980, que permitiram a recepção de dados dos satélites das séries *Satellite Pour l'Observation de La Terre* (SPOT) e *Earth Resource Satellite* (ERS-1).

Os resultados gerados por essa área de sensoriamento remoto tornaram-se mais evidentes quando o INPE realizou o Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, pela primeira vez, nos anos 1970. Também data dessa época a apresentação do primeiro trabalho sobre o desmatamento na região amazônica a partir de imagens de satélite. Na década seguinte, a vocação do Instituto para desenvolver atividades voltadas à área ambiental, a partir do acesso ao espaço, se consolidou.

Foi lançado o projeto de Detecção de Queimadas a partir de imagens de satélites de órbita polar da série NOAA/Advanced Tiros-N e, nos anos 1990, o INPE iniciou o projeto de Avaliação da Cobertura Florestal na Amazônia Legal, utilizando dados a partir do ano de 1988. Esse trabalho passou a ser conhecido como Projeto Desflorestamento da Amazônia Legal (PRODES), criado no âmbito do Programa de Monitoramento da Amazônia (AMZ). O programa PRODES, que oferece estimativas anuais para a taxa de desmatamento na Amazônia Legal brasileira, é hoje a fonte primária de informações para as decisões do governo federal quanto às políticas de combate ao desmatamento na Amazônia.

Em 2004, o INPE lançou o sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), também voltado para a região amazônica, que mapeia diariamente as áreas de corte raso e de processo progressivo de desmatamento por degradação florestal. Trata-se de um levantamento mais ágil, que permite identificar áreas para ações rápidas de fiscalização e controle do desmatamento.

Um marco importante para a história do Brasil no combate ao desmatamento ilegal e na política de preservação da vegetação no país foi o lançamento, pelo Ministério do Meio Ambiente, em 27/11/2015 (Portaria 365), do Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros, usando a tecnologia de satélite. Esse programa tem o objetivo de mapear e monitorar a vegetação de todos os biomas nos mesmos moldes do que já é feito para a região da Amazônia. A abrangência do programa envolve, além do bioma Amazônia, os biomas Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal.

### **Das aplicações de satélites às previsões diárias de tempo**

A partir de meados dos anos 1960, o INPE iniciou e ampliou suas atividades em pesquisa científica e de recepção e processamento de dados e imagens de satélites meteorológicos. Desde essa época, realiza desenvolvimentos extraindo uma série de produtos a partir de dados e imagens obtidos de sensores a bordo de satélites das séries *Geostationary Operational Environmental Satellite* (GOES),

*National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA)*, dos Estados Unidos, e *Meteorological Satellite (METEOSAT)*, da União Europeia.

Na década de 1980, como desdobramento das atividades de pesquisa e acompanhando a evolução das previsões numéricas de tempo nos países desenvolvidos, pesquisadores do INPE propuseram a criação de um moderno centro de previsão de tempo, onde seriam desenvolvidos modelos a serem processados em um supercomputador.

A criação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) foi aprovada em 1987 e sua inauguração ocorreu em 1994. Planejado para gerar previsões numéricas de tempo, o CPTEC passou a fornecer também previsões de clima sazonal. Alguns anos depois, o novo centro passou a gerar previsões regionais, cobrindo a América do Sul com melhor resolução, e no início dos anos 2000, previsões e monitoramento ambiental.

Com a atualização constante de sua base computacional de alto desempenho, o CPTEC tornou-se um centro de referência internacional, com capacidade científica e tecnológica que permite a melhoria contínua de suas previsões para o país e América do Sul.

Além das previsões, o CPTEC realiza o monitoramento da atmosfera e chuvas, agregando informações ambientais e de tempo e clima às atividades do agronegócio, na geração de energia, em transportes, serviços e obras, turismo e lazer etc.

### **A ampliação das pesquisas em mudanças climáticas**

No biênio 1996-1997 teve início o Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA), em parceria com organizações de 12 países. Em sua fase inicial, sob a liderança do INPE, o LBA tinha como objetivo buscar respostas fundamentais sobre os ciclos da água, energia, carbono, gases e nutrientes na Amazônia e sobre como esses ciclos se alteraram com o uso da terra pelo homem. Esse experimento veio confirmar a liderança do INPE no setor e a relevância das questões ambientais em sua agenda científica. Outro fato que veio reforçar a agenda do Instituto na área ambiental foi a instalação no INPE, em 1994, do Instituto Interamericano de Pesquisa em Mudanças Globais (IAI).

O envolvimento do INPE nas questões ambientais, sob a forma do uso das ferramentas de modelagem numérica e coleta de dados por meio de satélites e plataformas terrestres, vem crescendo de forma marcante nos últimos anos. Prova disso é a participação de cientistas de seus quadros na elaboração dos relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, que funciona sob os auspícios da Organização das Nações Unidas (ONU), e a liderança no comitê

científico do *International Geosphere Biosphere Programme* (IGBP), a partir de 2006.

Recentemente, o INPE ampliou sua agenda de pesquisa para incluir o tema de Ciência do Sistema Terrestre, com foco nos impactos causados pela atividade antrópica e pelas mudanças climáticas. Iniciativas de pesquisa e liderança em projetos internacionais de pesquisa sobre a Amazônia, como o LBA, participação na elaboração de relatórios do IPCC, e a liderança no comitê científico do IGBP (2006 a 2012), levaram o INPE a criar, em 2009, o Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST). O objetivo do CCST é analisar os caminhos de sustentabilidade do Brasil frente às mudanças ambientais globais, ampliando, assim, a agenda de pesquisa do INPE na área ambiental.

### **A busca da autonomia no desenvolvimento das tecnologias espaciais**

No início dos anos 1970, com a criação da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), órgão responsável pela elaboração da política espacial e coordenação do Programa Espacial Brasileiro, o INPE assumiu o papel de executor de atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da área de satélites. Naquela ocasião, houve um intenso debate para definir uma missão espacial que capacitasse o país em engenharia e tecnologia espacial. Apesar da negociação com a França para desenvolver uma missão conjunta, a COBAE optou por um programa autônomo - a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) -, que começou a ser desenvolvido em 1978.

A MECB foi aprovada em 1979 e seria um divisor de águas para o INPE, tendo em vista o aumento de seu orçamento, a contratação de recursos humanos e projetos de ampla infraestrutura. Os objetivos iniciais da MECB eram o desenvolvimento de quatro satélites e de um veículo lançador, e a construção de uma infraestrutura para as operações de lançamento. O então Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA) ficou responsável pelas tarefas relativas ao lançador e pela base de lançamento.

O INPE seria responsável pelo desenvolvimento de dois satélites de coleta de dados ambientais de aproximadamente 100 kg e de dois satélites de sensoriamento remoto de cerca de 150 kg para órbita polar, bem como pelo desenvolvimento de um sistema de solo para o controle de satélites e para o processamento e distribuição de dados de suas cargas úteis. Como resultado, a MECB impulsionou a consolidação definitiva de mais uma área atuação do Instituto - a Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE).

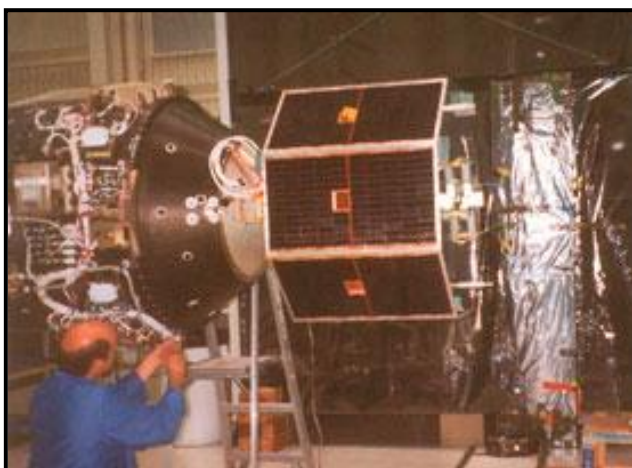
Pela MECB foi construído o Laboratório de Integração e Testes (LIT), inaugurado em 1987. O LIT é responsável pela montagem e integração dos satélites brasileiros, mas também vem sendo contratado para a realização de testes



e integração de satélites estrangeiros. Além disso, atende a solicitações de teste, verificação e calibração de sistemas e subsistemas para vários setores da indústria nacional.

Com a MECB, também foi criado o Centro de Controle e Rastreamento de Satélites (CRC), com unidades em São José dos Campos, Cuiabá e Alcântara, bem como o Centro de Missão de Coleta de Dados em Cachoeira Paulista. O CRC foi inaugurado em 1988 para fazer o controle dos dois Satélites de Coleta de Dados Ambientais (SCD), mas a partir de 2001 se capacitou para realizar o controle compartilhado com a China dos satélites da série *China-Brazil Earth Resources Satellites* (CBERS).

Os resultados mais visíveis da MECB no INPE foram os lançamentos do SCD-1, em 1993, e do SCD-2, em 1998. Esses lançamentos representaram o cumprimento da tarefa inicial do INPE na MECB, que consistia no desenvolvimento



*SCD-2, lançado em 1998*

e lançamento de dois satélites de coleta de dados ambientais. Por outro lado, o objetivo de lançar outros dois satélites de sensoriamento remoto não pode ser completado nos moldes previstos originalmente pela MECB.

Em paralelo ao desenvolvimento e lançamento dos SCDs, o INPE investiu na instalação de uma infraestrutura de várias cente-

nas de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) distribuídas por todo o território nacional e países vizinhos. Seu desenvolvimento foi promovido pela MECB, tendo se transformado em uma atividade operacional que continua a ser apoiada pelos satélites da série CBERS.

Em associação às atividades de P&D de tecnologias espaciais, foram criados os Laboratórios Associados, instituídos em 1986 com o objetivo de desenvolver atividades de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) de interesse para a área espacial, tais como sensores e materiais, plasma, computação e matemática aplicada, e combustão e propulsão.

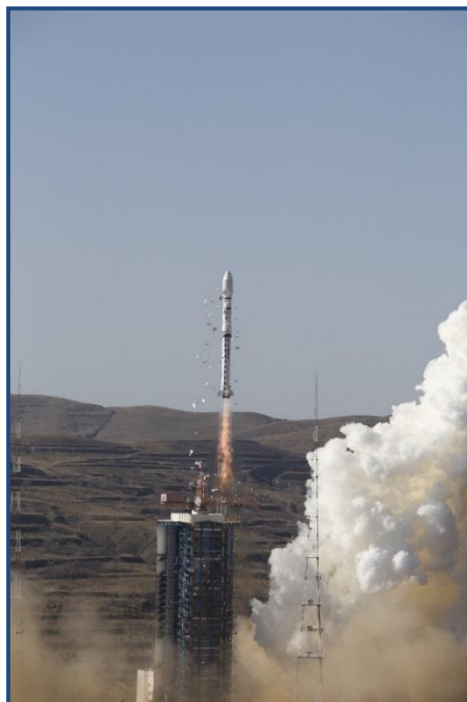
### **O Programa CBERS: cooperação com a China**

Os anos 1980 foram marcados por sucessivas crises econômicas que se refletiram parcialmente nos resultados da MECB. Para enfrentar as dificuldades financeiras, mas também por razões de estratégia geopolítica, visando o acesso às

tecnologias sensíveis necessárias para o desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto de forma autônoma, o INPE buscou a cooperação internacional. Juntamente com os Ministérios da Ciência e Tecnologia e das Relações Exteriores, começou a discutir e negociar com a China, em 1984, um protocolo de cooperação para o desenvolvimento, a fabricação, testes e lançamento de dois satélites de sensoriamento remoto de grande porte. A cooperação também incluía a operação, recepção, processamento e disseminação das imagens por estações brasileiras e chinesas.

A assinatura do protocolo de cooperação entre Brasil e China, em 1988, resultou no lançamento do primeiro satélite da série CBERS, em 1999, e do CBERS-2, em 2003. A partir do êxito desse programa, houve a renovação da cooperação, com o lançamento do CBERS-2B em 2007 e ampliação da missão conjunta com mais dois satélites, CBERS-3 e CBERS-4.

Em 2013, com a falha no lançamento do CBERS-3, as equipes brasileira e chinesa se comprometeram a realizar um grande esforço para produzir, integrar, testar e lançar o satélite seguinte, o CBERS-4, dentro de um cronograma apertado de um ano. O satélite foi lançado com sucesso em dezembro de 2014, trazendo nova perspectiva à extensão do programa entre os dois países. As imagens CBERS são utilizadas no controle do desmatamento e de queimadas na Amazônia Legal, no monitoramento de recursos hídricos, na produção e expansão agrícola, cartografia, entre outras aplicações.



*Lançamento do CBERS-4, em dezembro de 2014*

A década de 2000 foi positiva para o INPE em termos orçamentários. Com o aumento dos dispêndios em C&T pelo governo Lula a partir de 2004, o orçamento do INPE cresceu de R\$ 100 milhões, em 2003, para R\$ 200 milhões, em 2007, chegando a R\$ 250 milhões em 2010. Esse incremento de recursos permitiu um melhor planejamento dos programas de satélite, incluindo contratações junto à indústria nacional. Atualmente, os principais programas de satélites desenvolvidos pelo INPE são, além do CBERS, a 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. Para os próximos anos, INPE planeja lançar uma série de satélites baseados na PMM, para aplicações de observação da



Terra (sensoriamento remoto e clima espacial) e científicas (astrofísica e geofísica espacial).

A história de grandes iniciativas do INPE traduz a postura proativa de sua comunidade científica, que aos poucos ampliou a área de atuação da instituição em resposta às demandas da sociedade e dos desafios científicos e tecnológicos. A competência adquirida nas suas principais áreas de atividade - Ciências Espaciais e Atmosféricas, Ciências Ambientais e Meteorológicas, e Engenharia e Tecnologias Espaciais - foram estabelecidas, por um lado, graças às cooperações científicas internacionais. Por outro, valeu-se da constituição de uma comunidade científica e tecnológica de excelência que se estabeleceu sob a estratégia da formação nos mais avançados centros de pesquisa e pela atração de pesquisadores do exterior para atuar na instituição.

### 1.3. Competências

Ao longo de seus mais de 50 anos, o INPE adquiriu competências em atividades de desenvolvimento científico e tecnológico, gerando conhecimentos, produtos, processos e serviços que são difundidos à sociedade. As competências científicas e tecnológicas do INPE, reconhecidas nacional e internacionalmente, estão concentradas em diferentes áreas:

Em **Ciências Espaciais e Atmosféricas** são realizadas pesquisas básica e aplicada em astrofísica tanto dentro do espectro eletromagnético quanto gravitacional, ionosfera, aeronomia, geomagnetismo, média e alta atmosfera, eletricidade atmosférica, magnetosfera e meio interplanetário, além do desenvolvimento de experimentos científicos embarcados em balões estratosféricos, foguetes de sondagem e satélites. Na área de Geofísica Espacial e Interações Sol-Terra, desde 2008 vem funcionando o serviço de previsão do Clima Espacial.



*Experimento SUMIT (telescópio de raios-X com 1.270kg) da Universidade de Nagoya e ISAS. O lançamento foi realizado em Cachoeira Paulista*

Em **Engenharia e Tecnologia Espacial** são empreendidos esforços para o desenvolvimento e a difusão de tecnologias de sistemas espaciais, principalmente satélites, que apoiam os programas das áreas científicas e de aplicações. São desenvolvidos sistemas de solo, mecânica espacial e controle, eletrônica aeroespacial e manufaturas. Vinculados a essas áreas atuam os **Laboratórios Associados**, na pesquisa, desenvolvimento e inovação em plasma, sensores e novos materiais, combustão e propulsão, computação e matemática aplicada.



*Modelo de testes do propulsor iônico PION5 de 20mN*

As ciências da **Observação da Terra** incluem pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e metodologias para extração de informações de dados de satélites, que atendem às diversas aplicações em sensoriamento remoto e geoinformática. Fazem também parte dessas atividades o desenvolvimento e disponibilização para a sociedade de *softwares* livres para tratamento de informação geográfica e processamento digital de imagens, assim

como a especificação de requisitos de missões espaciais brasileiras de observação da Terra.

O Centro de **Previsão do Tempo e Estudos Climáticos** (CPTEC) desenvolve pesquisas e atividades nos campos das Ciências Meteorológicas, Meteorologia por Satélites, Previsão de Tempo e Climatologia. Suas atividades operacionais incluem monitoramentos e previsões de tempo de curto e médio prazos, clima sazonal, qualidade do ar e previsões oceânicas (ondas e ventos), cujos produtos são obtidos a partir do processamento de modelos em um supercomputador. O CPTEC também desenvolve produtos extraídos de imagens de satélite e radar, como, por exemplo, o sistema de detecção de queimadas e o de previsão de trajetória de nuvens de chuva.

O Centro de **Ciência do Sistema Terrestre** (CCST) é a mais nova área de pesquisa do INPE, com a missão de expandir a capacidade científica, tecnológica e institucional do país em mudanças ambientais e climáticas globais. Tem como objetivo formular cenários climáticos futuros, bem como de mudanças na cobertura do solo, incluindo a componente social. As pesquisas na área vêm oferecendo subsídios às políticas públicas para o enfrentamento dos problemas decorrentes das mudanças do clima, colaborando com a formulação de um novo modelo de desenvolvimento sustentável para o país.

Para realizar essas atividades de pesquisa e desenvolvimento, o INPE dispõe de ampla **Infraestrutura** para atender às demandas do Programa Espacial Brasileiro, com modernas instalações e recursos, tais como: o supercomputador



*Estrutura de supercomputação do INPE: entre as maiores do gênero na América Latina e no Hemisfério Sul*

Tupã, que processa as previsões de tempo, clima sazonal, qualidade do ar e cenários de mudanças climáticas; o **Centro de Rastreamento e Controle (CRC)**, que monitora e controla os satélites brasileiros em órbita; e salas limpas do **Laboratório de Integração e Testes (LIT)**, para a montagem, integração e testes de sistemas espaciais (como satélites), materiais, componentes e equipamentos que integram os sistemas espaciais. Sua ampla capacidade

permite ainda atender à indústria para testes de protótipos.

Os **Centros Regionais** do INPE – Sul, Nordeste e Amazônia – atuam na pesquisa, desenvolvimento e inovação, com ênfase nas especificidades e desafios

das regiões em que estão situados. Estão ligados a universidades de referência em suas regiões, mantendo acordos de cooperação científica e tecnológica, parcerias em projetos, estabelecendo a interação com pesquisadores e estudantes de graduação e pós-graduação.

A competência do INPE nas diferentes áreas científicas e tecnológicas tem como base os seus **Programas de Pós-Graduação**, presentes na instituição desde a década de 1960, formando especialistas e acadêmicos que contribuem com a criação de novos núcleos de graduação e pós-graduação no país.

Destacam-se também as competências relacionais e organizacionais que permitem ao INPE interagir com instituições nacionais e internacionais, públicas e privadas, por meio de acordos de cooperação e parcerias em diversos campos de interesse. Tal capacidade tem sido fundamental à execução de suas atividades relacionadas à política espacial brasileira, à captação de recursos e ao intercâmbio científico e tecnológico como meio para fortalecer suas atividades de P&D, além de estabelecer o acesso e o fornecimento de dados, desenvolvimento de serviços, tecnologias e sistemas espaciais.

Caminhando em paralelo com as diversas de pesquisa e desenvolvimento, e essenciais para que sejam mantidos seus níveis de excelência, a instituição desenvolve uma série de capacidades administrativas, gerenciais e de gestão de recursos humanos, buscando estabelecer e manter um conjunto de competências que refletem sua força e credibilidade institucional.

## 1.4. Contribuições

O INPE proporciona uma série de contribuições à sociedade brasileira, seja por meio do desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, seja pela geração e difusão de produtos, processos e serviços. Algumas realizações são apresentadas a seguir.

### Desenvolvimento de tecnologias espaciais

O INPE é um dos executores do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), sendo responsável pelo desenvolvimento de satélites de observação da Terra ópticos e por radar, além de satélites científicos e meteorológicos. As missões referentes a estes satélites estão previstas no PNAE e respondem às necessidades governamentais para a implementação de diversas políticas públicas e à solução de problemas nacionais.

Dentre as missões do período 2011-2015 destacam-se o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS-4) e o Satélite de Observação da Terra, da série Amazônia (Amazônia-1). A concepção e autoridade dos projetos são de responsabilidade do INPE, enquanto que os equipamentos e subsistemas dos satélites são contratados e fabricados na indústria brasileira. As atividades de integração e testes dos satélites são realizadas no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE.

Em dezembro de 2014, foi lançado com sucesso o satélite CBERS-4, a partir da base de lançamento de Taiyuan, na China. Um acordo entre os governos brasileiro e chinês propôs a montagem e lançamento desse satélite de forma acelerada, após a perda do CBERS-3, em 2013, devido a uma falha no terceiro estágio do foguete chinês Longa-Marcha 4B, que impediu a colocação do satélite em sua órbita correta. As imagens do CBERS-4 dão continuidade e garantia do aprimoramento das atividades de monitoramento de florestas, recursos hídricos, agricultura, entre outras aplicações.

Entre as atividades do INPE no PNAE inclui-se ainda o provimento de acesso a dados de missões espaciais úteis ao desenvolvimento de pesquisas e aplicações nas diversas áreas do conhecimento. Os dados são recebidos pelas estações de recepção do INPE e armazenados, processados em vários níveis de correção radiométrica e geométrica e distribuídos aos usuários finais. Atualmente, o INPE recebe dados dos satélites CBERS-4, LANDSAT-7, LANDSAT-8, RESOURCESAT-2, NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19, FY-3A, FY-3B, AQUA, TERRA, S-NPP, GOES-13 e MetOp-B.

## O INPE como indutor da indústria espacial brasileira

Um dos objetivos do INPE é estimular e promover o desenvolvimento de uma indústria espacial no Brasil, que no longo prazo deverá estabelecer uma sinergia de competências tecnológicas entre os setores de aeronáutica, espaço e defesa, tal como ocorre nos Estados Unidos e na Europa. A indústria de defesa no Brasil, que nos anos 1970 tinha participação significativa na pauta de exportações, sofreu uma queda acentuada desde então. A capacidade de investimento do governo brasileiro caiu muito nas duas décadas seguintes.

A partir de meados da década de 1990, houve uma retomada de investimentos, mas a indústria de defesa brasileira estava com sua capacidade muito reduzida e teve dificuldades para atender às demandas de Estado. Apenas a partir de 2008, quando foi lançada a Estratégia Nacional de Defesa, o governo federal estabeleceu um plano sistemático de compra de equipamentos na indústria nacional. No entanto, para tornar realidade essa estratégia, seria fundamental a ampliação substancial da capacidade de investimento do governo federal no setor.

O INPE, por sua vez, passou a receber recursos estáveis a partir de 2004, para o desenvolvimento dos satélites CBERS-3 e 4 e Amazônia-1. Desde então, a indústria espacial passou a contar com um fluxo constante de contratos. Frente às limitações da indústria nesse segmento, o INPE procura capacitá-la com projetos de complexidade cada vez maior. O Instituto elabora os projetos de satélite,



*Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE*

eventualmente em conjunto com parceiros internacionais, e identifica os requisitos para cada subsistema. Na sequência, contrata esses subsistemas na indústria nacional e acompanha a sua fabricação, assumindo a qualificação desses subsistemas, que é realizada no Laboratório de Integração e Testes (LIT). Nesse laboratório também são realizadas a montagem, in-

tegração e testes dos subsistemas espaciais desenvolvidos pelo INPE ou em uma infraestrutura equivalente no exterior.

A participação do LIT nesse processo é fundamental e estratégica, pois garante o atendimento a padrões de qualidade internacional. A infraestrutura e experiência do LIT tornaram possível, por exemplo, a realização de testes do satélite SAC-D/AQUARIUS, uma colaboração entre o *Jet Propulsion Laboratory* (JPL), da NASA, e agência espacial Argentina (CONAE).



A adoção de padrões internacionais de exigência nas contratações do INPE é uma forma de se garantir uma indústria espacial sólida no país. A contratação de uma tecnologia nova na indústria brasileira poderá ser mais dispendiosa em termos de custo e tempo do que se for encomendada no exterior. No entanto, se for mantido um fluxo de contratos industriais em um período mais estendido será possível reduzir preços e prazos das tecnologias produzidas pela indústria, mantendo o mesmo padrão de qualidade já alcançado e garantindo a consolidação das competências adquiridas através de uma política industrial voltada a tecnologias de ponta.

O satélite CBERS-3 foi o primeiro projeto do INPE desenvolvido com uma política industrial consistente. O fluxo constante de recursos desde 2004 vem permitindo ganhos de preço e prazo. Na contratação, na indústria, de subsistemas semelhantes e de modo sequenciado, o INPE obteve reduções de preço de 25% a 50% e diminuição de prazos de até um ano. Esses dados demonstram a importância de se manter um fluxo estável de recursos nas contratações relacionadas ao programa espacial, como condição para uma política industrial bem sucedida para o setor.

### **Conhecimento para o desenvolvimento sustentável**

Nos anos 1960, quando os primeiros satélites foram lançados pelos países desenvolvidos, percebeu-se rapidamente o potencial das tecnologias de sensoriamento remoto para o Brasil, um país de dimensão continental e grande diversidade de biomas. A experiência com o Projeto Sensoriamento Remoto (SERE), no final daquela década, levou o INPE a instalar, em 1973, em Cuiabá, uma estação de rastreamento, recepção e processamento de dados do satélite LANDSAT-1. Desde então, o INPE vem constituindo um acervo histórico único sobre o território brasileiro, um banco de dados de satélites que inclui os da série LANDSAT e CBERS, cujas imagens são distribuídas sem custos ou restrições de uso pela Internet.

As imagens são utilizadas em diferentes aplicações: na gestão de florestas, monitoramento de uso da terra, estudos de impacto ambiental, licenciamento e planejamento de assentamentos, planejamento urbano etc. O monitoramento do desmatamento e do uso da terra na Amazônia, atividade oficialmente realizada pelo INPE desde 1988, oferece subsídios à formulação de políticas públicas e às ações de fiscalização e controle ambiental do governo federal. Com grande visibilidade, seus resultados são divulgados na Internet e acompanhados por ONGs, comunidade científica nacional e internacional, mídia e sociedade brasileira em geral.

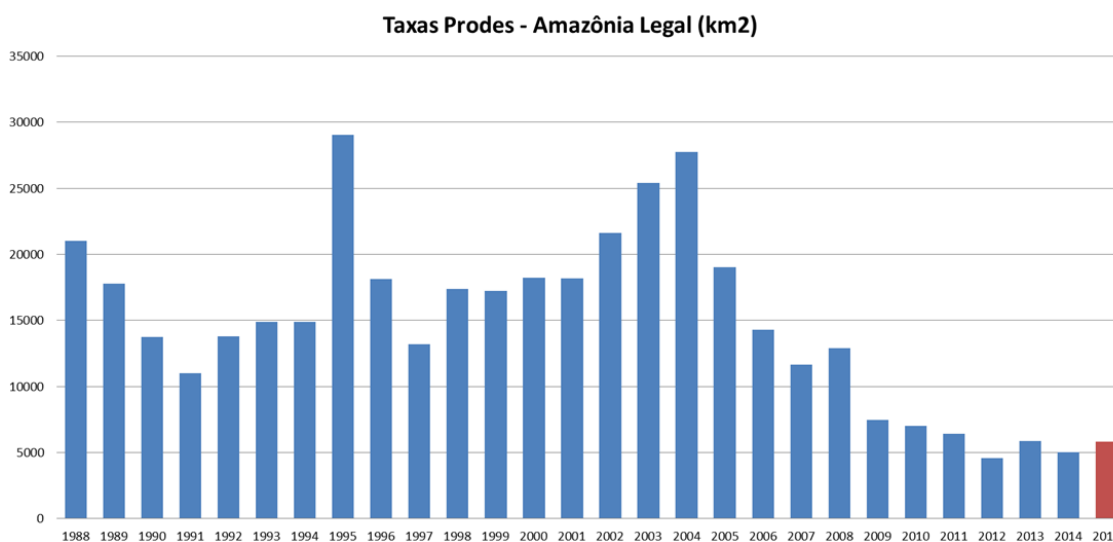
Entre os sistemas de monitoramento da Amazônia desenvolvidos pelo INPE, destacam-se o PRODES e o DETER. O PRODES mede as taxas anuais de desflorestamento desde 1988, fazendo uso de imagens de diversos satélites,

principalmente os da série LANDSAT, como também os da série CBERS, com resolução de 20 a 30 metros e revisitas de 15 a 26 dias, que permitem mapear desmatamentos superiores a uma área de 6,25 hectares.

O DETER, por sua vez, é um sistema de alerta de apoio à fiscalização e controle do desmatamento, que utiliza imagens do sensor MODIS, do satélite Terra, da NASA, com frequência temporal de dois dias e resolução espacial de 250 m. É possível detectar desmatamentos de áreas a partir de 0,25 km<sup>2</sup> (ou 25 hectares). Os dados são enviados diariamente ao IBAMA, responsável por fiscalizar atividades ilegais de degradação. A alta frequência de observação dos satélites sobre a região reduz a limitação imposta pela cobertura de nuvens, compensando ainda as deficiências da resolução espacial. O DETER indica tanto áreas de corte raso (retirada total da floresta) como de degradação progressiva (áreas em processo de desmate).

O monitoramento do DETER iniciou-se em 2004, quando foi criado pelo governo federal o Plano para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAM). Governo, cientistas e ambientalistas acreditam que a queda substancial e consistente do desmatamento verificada desde 2005 teve contribuição essencial do DETER. O desmatamento foi reduzido de 27.000 km<sup>2</sup>, em 2004, para 5.012 km<sup>2</sup>, em 2014.

### Taxa de Desmatamento Anual da Amazônia Legal



A credibilidade internacional e a confiança na capacidade de monitoramento ambiental do INPE foram fundamentais na decisão do governo brasileiro de apresentar, na conferência do clima de Copenhague, em 2009, um plano ambicioso para reduzir até 2020 o desmatamento na Amazônia em 80% em relação à média observada no período de 1995 a 2006. Esses anúncios de metas foram bem recebidos pela comunidade internacional e contribuem para que o Brasil se configure como um país de iniciativa e liderança ambiental mundial.



Enquanto se verifica a diminuição do ritmo do desmatamento e a consolidação da ocupação humana na Amazônia, observa-se, por outro lado, o aumento de áreas de menor tamanho como responsáveis pelo desmatamento. Cortes em áreas menores que 50 ha eram 35% do total em 2002; já em 2010, estas passaram a representar 80% do total.

Essa nova dinâmica do uso da terra 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 a alta frequência temporal das passagens. Esses novos satélites também seriam úteis para qualificar os dados do PRODES e do DETER com imagens de melhor resolução, fornecendo uma amostragem adequada e estatisticamente mais significativa das áreas monitoradas. Tais necessidades levaram à concepção dos satélites da série CBERS e do Amazônia-1. Em 2014, o INPE passou a receber os dados do satélite indiano RESOURCESAT-2 (resolução espacial de 56m, revisita de 5 dias), o que possibilitou o aprimoramento do DETER. O novo sistema de detecção, nomeado DETER-B, permite a detecção de desmatamentos de áreas a partir de 3,0 ha.

Estudos ambientais desenvolvidos com base em imagens de satélite vêm se ampliando no INPE. Em 2014, iniciou-se o mapeamento do uso e cobertura da terra nas áreas já desmatadas no bioma Cerrado para o ano de 2013. Esse trabalho foi realizado em colaboração com o IBAMA, a Embrapa e a Universidade Federal de Goiás.

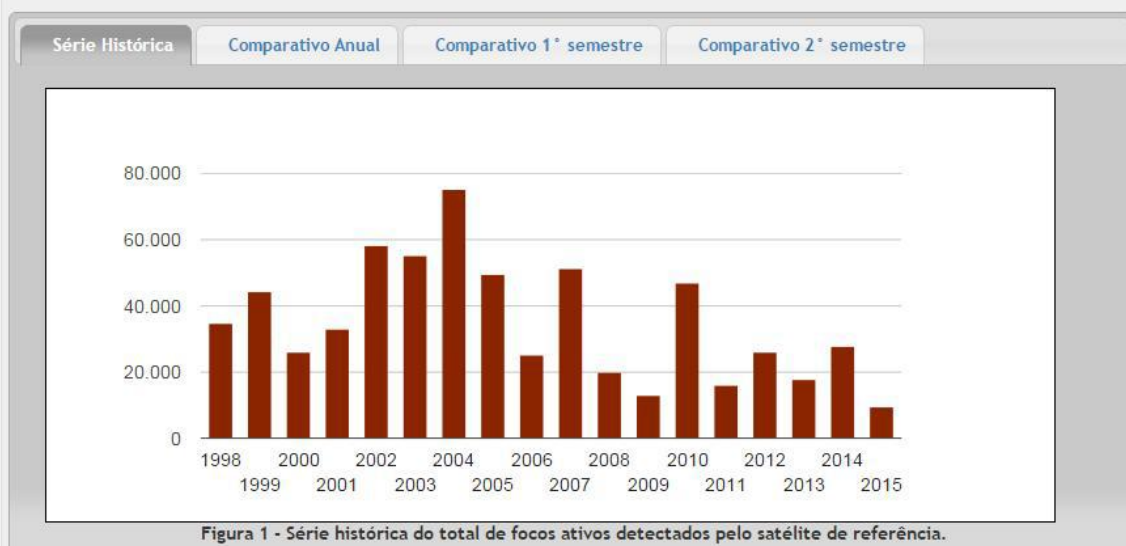
Outra frente de pesquisa e desenvolvimento, desde os anos 1980, que consolida o papel do INPE como uma instituição dedicada à área ambiental, comprometida com o desenvolvimento sustentável, é o projeto de Monitoramento de Queimadas e Incêndios. Imagens de satélites, recebidas em tempo quase-real, são utilizadas no monitoramento de focos de queimadas.

O INPE processa diariamente mais de 100 imagens geradas a partir de sensores de nove satélites meteorológicos e ambientais. Além da detecção de focos de incêndio, são divulgadas estimativas e previsões de risco de fogo e de queima da vegetação, atendendo a dezenas de instituições nacionais e estaduais, além de milhares de usuários individuais cadastrados.

Em relação ao bioma Mata Atlântica, desde o final da década de 80 a Fundação SOS Mata Atlântica e o INPE divulgam conjuntamente dados de desflorestamento no domínio da Mata Atlântica. Os resultados dos levantamentos foram materializados sob a forma de um Atlas que era atualizado a cada cinco anos, sendo hoje atualizado anualmente. Essas informações têm motivado ações por parte do Ministério Público Federal e estaduais, visando a coibição de ações que acarretam a degradação ambiental.

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. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo e o segundo maior de etanol. Esse projeto acompanha a expansão da cultura, com o objetivo de medir o crescimento da produção e, ao mesmo tempo, verificar os potenciais impactos ambientais.

Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
1998	-	-	-	-	-	2201	3712	15406	10363	2707	182	76	34647
1999	39	28	18	76	731	2201	3926	18566	11729	6109	842	47	44312
2000	44	35	60	59	1194	4358	1338	6063	6251	6062	502	98	26064
2001	44	54	24	309	1193	6665	1555	7762	8490	6543	373	37	33049
2002	172	22	103	641	2528	7878	5621	14267	16151	8445	2275	354	58457
2003	131	50	34	496	2499	7794	11613	9130	16338	4932	1805	524	55346
2004	30	60	176	356	3266	11195	10831	12909	23839	10498	1832	422	75414
2005	47	97	52	353	1842	2394	4371	12996	19540	7079	493	99	49363
2006	351	35	14	55	501	1424	2568	6600	11024	1004	1584	15	25175
2007	22	19	156	171	703	1956	2551	14484	25963	4890	299	81	51295
2008	245	180	180	274	119	403	1117	2875	7965	6326	190	159	20033
2009	527	248	325	169	516	979	1613	2250	3129	2579	588	171	13094
2010	298	431	605	769	1313	1025	3442	14608	18366	4465	768	846	46936
2011	171	119	252	345	547	974	1061	2628	6332	2007	1103	431	15970
2012	166	193	423	521	812	1651	2008	6195	10344	2837	375	492	26017
2013	269	375	563	338	739	1213	1630	3568	5576	1986	1064	447	17768
2014	315	199	655	859	933	1795	2255	7167	7081	5281	1018	466	28024
2015	960	542	705	947	541	1402	1533	2882	0	0	0	0	9512
Máximo	527	431	655	859	3266	11195	11613	18566	25963	10498	2275	846	75414
Média	179	134	228	362	1215	3369	3594	8879	12382	5065	944	293	36644
Mínimo	22	19	14	55	119	403	1061	2250	3129	1004	190	15	13094



O Programa Queimadas do INPE mantém resumos atualizados das ocorrências de focos de queima de vegetação detectados por meio de satélites, como neste exemplo para o Estado de Mato Grosso. Estes dados apoiam decisões de gestão e legislação do uso do fogo na vegetação.

Boa parte dessas pesquisas e desenvolvimentos dedicados à área ambiental faz uso de sistemas e aplicações em geoinformática, desenvolvidos, aperfeiçoados e atualizados pelo INPE desde o início da década de 1980. Esses sistemas integram dados geográficos de diversas fontes e são utilizados em diferentes tipos de estudo, como aqueles mencionados, relacionados ao monitoramento do desmatamento da Amazônia, assim como muitos outros dedicados ao gerenciamento de recursos naturais e desastres naturais.

Atualmente, duas soluções na área de geotecnologia são desenvolvidas pelo INPE: o SPRING e a TerraLib. O SPRING é um sistema de informações geográficas de propósito geral, desenvolvido no modelo de software livre, ou seja, sem custos de licença nem restrições de uso. Com mais de 200 mil usuários cadastrados, o SPRING é amplamente utilizado em universidades, institutos de pesquisa e outras organizações públicas e privadas para a aprendizagem de técnicas de processamento de imagens e geoprocessamento e também para desenvolver projetos e aplicações usando dados geográficos. Já a TerraLib é uma biblioteca de software que pode ser aplicada no desenvolvimento de sistemas mais customizados para um determinado fim, especialmente aqueles desenvolvidos em um ambiente corporativo com acesso a bancos de dados geográficos compartilhados.

Utilizando a TerraLib, o INPE desenvolve, por exemplo, o TerraAmazon, um software especializado para o processamento de dados vetoriais e imagens de satélite em um ambiente multiusuário. O TerraAmazon é usado em todos os projetos do Programa Amazônia do INPE, como o PRODES e o DETER. O mesmo ocorre com o TerraMA<sup>2</sup> (plataforma computacional para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento, análise e alerta a extremos ambientais). A TerraLib também é desenvolvida no modelo software livre, e tem sido usada para desenvolver sistemas de cadastro urbano para prefeituras e sistemas para aplicações em saúde pública, políticas de assistência social e segurança pública, em parceria com o INPE ou exclusivamente por outras organizações. Já o TerraME é um ambiente computacional para o desenvolvimento de modelos que integram as dinâmicas de sistemas sociais e sistemas naturais que utiliza a biblioteca TerraLib para suas necessidades em lidar com bases de dados espaciais.

### **Previsões de tempo e cenários de mudanças climáticas**

Os esforços para a implementação da previsão numérica de tempo iniciaram-se ainda na década de 1980. Com a inauguração do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), em 1994, o Brasil passou a oferecer e divulgar livremente pela Internet previsões de tempo, clima e ambiental, além de uma série de produtos meteorológicos. Aos poucos, com a introdução de novas

tecnologias e supercomputadores mais velozes, os produtos se ampliaram e ganharam maior confiabilidade.

O CPTEC produz atualmente previsões de tempo de curto e médio prazos, da qualidade do ar, além de dominar técnicas de modelagem numérica altamente complexa da atmosfera e dos oceanos. O supercomputador Tupã (Cray – XT6), com velocidade de 250 TFlops, era um dos mais poderosos do mundo para previsão de tempo e clima quando foi adquirido em 2010, já havendo necessidade de atualização da base computacional de alto desempenho do CPTEC. Com o atual supercomputador, foi desenvolvida uma nova versão do Modelo de Circulação Global Atmosférica, validado para 45 e 20 km de resolução horizontal, com resultados satisfatórios, comparáveis ao do modelo norte-americano.

O CPTEC/INPE fornece operacionalmente previsões numéricas de tempo com antecedência de 3 a 11 dias, com resolução horizontal que chega a 5 km, para a América do Sul, e previsões climáticas sazonais com 40 km de resolução. O modelo de clima regional também fornece previsão por conjunto (Ensemble) em alta resolução espacial em apoio a ações de monitoramento de desastres naturais, de planejamento da distribuição de energia, no planejamento agrícola, entre outros. A previsão climática sazonal, com antecedência de seis meses, passou a ser processada com um modelo acoplado atmosfera-oceano e em um sistema de previsão por conjuntos (Ensemble), metodologia utilizada nos principais centros mundiais de previsão de tempo e que já vinha sendo empregada para as previsões de tempo do CPTEC.

O CPTEC desenvolveu um modelo operacional de previsão e monitoramento da poluição atmosférica que permite acompanhar a trajetória de plumas de aerossóis provenientes das queimadas e da poluição urbana e industrial. Também são geradas previsões oceânicas, com modelos de ondas e ventos marinhos e costeiros.

Uma série de produtos é desenvolvida a partir de dados e imagens de satélites e radares processados no CPTEC, como é o caso do sistema de detecção de queimadas e o de previsão de trajetória de nuvens de chuva. Todos esses produtos e previsões podem ser consultados livremente, no portal do CPTEC na Internet.

Com a criação do Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST), em 2008, o INPE fortaleceu as pesquisas e os desenvolvimentos sobre mudanças ambientais globais, ampliando o conhecimento sobre os processos correlacionados a esse tema e seus impactos no país. Nesse contexto, o CCST tem como objetivo, em colaboração com o CPTEC, formular cenários climáticos futuros, bem como cenários de mudanças na cobertura do solo, incluindo a componente social. As pesquisas na área vêm oferecendo subsídios às políticas públicas para o enfrentamento dos problemas relacionados às mudanças do clima, tanto no plano

nacional como no internacional, colaborando com a formulação de um novo modelo de desenvolvimento sustentável para o país.

## **Monitoramento do clima espacial**

Desde a sua origem, o INPE realiza pesquisas relacionadas aos fenômenos espaciais, que incluem desde investigações sobre o Sol, espaço interplanetário, magnetosfera, até a ionosfera, a alta e média atmosfera, e geomagnetismo. A partir dos anos 2000, com a crescente necessidade de informações sobre o clima espacial por parte das comunidades tecnológicas e socioeconômicas, o INPE passou a investigar e monitorar fenômenos solares e ocorrências físicas no ambiente espacial que se manifestam de forma recorrente e afetam os astros, incluindo a Terra, e o funcionamento de artefatos no espaço, impactando também serviços que fazem uso de sistemas espaciais.

Em 2008, o INPE implantou o serviço de previsão do Clima Espacial e, em 2011, inaugurou o Centro de Informação e Previsão do Clima Espacial, responsável pelo programa de Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial (EMBRACE). Esse programa abrange a investigação e a previsão de diferentes fenômenos como atividades solares, tempestades magnéticas e tempestades ionosféricas, que produzem impactos em nosso planeta.

O EMBRACE foi nomeado Centro de Alerta Regional do Brasil para Previsão do Clima Espacial, único na América do Sul e Latina, e membro da *International Space Environment Services* (ISES), organização cujos representantes discutem e propõem mecanismos de alerta e de procedimentos de defesa para os sistemas espaciais. Em 2014, o programa inaugurou o Laboratório Conjunto Brasil-China para Clima Espacial e iniciou trabalhos de criação de produtos computacionais destinados às aplicações de clima espacial.

## **Centros especializados em suas regiões**

Os três Centros Regionais do INPE – Sul, Nordeste e Amazônia – são unidades de pesquisa, desenvolvimento e inovação com nichos específicos de atuação. Possuem vínculos com núcleos de liderança de importantes setores do INPE e exploram as especificidades e desafios das regiões do país nas quais estão situados.

O **Centro Regional do Nordeste (CRN)**, com sede em Natal (RN), coordena e opera o Sistema Integrado de Dados Ambientais (SINDA) por satélite. O foco na modernização desse sistema impulsionou o desenvolvimento tecnológico inovador de um *transponder* que será utilizado em missões espaciais de nanossatélites, para coleta de dados ambientais para fins de previsão meteorológica e climática, estudo

da química da atmosfera, monitoramento da poluição e avaliação do potencial de energias renováveis.

Também faz parte da estrutura do CRN o Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais. Já na área de geoprocessamento, o CRN participa do projeto “Construindo Nosso Mapa Municipal Visto do Espaço”, que tem dentre seus objetivos ampliar o conhecimento sobre o bioma Caatinga e ampliar a disponibilidade de mapas básicos com o propósito de oferecer alternativas para regiões que sofrem com escassez de água, baixo investimento em educação, saúde e infraestrutura.

O CRN gerencia, ainda, a Unidade de Eusébio (CE), que desenvolve atividades relacionadas com pesquisas nas áreas de Geodésia Espacial, Geodinâmica, Geomagnetismo, Astrofísica, Física da Ionosfera e Processamento Inteligente de Sinais.

O **Centro Regional Sul (CRS)**, com sede em Santa Maria (RS), abriga o núcleo de pesquisas do INPE na Antártica e Oceano Atlântico Sul. Também vem, desde 2014, operando o NanosatC-Br1 em órbita, primeiro satélite brasileiro com plataforma cubesat. O nanossatélite leva a bordo instrumentos para o estudo de distúrbios na magnetosfera, principalmente na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, e do Eletrojato Equatorial Ionosférico sobre o território brasileiro.

O CRS mantém ainda projetos e pesquisas nas áreas de Computação Científica, Clima e Tempo e Sensoriamento Remoto com foco no bioma Pampa e região Sul. Também desenvolve atividades associadas ao Programa de Clima Espacial, mantendo e operando instrumentação científica no Observatório Espacial do Sul (OES) e Antártica, e realizando pesquisas em aeronomia e para modelagem e previsão da dinâmica do conteúdo eletrônico da ionosfera.

O CRS é, ainda, a sede do Programa Antártico do INPE – PAN, criado no INPE quase simultaneamente ao Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), em 1982, com o objetivo de buscar e desenvolver pesquisas científicas e desenvolvimento de tecnologia ligadas ao continente e ilhas antárticas, Oceano Austral e Atlântico Sul e suas conexões com a América do Sul e restante do planeta.

O **Centro Regional da Amazônia (CRA)** foi criado em 2007 com o intuito de desenvolver pesquisa e desenvolvimento relacionados ao Monitoramento de Florestas Tropicais por satélite, e assim tornar-se um centro de referência internacional em monitoramento e difusão de conhecimento. O CRA utiliza a experiência do INPE nessa área para capacitar técnicos, especialistas e pesquisadores de diferentes países no monitoramento de florestas, através do Projeto Capacitree, que já capacitou mais de 400 técnicos de mais de 40 países. Nesse contexto, o Centro desenvolve projetos com a OTCA (Organização do Tratado

de Cooperação Amazônica) e a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura).

Na linha de monitoramento, e em parceria com a Embrapa, o INPE realizou o mapeamento de uso e cobertura da terra da Amazônia Legal brasileira para os anos 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014, com o objetivo de entender a dinâmica de uso e cobertura da terra nas áreas desmatadas da região. Através do projeto DETER-B, que realiza monitoramento diário utilizando imagens do satélite IRS e sensor AWiFS, foi desenvolvida uma metodologia para a identificação de áreas de degradação e corte raso, que são utilizadas na vigilância de desmatamentos.

## **1.5. A necessidade de ampliação de Recursos Humanos**

Nos últimos anos, as áreas de Gestão, Planejamento e Infraestrutura sofreram perdas significativas de pessoal, o que vem afetando atividades estratégicas e administrativas de rotina do INPE. A aposentadoria é um dos principais motivos da evasão de talentos do Instituto. Em consequência, há uma defasagem de pessoas qualificadas para as funções estratégicas. Um estudo da CRH feito em 2014 aponta a necessidade emergencial de recomposição do quadro do INPE num total de 438 servidores (Tabela 1), sendo que cerca de 30% dessas vagas correspondem à área de gestão. Entre 2015 e 2020, a projeção é de que 464 servidores estariam em condições de se aposentar (Tabela 2).

O cargo de Assistente em C&T foi o que teve a maior baixa na última década. Além da diminuição natural de servidores, por aposentadoria e falecimento, o cargo foi considerado extinto por um período de dois anos, pelo Decreto 4178/2002. Mesmo depois de o decreto ter sido revogado, não foi autorizado para um concurso recente um pedido de vagas para o cargo. Desde 2002, as perdas chegam a quase 170 vagas.

No período de 2002 a 2011, também houve redução de vagas para o cargo de Analista em C&T. Foram perdidas 15 vagas e embora o INPE tenha sido contemplado com 28 vagas para o concurso de 2012, somente 12 candidatos foram aprovados e contratados. Desse total, três candidatos aprovados que chegaram a assumir o cargo já não fazem mais parte do quadro de pessoal do Instituto.

A situação se agrava tendo em vista a crescente complexidade exigida para as atividades de gestão, que requerem grande competência em questões processuais e jurídicas relacionadas não somente ao setor público, mas também à área de ciência, tecnologia e inovação. Conhecimentos específicos e o atendimento a preceitos legais, princípios de governabilidade, transparência e efetividade dos processos exigem um tempo longo de qualificação e preparo para o desempenho pleno do profissional nessa área de atuação da Instituição.



**Tabela 1 - Necessidade de Adequação e Reposição do Quadro Funcional Efetivo até 2020**

Cargo	Situação Atual	Quantitativo de servidores que adquire o direito de aposentadoria			Nº solicitado de contratações (reposição + ampliação)		
		Em 2015	Entre 2015 e 2017	Entre 2018 e 2020	Previsão Reposição (Acórdão 43 - TCU)	Previsão Ampliação 2017	Previsão Ampliação 2020
	<b>Quadro em 31/05/2015</b>						
Analista em C&T	97	29	6	6	50	55	44
Assistente de Pesquisa	17				0	27	12
Assistente em C&T	117	19	21	26	60	61	63
Auxiliar em C&T	14	4	0	4			
Auxiliar Técnico	2			1			
Pesquisador	194	57	15	23	70	92	79
Técnico	233	48	26	31	58	77	83
Tecnologista	331	70	33	44	200	222	154
<b>TOTAL</b>	<b>988</b>	<b>227</b>	<b>101</b>	<b>135</b>	<b>438</b>	<b>534</b>	<b>435</b>

Fonte: Banco de dados da Divisão de Gestão de Pessoas do INPE em 31 de maio de 2015

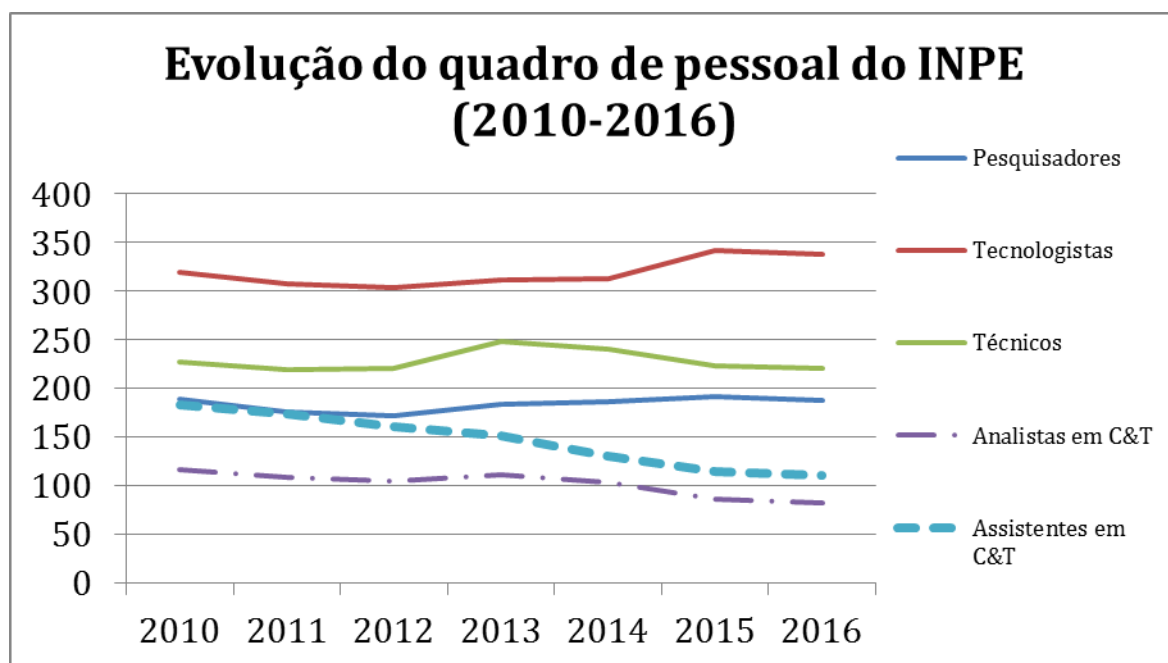
**Tabela 2 - Expectativa de Aposentadoria dos Servidores da Carreira de C&T**

Carreira	Cargos	Imediata	5 anos	10 anos	>10 anos	Total
Pesquisa	Pesquisador	57	38	29	70	194
Desenvolvimento Tecnológico	Tecnologista	70	77	58	126	331
	Técnico	48	57	47	81	233
	Auxiliar Técnico	0	1	0	1	2
Gestão	Analista em C&T	29	12	12	44	97
	Assistente em C&T	19	47	28	23	117
	Auxiliar em C&T	4	5	4	1	14
<b>Total</b>		<b>227</b>	<b>237</b>	<b>178</b>	<b>346</b>	<b>988</b>

Fonte: Banco de dados da Divisão de Gestão de Pessoas do INPE em 31 de maio de 2015

A Tabela 3 mostra o histórico das aposentadorias do INPE desde 2010, complementando os dados da Tabela 2, e curvas da Figura 1 permitem a comparação da evolução do quantitativo das diferentes carreiras do Instituto.

**Figura 1 - Evolução do quantitativo de carreiras do INPE**



**Tabela 3 – Aposentadorias Concedidas por Carreira e Cargos Plano de Carreiras para Área de C&T - INPE**

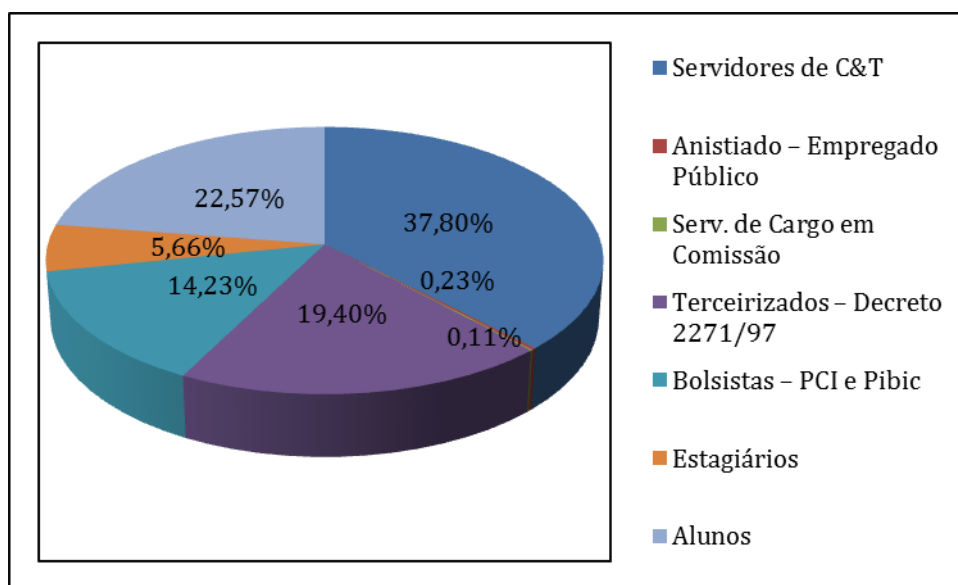
Carreira	Cargo	Exercício							Total Por Cargo
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Pesquisa	Pesquisador	2	7	4	11	6	9	2	41
Desenvolvimento Tecnológico	Tecnologista	7	9	5	9	11	12	7	60
	Técnico	3	6	0	8	8	14	2	41
	Auxiliar Técnico	0	0	0	0	0	0	0	0
Gestão	Analista em C&T	6	9	8	5	8	14	6	56
	Assistente em C&T	6	7	12	7	27	14	7	80
	Auxiliar em C&T	4	1	1	2	2	1	1	12
<b>Total Por Exercício</b>		<b>28</b>	<b>39</b>	<b>30</b>	<b>42</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>25</b>	<b>290</b>

**Tabela 4 - Quadro de RH - INPE**

Colaborador	Qde	%
Servidores de C&T	954	37,80
Anistiado – Empregado Público	6	0,23
Serv. de Cargo em Comissão	3	0,11
Terceirizados – Decreto 2271/97	507	19,40
Bolsistas – PCI e Pibic	372	14,23
Estagiários	148	5,66
Alunos	610	22,57
<b>Total</b>	<b>2.614</b>	<b>100,00</b>

*Fonte: Dados da CRH de junho de 2016.*

**Figura 2- Quadro de RH - INPE**



*Fonte: Banco de dados da Divisão de Gestão de Pessoas do INPE em 31 de maio de 2015*

Entre 2013 e 2014, o INPE admitiu 127 servidores efetivos, dos quais 40 de nível médio, para substituir profissionais contratados por tempo determinado no CPTEC, CRC e LCP. Só em 2014 o concurso atendeu ao provimento de 68 cargos efetivos de nível superior, para lotação no CPTEC, CCST e LCP, com a extinção definitiva dos contratados temporários. Apesar da realização desses dois últimos concursos, o número de vagas de cargos efetivos foi insuficiente, embora o INPE tenha sinalizado com antecedência sobre a necessidade de recomposição e ampliação do seu quadro de pessoal.

## **Parte 2–AVALIAÇÃO DO PLANO DIRETOR 2011-2015**

O Plano Diretor 2011-2015 refletiu a ousadia e o otimismo do início da década de 2010. O INPE entendia que era momento de grandes realizações, avanços e contribuições à sociedade brasileira, como instituição de ciência e tecnologia. Esforços foram engendrados em todas as frentes, com grande motivação da força de trabalho do Instituto. Muitos resultados significativos foram alcançados. Contudo, com as mudanças ocorridas no cenário do país e nas condições de execução nesse período, muitas iniciativas e ações tiveram que ser adiadas ou suspensas. Após quatro anos, sob um novo processo de reflexão sobre as estratégias em direção a uma nova visão de futuro, o INPE reavalia posições e diretrizes, incorporando o aprendizado obtido com os Planos Diretores anteriores. Abaixo, é apresentada uma breve análise dos 12 objetivos estratégicos propostos em 2011.

***OE 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.***

O programa de satélites de telecomunicação e observação da Terra proposto pelo INPE para atender a demandas brasileiras e internacionais foi ousado e extrapolou os recursos financeiros e humanos disponíveis para tal. Os nove satélites de observação da Terra planejados inicialmente foram CBERS-3, CBERS-4, CBERS-4B, Amazônia-1, Amazônia-1B, Amazônia-2, Sabiá-MAR 1, Sabiá-MAR 1B e satélite SAR, em conformidade com o Programa Nacional de Atividades Espaciais em vigência (2005-2014). Destes, quatro (CBERS-3, Amazônia-1, CBERS-4 e Amazônia-1B) seriam lançados até o final do Plano Diretor, em 2015, e os demais seriam finalizados e lançados até 2019. Entretanto, uma revisão do PNAE ocorrida em 2011, com validade até 2021, mudou esse cronograma, adaptando os planos a um cenário mais realista do país. Assim, conforme o novo PNAE, haveria o lançamento do CBERS-3 em 2013, do CBERS-4 e do satélite geostacionário SGDC-1 em 2014 e, do Amazônia-1 em 2015. Ademais, em 2017 ocorreria o lançamento do Amazônia-1B; em 2018, o do satélite meteorológico GEOMET-1; em 2019, do Amazônia-2, Sabiá-MAR e do geostacionário SGDC-2; por fim, em 2020, ocorreria o lançamento do satélite SAR.

O satélite sino-brasileiro CBERS-3 teve todas as atividades previstas pelo cronograma executadas e seu lançamento ocorreu em 2013. Porém, uma falha no terceiro estágio do lançador chinês Longa-Marcha 4B impediu que a velocidade tangencial necessária para manter o satélite em órbita fosse alcançada. Com isso, o satélite reentrou na atmosfera da Terra, caindo em uma região próxima à

Antártica. Durante o curto período em que o satélite esteve em órbita, foi possível observar que o mesmo operava conforme o previsto.

Esforços foram redobrados para que o satélite sino-brasileiro CBERS-4 fosse montado, integrado e testado durante o ano de 2014 e lançado conforme o cronograma inicial. O lançamento ocorreu a partir da base de lançamento de Taiyuan, na China, no dia 7 de dezembro de 2014. Todos os subsistemas do satélite operam conforme o esperado. A avaliação das quatro câmeras imageadoras indica que as imagens são promissoras e devem garantir ao Brasil o aprimoramento de suas atividades de monitoramento de florestas, recursos hídricos, agricultura, entre outras aplicações.

É possível afirmar que os projetos de satélites da família CBERS foram de fundamental importância tanto para o estabelecimento quanto para a capacitação do setor industrial espacial brasileiro. Esses projetos capacitaram a indústria nacional a projetar e fabricar diversos subsistemas de satélites, tais como estruturas, suprimento de energia, painéis solares, propulsão de satélites, telecomunicação de bordo, câmeras ópticas imageadoras, gravadores digitais de dados e transmissores de imagens de satélites. A capacitação industrial necessária para projetar e fabricar os subsistemas e equipamentos relacionados não se limita às competências tecnológicas, mas incluem infraestrutura, recursos humanos e metodologias gerenciais extremamente valiosas e aplicáveis a outras atividades de outros setores em que essas empresas também atuam.

O SGDC-1 (Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas 1) é um satélite de comunicação geoestacionário brasileiro que está sendo construído pela empresa franco-italiana Thales Alenia Space e será operado pela Telebrás. Por seu relevante histórico de contribuição ao avanço da indústria brasileira, o INPE igualmente contribui, junto à empresa brasileira Visiona Tecnologia Espacial, responsável pela integração do sistema.

Quanto ao desenvolvimento do satélite Amazônia-1, os desafios para a conclusão da Plataforma Multimissão (PMM), bem como a sua integração à carga útil, ainda permanecem. Restrições decorrentes da adequação de projetos de desenvolvimento tecnológico à legislação, da falta de pessoal e de recursos orçamentários vêm acarretando atrasos no desenvolvimento do projeto. Apesar dessas dificuldades, foi possível disponibilizar o modelo de qualificação do Gravador de Dados, o modelo de qualificação das Antenas do transmissor banda X, o modelo de voo das Antenas banda X e o modelo de engenharia do subsistema de Transmissão de Dados (AWDT) da plataforma. Foram também concluídos a fabricação e testes do subsistema de Controle de Atitude e Órbita e Tratamento de Dados (ACDH); o projeto da cablagem do módulo de serviço; a contratação dos componentes para a fabricação da cablagem e o projeto de controle térmico do satélite Amazônia-1. Devido aos fatos apresentados, o lançamento desse satélite



deve ser reprogramado para 2017. No PD 2016-2019, este objetivo é englobado no OE 1.

***OE 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.***

A organização de um programa de satélites científicos que produzisse dados inéditos para a pesquisa em Clima Espacial e Astrofísica, em conformidade com o PNAE em vigência (2005-2014), foi realizada. A proposta incluía o desenvolvimento de cinco satélites a serem lançados entre 2016 e 2020, a saber, o satélite GTEO-FLORA, para estudar o comportamento espectral do solo e da vegetação; os satélites para pesquisa em clima espacial LATTES-1 e o CLE-1; e os de astrofísica AST-1 e AST-2. Entretanto, com a revisão do PNAE em 2011, todas essas empreitadas foram resumidas apenas ao satélite EQUARS, com expectativa de lançamento em 2018. Em 2015, devido à complexidade tecnológica e altos custos envolvidos, decidiu-se a descontinuidade desse projeto. No PD 2016-2019, este objetivo é contemplado no OE 1.

***OE 3. Desenvolver, junto com a indústria nacional, as tecnologias necessárias para as missões do Programa Espacial Brasileiro, enfatizando produtos e processos inovadores.***

O desenvolvimento, junto com a indústria nacional ou seguida de transferência de tecnologia para esta, de tecnologias necessárias para as missões do PNAE, tem sido um esforço constante do grupo responsável pela PD&I em tecnologias críticas do INPE. De maneira global, os Laboratórios Associados apresentaram três novas tecnologias por ano ao longo do período do Plano Diretor 2011-2015. Destacam-se (1) o processo de *upscreening* de componentes eletrônicos simples com o apoio do Instituto de Estudos Avançados (IEAv) do DCTA; (2) lubrificantes sólidos de DLC (*Diamond Like Carbon*), que serviram para revestir as peças da PMM (Plataforma Multimissão) fabricadas pela indústria nacional Fibraforte; (3) o catalisador de hidrazina em fase final de desenvolvimento, para carga nos propulsores da PMM; (4) o catodo oco de elevadas correntes de descarga e seu sistema de aquecimento de alta eficiência para utilização no propulsor iônico em desenvolvimento no INPE. Este objetivo está mantido no PD 2016-2019, no OE 2.

***OE 4. Capacitar o Laboratório de Integração e Testes para atender às atividades de montagem, integração, testes e qualificação requeridas pelos satélites brasileiros.***

Infraestrutura única no Brasil para montagem, integração e testes de satélites e uso para apoio à PD&I da indústria nacional, o Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE é um investimento estratégico para o país. Seu funcionamento, atualização e capacitação contínuas são essenciais para o PNAE (Programa Nacional de Atividades Espaciais). A ampliação do Laboratório é um projeto de grande porte, que está em execução desde 2011. Foram concluídos os estudos para implantação das capacidades necessárias para realização das atividades de montagem, integração e testes (AIT) de satélites geoestacionários de grande porte para telecomunicações e meteorologia, bem como satélites de órbita baixa para observação da Terra, científicos e os demais previstos no PNAE, no Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) e também para as próximas etapas do programa Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC). Esse estudo concluiu pela necessidade de ampliação das instalações atuais do LIT em cerca de 12.000 m<sup>2</sup> de área construída e a implantação de novos meios de testes. Estimado em R\$ 185 milhões, o projeto conta, para sua primeira fase, com um apoio da FINEP no montante de R\$ 45 milhões. A expectativa é de conclusão do projeto de ampliação até o final de 2019. Este objetivo está mantido no PD 2016-2019, no OE 3.

***OE 5. Manter a infraestrutura de controle de satélites, recepção e disseminação de dados espaciais com tecnologia atualizada e padrões internacionais de disponibilidade e qualidade.***

As atividades de rastreamento e controle de veículos espaciais nacionais, estrangeiros ou desenvolvidos em regime de cooperação internacional, cuja operação em órbita tenha sido designada ao Brasil, é uma atribuição ímpar do Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (CRC) do INPE. O CRC é um conjunto integrado de instalações, sistemas e equipes dedicados ao rastreamento e controle de veículos espaciais, operando 24 horas por dia, 365 dias por ano. É composto por um centro de controle e três estações de rastreamento espalhados pelo país, conectados por uma rede de comunicação de dados e voz. Seu funcionamento ininterrupto tem sido cumprido com a manutenção em estado operacional e tecnologicamente atualizada da infraestrutura física diretamente relacionada com as atividades de rastreamento e controle do CRC.

Já a disseminação de dados espaciais, assim como sua recepção, armazenamento e processamento, são tarefas realizadas pelo Centro de Dados de Sensoriamento Remoto (CDSR) do INPE. O Centro é um conjunto integrado de

infraestrutura de solo para a recepção, armazenamento, processamento e distribuição de dados e imagens de missões espaciais. Uma de suas principais atividades é a recepção, processamento e distribuição de imagens de satélites de observação da Terra, que se iniciou na década de 70, com o lançamento do satélite LANDSAT-1.

No período de 2011-2015, o INPE ampliou a sua capacidade de recepção e passou a receber dados dos seguintes satélites: em 2011, NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19, GOES-13; em 2012, MetOp-B, AQUA, TERRA; em 2013, S-NPP; em 2014, RESOURCESAT-2, FY 3A, FY 3B e FY 3C e CBERS-4; em 2015, Landsat-8. Hoje recebe 14 missões espaciais, a saber: CBERS-4, LANDSAT-7, LANDSAT-8, RESOURCESAT-2, NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19, FY-3A, FY-3B, AQUA, TERRA, S-NPP, GOES-13 e MetOp-B.

O Centro de Dados também coleta e processa os dados produzidos pela rede de estações meteorológicas de superfície, cuja informação é retransmitida por satélites nacionais ou internacionais. No Centro de Dados essas informações são armazenadas e distribuídas para usuários do Brasil e do mundo. O desenvolvimento ininterrupto dessas atividades tem ocorrido graças à manutenção e atualização tecnológica da infraestrutura diretamente relacionada, incluindo as estações de recepção de dados de satélites e comunicações. O INPE é um dos maiores distribuidores de dados e imagens de satélites do mundo, com mais 5,3 milhões de dados e imagens distribuídos desde junho de 2004 no CDSR. Nos últimos cinco anos, o Centro de Dados do INPE disponibilizou aos usuários aproximadamente 1,4 milhões de imagens de satélites.

Como o INPE é a única instituição do país que detém esse tipo de infraestrutura, é fundamental, sob pena de perda de autonomia no setor e de informações estratégicas para o governo federal, que ela seja continuamente preservada e atualizada. Esse esforço tem garantido a manutenção desses serviços, bem como assegurado que o país esteja preparado para missões espaciais futuras, tanto nacionais quanto em parceria com agências espaciais estrangeiras.

Cabe ressaltar ainda que, desde 2011, houve esforços significativos para a implantação da Rede Internacional de Distribuição de Imagens, com quatro estações na África, América do Norte e Europa. Entretanto, por envolver ações de outros países, o projeto não alcançou suas metas e percebeu-se a necessidade de um novo modelo de abordagem envolvendo a AEB, o MRE, a ABC e, possivelmente, algum organismo internacional multilateral como a UNESCO. O assunto aguarda definição das partes. Este objetivo está mantido no PD 2016-2019, no OE 4.

***OE 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.***

Ao longo dos anos, o INPE vem empenhando seus esforços para a consolidação de sua natural liderança internacional em atividades de pesquisa ambiental na região tropical. Em 2011, entrou em operação o supercomputador Tupã, que colocou o Brasil como o 5º centro mundial de previsão de tempo e clima e a 29ª potência do mundo em recursos computacionais naquele momento. Assim, com a capacidade de computação de alto desempenho atualizada, o Instituto, por meio do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, pode se dedicar a novos desenvolvimentos e refinamentos no modelo numérico em escala global e regional, melhorando a qualidade da previsão de tempo. Assim, todos os esforços da pesquisa do setor resultaram em aumento da confiabilidade das informações e no aprimoramento da sua resolução espacial. Contudo, essa liderança na região tropical demanda periódica modernização dos recursos computacionais e, necessariamente, a aquisição de um novo supercomputador, para que módulos mais sofisticados resultantes das pesquisas realizadas possam ser agregados aos atuais modelos numéricos. Há grande expectativa para que um novo equipamento entre em funcionamento até o final de 2019.

A recepção de imagens do satélite RESOURCESAT-2 (56 m) possibilitou o desenvolvimento e a operacionalização do sistema de alerta de desmatamento e alterações da cobertura vegetal da Amazônia, em tempo quase real, o DETER-B. Esse projeto foi um avanço em relação ao DETER (250 m). Está previsto para 2016 o uso dos dados do LANDSAT-8 (30 m) e CBERS-4 (20 m) para aprimorar o sistema DETER-B, e assim permitir detecção de áreas de desmatamento menores do que 3,0 ha. Em relação ao desempenho científico, a área de Observação da Terra do INPE publicou artigos em periódicos especializados e renomados (*Nature* e *Nature Communication*) sobre a dinâmica de carbono florestal na Amazônia. Ciência inédita também foi produzida no periódico *Land Use Policy*, direcionado a políticas públicas, sobre a disponibilidade de áreas agricultáveis na Amazônia e os possíveis impactos de tal expansão. No PD 2016-2019, este objetivo é englobado nos OEs 6, 7, 8 e 10.

***OE 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.***

A liderança do INPE nas atividades científicas em Geofísica Espacial, Aeronomia e Astrofísica Instrumental no Brasil foi garantida por meio das pesquisas realizadas nesses setores, que englobam três grandes pilares: (1)

pesquisa básica, em que são produzidos artigos científicos; (2) desenvolvimento tecnológico associado a experimentos e cargas úteis embarcados em foguetes de sondagem, plataformas orbitais/suborbitais; (3) experimentos de solo para estudo da ionosfera e do espaço exterior.

Na pesquisa básica foram mantidas as publicações de excelência em Ciências Espaciais, com mais de 1.100 citações para os dez artigos mais citados dentro dos últimos 10 anos. Esse é um indicador de reconhecimento internacional, visto que os indicadores internacionais registram a excelência quando o índice supera mil citações. Parte desses resultados é fruto de uma importante colaboração internacional que contou, em 2014, com a participação de representantes da área de Ciências Espaciais e Atmosféricas do INPE.

O principal destaque fica para o resultado de um grande esforço da equipe do INPE que, após uma década de desenvolvimento, colocou em operação o *Brazilian Decimetric Array* (BDA). Atualmente equipado com 26 antenas de 4m de diâmetro, é o primeiro radio interferômetro em ondas decimétricas desenvolvido e construído no Brasil, com mais de 50% de tecnologia nacional, empregando modernas técnicas de interferometria para operar com altas resoluções espacial e temporal. No final de 2014, o BDA concluiu a primeira rodada, com sucesso, de observações do Sol. É um instrumento único do ponto de vista científico e de desenvolvimento tecnológico. Embora desenhado para estudo do Sol, permitindo a elaboração de mapas bidimensionais desse astro, o BDA poderá estudar um grande número de fontes galácticas e extragalácticas emissoras em rádio. Este objetivo está contemplado no PD 2016-2019 no OE 5.

#### ***OE 8. Criar centros operacionais de monitoramento e modelagem de Clima Espacial, Desastres Naturais e Mudanças do Uso da Terra no Brasil.***

A consolidação de importantes grupos de pesquisa resultou na implantação do Centro de Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial (Embrace). Esse Centro tem alcançado projeção internacional e despertado o interesse de vários países em estabelecer cooperações internacionais nessa área.

Já no setor de desastres naturais, em 2011 foi criado o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), vinculado à Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisas e Desenvolvimento (SEPED), do MCTI. O INPE é um dos parceiros do Sistema Nacional associado, sendo que a Sala de Operações do Cemaden está sediada no campus do Instituto em Cachoeira Paulista.

O monitoramento por satélites das mudanças do uso da terra no Brasil, especificamente dos biomas nacionais, é uma tarefa realizada com excelência pelo INPE. O monitoramento do desmatamento e degradação florestal em escala nacional é necessário para que o Brasil possa atender às demandas dos

mecanismos de remuneração por desmatamento e degradação florestal (REDD+) e serve para a produção das comunicações do país sobre suas emissões de gases de efeito estufa por mudança do uso da terra. Além disso, as informações sobre as localidades e período dos eventos de desmatamento e degradação florestal são base para a gestão de terras e da biodiversidade por parte das três instâncias administrativas: federal, estadual e municipal. Mapas completos de desmatamento e degradação florestal para o território nacional distribuídos livremente também são explorados pela academia nacional e internacional, aumentando o entendimento da dinâmica da gestão florestal e da eficiência das políticas públicas adotadas para este fim. No PD 2016-2019, este objetivo está contemplado no OE 9.

***OE 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.***

Para a consecução desse objetivo estratégico, foi necessária a implantação de infraestrutura física. No final de 2013, foi concluída a construção do prédio do Centro de Ciência do Sistema Terrestre. A obra possibilitou a alocação dos pesquisadores da área em uma única estrutura, apropriada para uma melhor integração entre as linhas de pesquisa. Dessa maneira, espera-se um aumento da produção científica desenvolvida em vários níveis de modelagem ambiental (climático, hidrológico, interação superfície-atmosfera, oceânico, química de atmosfera, socioeconômico, uso da terra); de tecnologias observacionais (clima, hidrologia, gases de efeito estufa e aerossóis, descargas elétricas); e de aplicações ambientais (energias renováveis, interações sociedade-natureza, saúde). Os resultados produzidos subsidiam e continuarão a subsidiar órgãos governamentais nacionais e internacionais, consolidando a liderança do INPE no setor. Este objetivo está contemplado no PD 2016-2019 nos OEs 6, 7 e 10.

***OE 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.***

Como fruto das atividades de pesquisa e desenvolvimento espacial realizadas nos Centros Regionais do INPE na Amazônia, Nordeste e Sul nos últimos quatro anos, o INPE ganhou maior visibilidade em âmbito nacional. Na região Norte destacam-se os projetos de cooperação com a OTCA (Organização do Tratado de Cooperação Amazônica) e a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), com expressivo desenvolvimento de capacitação em Monitoramento de Florestas Tropicais para diferentes países, além do desenvolvimento do Projeto TerraClass, de monitoramento de uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia, e o novo projeto DETER-B, que auxilia



ações de fiscalização de desmatamentos. Na região Nordeste, o foco na modernização do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais alavancou o desenvolvimento tecnológico inovador do *transponder* DCS, que voará a bordo de missões espaciais de nanossatélites para coleta de dados ambientais para fins de previsão meteorológica e climática, estudo da química da atmosfera, monitoramento da poluição e avaliação do potencial de energias renováveis. Na região Sul, destaca-se a operação em órbita do Nanosat-Br1 (primeiro satélite brasileiro com plataforma cubesat) lançado em 19 de junho/2014. O Nanosat-Br1 levou a bordo instrumentos para o estudo de distúrbios na magnetosfera, principalmente na região da Anomalia Magnética do Atlântico Sul, e do setor brasileiro do Eletrojato Equatorial Ionosférico. No PD 2016-2019, os objetivos ligados a nanossatélites poderão ser contemplados no OE 7.

***OE 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.***

No período de 2011 a 2015, no âmbito da Coordenação de Observação da Terra (OBT)/Divisão de Processamento de Imagens (DPI), as principais realizações relativas a este objetivo estratégico podem ser apresentadas em duas vertentes que contribuem para produção de inovação nos instrumentos de gestão dos territórios brasileiros: 1) construção de redes intra e interinstitucionais; 2) desenvolvimentos em geoinformática que possam ser usados para atender a demandas nacionais.

Na vertente redes, destaca-se a interação com o Ministério da Saúde (MS), Ministério das Cidades (MinCid), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS). Através destas redes foi possível implementar projetos, dentre os quais destacam-se: Observatório de Clima e Saúde da América Latina - Parceria com a FIOCRUZ, agrupando informações ambientais, climáticas, humanas e de saúde pública; Sistema de Monitoramento e Controle Populacional do *Aedes aegypti* (SMCP-Aedes), desenvolvido em conjunto com o Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM) da FIOCRUZ; Epidemiologia do Uso e da Resistência Bacteriana a Quimioterápicos e Antibióticos na População (EUREQA), desenvolvido em conjunto com a Medicina UNIFESP-SP; TerraView Políticas Sociais (TerraViewPS): 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; Sistema Nacional de Informações das Cidades (GeoSNIC): desenvolvido em conjunto com o Ministério das Cidades; URBISAMAZÔNIA – formado por uma rede multi institucional (INPE, CEDEPLAR-UFMG, UFOP, UFPR, UFPA, ITV-DS, FIOCRUZ, NEPO-UNICAMP, FGV-SP, Centro de Estudos de Desigualdades Socioterritoriais (CEDEST); em conjunto com a PUC-SP, FGV-RJ e TerraME-Galileu, projeto

financiado pelas Redes Temáticas da Petrobras, contando com as seguintes instituições: INPE, PUC-RJ, ITA, USP, UFAL.

Na vertente de geoinformática, o INPE produziu versões e releases dos produtos: TerraLib: biblioteca para construção de aplicativos geográficos, sete releases entre 2011-2015; TerraView: sistema de informações geográficas, sete releases entre 2011 e 2015; SPRING: sistema de informações geográficas, dez releases entre 2011 e 2015; TerraMA<sup>2</sup>: plataforma para monitoramento e alerta de extremos ambientais, três releases entre 2011 e 2015; TerraME: plataforma para desenvolvimento de modelos espacialmente explícitos, parcerias com UFOP, cinco releases entre 2011 e 2015. No PD 2016-2019, este objetivo é englobado nos OEs 6 e 10.

***OE 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.***

O aprimoramento da infraestrutura do INPE no decorrer do período do Plano Diretor 2011-2015 foi significativo e marcado pelos novos prédios do Centro de Estudo e Monitoramento Brasileiro do Clima Espacial e do Centro de Ciência do Sistema Terrestre, em São José dos Campos, da ampliação do prédio do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, em Cachoeira Paulista, e dos esforços para expansão do Laboratório de Integração e Testes, na sede do Instituto. Por outro lado, os serviços administrativos passam por dificuldades operacionais, dado o alto índice de aposentadorias dos servidores da carreira de gestão e a reposição praticamente inexistente destes.

Nos assuntos relacionados à gestão de pessoas, as maiores realizações em busca da garantia da plena execução das atividades do INPE no período de 2011-2015 foram os concursos públicos (2012 e 2014) e o início do processo de gestão de competências, com o mapeamento específico e técnico dos seus servidores e previsão de aposentadorias. Quanto ao ingresso de novos servidores, o INPE foi contemplado com a admissão de 192 servidores nas três carreiras do Plano de Carreiras de Ciência e Tecnologia, no período em questão. No PD 2016-2019, este objetivo é englobado nos OEs 11, 12 e 13.

## Parte 3 - OBJETIVOS ESTRATÉGICOS, CARACTERIZAÇÃO E METAS

### OBJETIVO ESTRATÉGICO 1

Dotar o país de capacidade própria no desenvolvimento de ciclo de vida de sistemas espaciais.

#### Caracterização

##### Novas missões espaciais

A consolidação e a ampliação do Programa Espacial Brasileiro requerem a abertura de novas frentes em termos de missões espaciais, objetivando envolver a sociedade brasileira de forma mais dinâmica e sustentável, em particular o setor privado (indústria e serviços), as universidades e os institutos de pesquisa. Nesse contexto, a criação contínua de oportunidades e o engajamento dos atores nacionais e internacionais são fundamentais para a sustentabilidade dos investimentos nessa área.

As novas missões devem também possibilitar, em futuro próximo, a realização de todo o ciclo de desenvolvimento espacial em território nacional, com o lançamento de um satélite com forte participação da indústria a partir de um veículo lançador também brasileiro.

As ações deste objetivo estratégico requerem a identificação das necessidades, oportunidades e posterior avaliação de viabilidade para então serem fomentadas e implementadas. Nessas análises, deverá ser realizado o enquadramento da nova missão quanto à disponibilidade de recursos, paralelização de esforços, alinhamento com planejamento institucional e nacional, e oportunidade futura para implementação.

No presente, existem algumas iniciativas que poderiam ser avaliadas como oportunidades, com os lançadores nacionais VLM e VLS, e com a agência espacial americana.

Além disso, uma plataforma brasileira de baixo custo seria muito importante para a verificação de novas tecnologias, o que possibilitaria a utilização em futuras missões que admitem menor risco.

##### *Missão ASTER*

Um dos estudos de novas missões é a ASTER, cuja finalidade é desenvolver, integrar, lançar e operar uma sonda espacial de pequeno porte para a exploração de espaço profundo. O alvo da missão ASTER é o sistema de asteroide triplo 2001 SN263. Essa missão visa ao desenvolvimento e à qualificação em voo de tecnologias espaciais estratégicas, além de proporcionar à comunidade científica

brasileira uma oportunidade de empreender pesquisas de excelência relacionadas à formação e evolução de nosso sistema solar. É uma iniciativa multi institucional liderada pelo INPE, envolvendo as seguintes instituições: UNESP, UnB, ON, UFABC, UFRJ, USP, UFPR, UEFS, ITA, IMT, UNICAMP, UFF, FEI, MAST.

### Satélites da série CBERS

A missão consiste no desenvolvimento, fabricação, teste e lançamento de satélite de sensoriamento remoto da série CBERS e desenvolvimento do sistema de operação do satélite em cooperação com a República Popular da China, visando ampliar a capacidade do país em monitorar seus recursos naturais e meio ambiente.

O satélite CBERS 04A será equipado com três câmeras para imageamento da superfície do planeta, sendo uma delas de alta resolução. Os custos para o desenvolvimento do satélite e seu controle são divididos igualmente entre os dois países. O satélite levará a bordo as seguintes cargas úteis: três imageadores ópticos, sendo um deles de alta resolução; Transmissor de Dados de Imagens (DTS); Gravador de Dados Digital (DDR); Monitor de Ambiente Espacial (SEM); e Sistema de Coleta de Dados (DCS). Na fabricação do CBERS 04A serão utilizadas peças sobressalentes dos satélites CBERS-3 e CBERS-4, além das várias tecnologias aplicadas no desenvolvimento desses satélites. São partes constituintes da missão: o satélite, o segmento solo, as aplicações e o sistema de operação e lançamento.

O sistema de satélites CBERS fornece em caráter operacional imagens de todo o território brasileiro para diversas aplicações e também distribui imagens para os países da América do Sul.

#### Por dentro do CBERS

**Tipo de foguete:**  
Chang Zheng 4B (Longa Marcha)

**Local:**  
Centro de Lançamento de Taiyuan, China

**Número de câmeras: 4**

- 1 - Imageador por Varredura de Média Resolução (IRS)**  
Largura da faixa imageada = 120 km  
Resolução espacial = 40 m
- 2 - Câmera PanMux**  
Largura da faixa imageada = 60 km  
Resolução espacial = 5 m
- 3 - Câmera Multi-espectral (MuxCam)**  
Largura da faixa imageada = 120 km  
Resolução espacial = 20 m
- 4 - Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada (WFI)**  
Largura da faixa = 868 km  
Resolução espacial = 64 m

**Colaboração**  
Cada país produziu 50% do satélite

BRASIL CHINA

**Painéis solares**

**Tipo de órbita:**  
Heliossíncrona (move-se no eixo norte-sul, cruzando o Equador às 10h30)

**Altitude:** 778 km

**Tempo de órbita:**  
100 minutos (dá 14 voltas por dia na Terra)

**Imagemento:**  
Cada câmera enxerga uma largura de faixa diferente

60 km — PANMUX  
120 km — IRS E MUXCAM  
868 km — WFI

**Período de cobertura:** Tempo que leva para imagear toda a superfície do planeta:  
Em baixa resolução = **5 dias**  
Em média resolução = **26 dias**  
Em alta resolução = **52 dias**

**FICHA TÉCNICA**

**NOME:** SATÉLITE SINO-BRASILEIRO DE RECURSOS TERRESTRES (CBERS, EM INGLÊS)

**CONSTRUTORES:** BRASIL E CHINA

**CUSTO:** US\$ 125 MILHÕES (PARA CADA PAÍS)

**TIPO:** SATÉLITE DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

**APLICAÇÕES:** MONITORAMENTO DE FLORESTAS, RECURSOS HÍDRICOS, ATIVIDADES AGRÍCOLAS, EXPANSÃO URBANA E OUTRAS FORMAS DE OCUPAÇÃO DO SOLO

**PESO:** 2 TONELADAS

**TAMANHO DO CORPO:** 2,5 m (ALTURA); 2 m e 1,8 m (LATERAIS)

**TAMANHO DO PAINEL SOLAR:** 6,3 x 2,6 m

**VIDA ÚTIL ESTIMADA:** 3 ANOS

Fonte: INPE E AEB

Infográfico: Marcos Muller/Estadão

### *Satélites da série Amazônia*

O objetivo da missão Amazônia é fornecer imagens de sensoriamento remoto para observar e monitorar o desmatamento, aperfeiçoar o sistema de detecção em tempo real (DETER) do desflorestamento no Brasil, especialmente na região amazônica, e para monitorar a diversificada agricultura em todo o país, com uma alta taxa de revisita e considerando a sinergia com os programas existentes. Além disso, os dados produzidos pelos satélites da série Amazônia podem ser úteis em outras aplicações de monitoramento ambiental, tais como da zona costeira, de reservatórios de água, de florestas de outros biomas e de desastres naturais. A série de satélites Amazônia é composta pelos satélites Amazônia-1, Amazônia-1B e Amazônia-2.

O Amazônia-1 será o primeiro satélite a utilizar a Plataforma Multimissão (PMM). Assim, terá como objetivo não somente oferecer dados para monitoramento ambiental, mas também validar em voo o módulo de serviço PMM. A carga útil do Amazônia-1 é o imageador WFI (Imageador de Campo Largo), desenvolvido dentro do Programa CBERS e já qualificado em voo.

O Amazônia-1B, por sua vez, terá como carga útil a câmera AWFII (Imageador de Campo Largo Avançado), cuja principal característica é aumentar a resolução espacial em comparação ao WFI e manter a imagem de campo largo. O Amazônia-2 será desenvolvido visando incorporar o sistema de navegação (ACDH) integralmente desenvolvido no Brasil. O imageador do Amazônia-2 será a câmera AWFII. Dessa forma, nota-se que a série de satélites Amazônia está baseada num processo contínuo de ganho de maturidade e consolidará no país a capacidade própria para projetar, desenvolver e fabricar satélites artificiais de alta complexidade com aplicações em sensoriamento remoto.

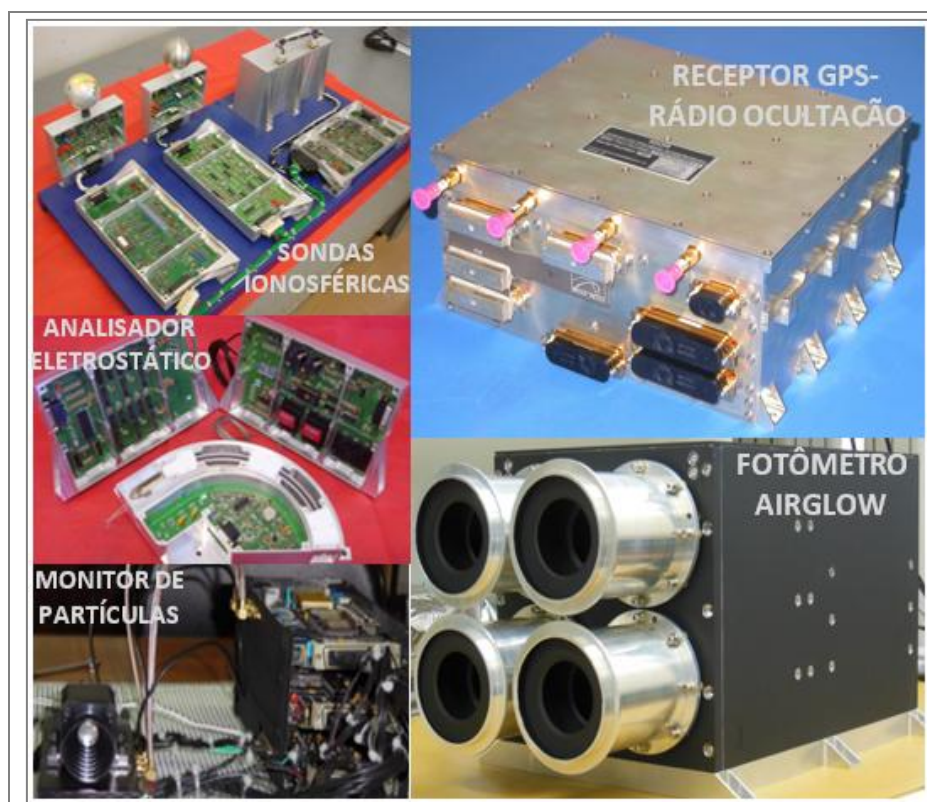
### *Microssatélites*

O propósito deste programa consiste no desenvolvimento de uma plataforma de microssatélites de aplicações científicas e tecnológicas, em atendimento às demandas por missões avançadas de satélites, tais como a missão EQUARS e a missão MIRAX.

*Equatorial Atmosphere Research Satellite (EQUARS)* é uma missão de Aeronomia Equatorial. O objetivo principal é o conhecimento dos efeitos de acoplamento dos fenômenos atmosféricos equatoriais, entre as regiões da baixa e alta atmosfera, sobre: o balanço fotoquímico e energético da atmosfera; a dinâmica da atmosfera neutra; e a eletrodinâmica de plasma ionosférico. Os dados gerados pelo conjunto de instrumentos (*vide figura*) da missão EQUARS têm aplicação imediata na área de modelagem numérica em diagnósticos de clima espacial.

Monitor e Imageador de Raios X (MIRAX) é uma missão cooperativa de Astrofísica Espacial. O objetivo principal é realizar medidas do comportamento espectral e

temporal de um grande número de fontes transientes de raios X, na faixa de 2 a 200 keV, geralmente associadas a buracos negros e estrelas de nêutrons.



*Instrumentos científicos em desenvolvimento na CEA e CTE a serem embarcados no satélite científico EQUARS*

### *Nanossatélites*

A engenharia de plataformas e tecnologias espaciais é uma área de extrema relevância nos estudos de atividades espaciais. Novas abordagens de plataformas e tecnologias espaciais concebidas pela academia e indústria devem ser qualificadas em voo. O padrão Open Cube tem viabilizado o voo a baixo custo de tecnologias espaciais desenvolvidas nas universidades e institutos de pesquisa, inclusive no Brasil. O NanosatC-Br1, lançado em junho de 2014, comprova a liderança do INPE no uso da plataforma cubesat no Brasil em uma missão de pesquisas científicas relacionadas à fenomenologia do Geoespaço e Clima Espacial. Dando continuidade à parceria entre o Centro Regional Sul do INPE (CRS) e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), encontra-se em desenvolvimento o NanosatC-Br2. Com lançamento previsto para 2016, levará a bordo quatro experimentos científicos e tecnológicos desenvolvidos em cooperação com outras instituições de ensino e pesquisa, tais como UFRGS e UFMG. O envolvimento de alunos de engenharia e de empresas de base tecnológica nascentes nesses projetos tem sido crescente, com ganho significativo, em particular para a pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais do INPE. Muitos alunos, estimulados pela participação em projetos de nanossatélites na graduação, sentem-se motivados a prosseguir os



estudos na área. É inquestionável o potencial dessas missões na formação de competências para o setor espacial.

Observa-se, em âmbito internacional, iniciativas no sentido de estender o uso do padrão Open Cube para fins operacionais em missões espaciais de órbita baixa. No Brasil, essa abordagem é adotada na concepção da constelação de nanossatélites (CONASAT). O projeto visa qualificar em voo um *transponder* DCS de coleta de dados desenvolvido no Centro Regional Nordeste (CRN) do INPE para cubesats, com o propósito de modernizar o Sistema Integrado de Dados Ambientais (SINDA), desenvolvido pelo INPE nos anos 90, com soluções de baixo custo.

Além das duas iniciativas citadas de desenvolvimento de nanossatélites, nucleadas nos Centros Regionais do INPE em parceria com universidades locais, vários pesquisadores do Instituto em São José dos Campos, em particular docentes da pós-graduação da Engenharia, têm apoiado nos últimos cinco anos outros desenvolvimentos de nanossatélites no país, a saber: UBATUBASAT e ITASAT.

Assim, um programa de nanossatélites no INPE contribui efetivamente para instituir a gestão coordenada da participação do Instituto em iniciativas de cooperação com universidades e institutos federais no país na área de engenharia espacial, apoiando o desenvolvimento e a qualificação de novas tecnologias espaciais embarcadas em plataformas de baixo custo.

## Metas

- 1.1. Consolidar o Centro de Projeto Integrado de Missões Espaciais.
- 1.2. Lançar, até 2018, o primeiro satélite da série Amazônia.
- 1.3. Lançar, até 2018, o satélite CBERS 04A.
- 1.4. Desenvolver o segundo satélite da série Amazônia.
- 1.5. Iniciar o desenvolvimento do Satélite de Pesquisa Atmosférica Equatorial (EQUARS).
- 1.6. Desenvolver o terceiro satélite da série Amazônia.
- 1.7. Definir os requisitos do satélite CBERS-5.
- 1.8. Definir os requisitos do satélite CBERS-6.
- 1.9. Lançar dez experimentos científicos e tecnológicos em missões de nanossatélites.

## OBJETIVO ESTRATÉGICO 2

Realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento para o domínio de tecnologias críticas e geração de produtos e processos inovadores necessários ao Programa Espacial Brasileiro, com ênfase na transferência de conhecimento ao setor produtivo.

### Caracterização

O domínio de certas tecnologias consideradas críticas viabiliza importantes avanços no Programa Espacial. São tecnologias que permitem uma mudança de patamar, em termos de aplicações e dos resultados que proporcionam. São também consideradas críticas pelos impactos que causam nos processos produtivos e produtos, com *spinoffs* em vários campos das aplicações industriais.

O presente objetivo estratégico visa identificar e fomentar o domínio nacional de tecnologias críticas do setor espacial, com a implementação de ações que busquem equacionar os principais gargalos de processos e arranjos organizacionais, juntamente com a indústria nacional. Essas ações devem viabilizar a introdução gradativa do avanço tecnológico nas futuras missões espaciais brasileiras, procurando atingir o estado da arte em termos tecnológicos nos programas nacionais.



*Experimentos de solidificação de ligas semicondutoras em ambiente de microgravidade, desenvolvidos no LAS/CTE. Detalhe do dispositivo para até três experimentos, à esquerda, e sistema instalado no foguete VSB30 para lançamento, à direita*

A pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias críticas no INPE estão concentrados basicamente em duas coordenações: Laboratórios Associados (CTE) e Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE). A CTE, por meio de seus quatro Laboratórios Associados, dedica-se ao desenvolvimento de tecnologias críticas, produtos e processos inovadores nas áreas de sua competência: novos materiais, sensores, plasma, combustão e propulsão para satélites, computação científica e processamento de alto desempenho. Essas áreas de pesquisa e desenvolvimento possuem vínculos estreitos com o setor espacial e visam atender às demandas específicas do Programa Espacial Brasileiro e de outros programas estratégicos de governo na área espacial. Além de desenvolver dispositivos, métodos e processos inovadores para o setor, a CTE também se destaca pela geração e disseminação de resultados científicos e tecnológicos inéditos em níveis internacionais, assim como pela atuação na formação e capacitação de recursos humanos em nível de pós-graduação.

Um dos grandes desafios do INPE e do país na área espacial é o domínio completo dos sistemas de Controle de Atitude e Órbita e Supervisão de Bordo para satélites estabilizados em três eixos, com requisitos finos de apontamento. A ETE é a coordenação do INPE responsável por essa atividade.

Vários esforços têm sido realizados no INPE com o objetivo de capacitação nessa área:

- 1) Projeto COMAV, de desenvolvimento de um novo computador de bordo para uso em sistemas de controle e de supervisão de bordo;
- 2) Desenvolvimento de um sistema de ACDH para o projeto Sistemas Inerciais para Aplicações Aeroespaciais (SIA);
- 3) Participação de técnicos brasileiros no desenvolvimento do ACDH do satélite Amazônia-1 (*on job training*);
- 4) Desenvolvimento de um Sensor de Estrelas Autônomo (SEA);
- 5) Projetos de capacitação tecnológica junto com o CNPq; e
- 6) Projetos de pesquisa e desenvolvimento da Divisão de Mecânica Espacial e Controle (DMC) em Controle de Órbita e Atitude.

A consolidação final das técnicas, metodologia e conhecimento adquiridos ao longo do tempo na área de sistemas de Controle de Atitude e Órbita e de Supervisão de Bordo será obtida através do desenvolvimento do ACDH do satélite Amazônia-2.

Subsistemas de Controle de Atitude e Órbita e de Supervisão de Bordo, subdivididos em Controle de Órbita e Atitude (AOCS) e Supervisão de Bordo

(OBDH) são considerados críticos para qualquer satélite, devido à sua complexidade.

Essa tecnologia é de interesse estratégico, de acesso restrito, e o seu domínio permite exercer um papel ativo tanto na área aeroespacial como em outras, também críticas em relação à segurança, tais como, aplicações militares, comunicações e médicas.

As principais atividades do desenvolvimento do ACDH do Amazônia-2 são: 1) Software embarcado de controle de atitude e órbita; 2) Software embarcado de supervisão de bordo; 3) Hardware do computador de bordo de controle e de supervisão de bordo; 4) Ambiente de simulação e testes do sistema de ACDH (hardware e software); e 5) Sensor de Estrelas Autônomo (SEA).

Outros exemplos de tecnologias críticas e fundamentais, no presente, para o Programa Espacial Brasileiro são: giroscópios MEMS, lubrificantes sólidos de filmes de carbono tipo diamante, detectores de radiação espacial, propulsores químicos e elétricos para satélites, implantação de íons em superfícies complexas por imersão em plasma, catalisadores para aplicações espaciais e ambientais, cerâmicas de emissividade variável, processamento de alto desempenho, componentes COTS, compressão de dados, componentes tolerantes à radiação e compactação de equipamentos eletrônicos.



*Propulsor químico de 200N montado na câmara de vácuo principal do Banco de Testes com Simulação de Altitude – BTSA, no LCP/CTE*

## **Metas**

2.1. Desenvolver o modelo de engenharia do Subsistema de Controle de Atitude e Órbita e Supervisão de Bordo de Satélites (ACDH) para satélites estabilizados em três eixos.

2.2. Desenvolver anualmente, a partir de 2016, três dispositivos, processos ou métodos de tecnologias críticas para o setor espacial nas áreas de novos materiais, plasma, propulsão e computação científica.

2.3. Desenvolver três experimentos de microgravidade para voos de foguetes suborbitais.

2.4. Capacitar o Banco de Testes de Propulsores de Simulação de Altitude (BTSA) para propulsores de médio empuxo.

2.5. Implantar um banco de testes de propulsores elétricos.

### **OBJETIVO ESTRATÉGICO 3**

Prover a capacidade para montagem, integração e testes de satélites de até 6 toneladas e 7 metros de dimensão máxima.

#### **Caracterização**

O LIT possui capacidade para Montar, Integrar e Testar (AIT) sistemas espaciais de até 2 toneladas e 4 metros de dimensão máxima, como são os satélites da série CBERS e aqueles baseados na PMM. A Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação (ENCTI), a Estratégia Nacional de Defesa (END), os programas Satélite Geoestacionário para Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) e o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) definem desafios que para o LIT implicam na capacidade de montar, integrar e testar satélites de até 6 toneladas e 7 metros de dimensão máxima, como serão os futuros satélites geoestacionários para telecomunicações e aplicações meteorológicas, bem como satélites de sensoriamento remoto baseados na tecnologia radar.

Para atingir esse objetivo estratégico, o LIT necessita de novas instalações, incluindo: uma nova área de integração com pé direito útil de cerca de 15 metros (o atual tem 6 metros), um novo sistema de ensaios de vibração de capacidade superior a 300 kN (o atual tem capacidade até 160 kN) e sistemas de medidas de antenas em campo compacto e em campo próximo.

O LIT possui atualmente creditações para a realização de ensaios de EMI/EMC, Antenas e Telecomunicações e também na área de Metrologia. A expansão das instalações do LIT seus novos desafios requerem a atualização do escopo de creditações em metrologia de radiofrequência, óptica e massa e em outras áreas de ensaios, tais como testes de componentes eletrônicos, ensaios dinâmicos (vibração e acústico), ensaios vácuo-térmicos e climáticos, análises físico-químicas de materiais e controle de contaminação. O LIT necessita, para sua atuação de creditações, que evidenciem sua aderência a critérios internacionais de gestão da qualidade, meio ambiente, segurança do trabalho e responsabilidade social.

O desenvolvimento de produtos espaciais é fortemente dependente da adequada seleção e controle dos seus componentes eletrônicos, atividade também realizada pelo LIT. A especificação, a aquisição, o recebimento e as análises de confiabilidade, de construção e de eventuais falhas de componentes são competências desenvolvidas pelo Laboratório de Qualificação de Componentes do LIT. Os novos desafios propostos para o LIT requerem também expandir, atualizar e adequar as suas capacidades para testes de componentes eletrônicos.

Devido ao rápido avanço da tecnologia e ao aumento da complexidade dos sistemas espaciais, o LIT, para manter sua condição de excelência, necessita desenvolver projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, em várias áreas de sua atuação. Essas áreas incluem: engenharia de sistemas, avaliação da conformidade, engenharia simultânea, processos de AIT, engenharia de meios de testes e de sistemas de informação, processos de testes de componentes eletrônicos, desenvolvimento de materiais e processos, modelagens dinâmica, térmica e radioelétrica de sistemas espaciais, e engenharia do produto.

Esses projetos são de interesse da indústria espacial, bem como de outros setores industriais, incluindo: automobilístico, telecomunicações, médico-hospitalar, aeronáutico e defesa. Esses setores industriais já utilizam a infraestrutura do LIT por intermédio de fundações de apoio ao INPE. Para cumprir a sua missão de contribuir para a competitividade da indústria nacional, o LIT necessita ampliar a prospecção de oportunidades de projetos e a consequente captação de recursos.





## **Metas**

3.1. Implantar os meios e instalações necessários às novas capacidades do LIT, para realizar ensaios ambientais de sistemas espaciais de grande porte e alta complexidade.

3.2. Implantar os novos meios e instalações do LIT para realizar montagem, integração e testes de sistemas espaciais de grande porte e alta complexidade, desde a qualificação de seus componentes até o nível de sistema.

3.3. Implantar os meios e instalações necessários às novas capacidades do LIT, para realizar medidas de antenas de pequeno, médio e grande porte e alta complexidade.

3.4. Atualizar e expandir a capacidade e as credenciações do LIT nas áreas de ensaios e metrologia.

## **OBJETIVO ESTRATÉGICO 4**

Prover a infraestrutura adequada para rastreamento e controle de satélites e para recepção, armazenamento, processamento e disseminação de dados espaciais.

## **Caracterização**

### **Centro de Dados de Satélites**

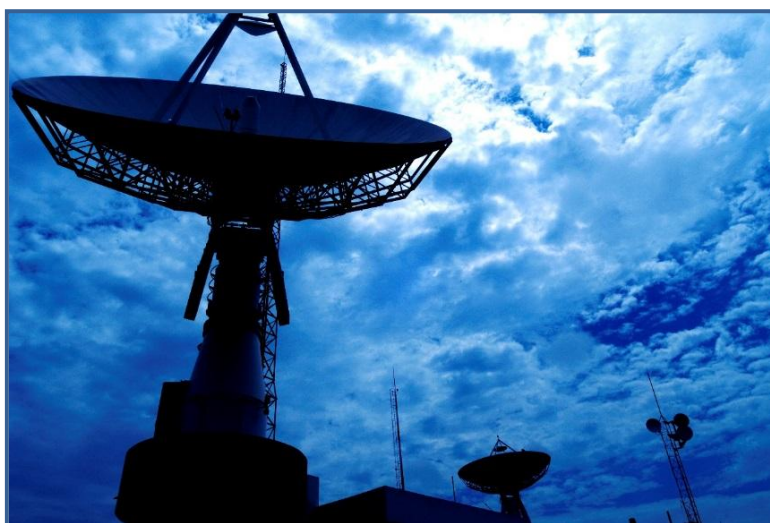
Os dados brutos transmitidos pelos satélites são recebidos por sistemas de recepção das Estações de Recepção localizadas em Cuiabá (MT), Cachoeira Paulista (SP) e Natal (RN). Para o rastreamento e gravação dos dados brutos de um determinado satélite, cada sistema tem tecnologia específica para recepção dos sinais transmitidos pelos satélites de sensoriamento remoto, satélites científicos e satélites meteorológicos e ambientais. Os dados de satélites de observação da Terra que são recebidos nas Estações de Recepção do INPE são transferidos para o Centro de Dados em Cachoeira Paulista (SP) e armazenados, processados e disseminados para a sociedade brasileira. Esses dados são de grande importância para o desenvolvimento não apenas de pesquisas mas, principalmente, para o desenvolvimento e aprimoramento de sistemas operacionais usados pelo governo federal para prevenir e controlar o desmatamento ilegal dos biomas brasileiros.

Os dados brutos ambientais coletados pela rede de plataformas de coleta de dados (PCDs) - instaladas no país desde os anos 90 - e transmitidos pelos satélites que integram o Sistema de Coleta de Dados do INPE são recebidos nas estações de Cuiabá e Alcântara. De lá são transferidos para o Sistema Integrado de Dados



Ambientais (SINDA) em operação em Natal (RN), no Centro Regional do Nordeste (CRN), onde são armazenados, processados e disponibilizados gratuitamente para os usuários da rede e para os cidadãos brasileiros.

O Centro de Dados de Satélites do INPE possui infraestrutura instalada com capacidade de 2,5 petabytes e armazena os dados brutos e as imagens dos satélites de observação da Terra, meteorológicos e científicos. O Centro de Dados possui em torno de 187 mil usuários cadastrados, de dife-



*Estação de Recepção de Cuiabá, MT*

rentes organizações públicas e privadas (dentre elas o IBAMA, o INCRA, a PETROBRAS, o Ministério da Defesa e o Ministério do Meio Ambiente), ONGs, prefeituras municipais e universidades.

Segundo o “*The Earth Observation Handbook*”, publicado pelo *Committee On Earth Observation Satellites* (CEOS) – que agrega as principais agências espaciais do mundo –, as agências espaciais planejam operar 260 satélites de observação da Terra nos próximos 15 anos. Esses satélites irão transportar aproximadamente 400 instrumentos, empregando diferentes tecnologias de imageamento, que incluem sensores ativos e passivos. Esse acervo de dados tem um grande valor científico e econômico, desde que possa ser facilmente descoberto, acessado e utilizado em aplicações nas mais diferentes áreas. Adicionado a esse fato, existe uma demanda do Ministério do Planejamento segundo a qual o INPE é responsável pelo armazenamento e distribuição de todo o acervo de dados adquiridos pelos órgãos do governo brasileiro. Também estão previstas as implantações do novo sistema de satélite americano GOES-R e dos satélites europeus do Programa Copernicus (SENTINEL-1A e SENTINEL-2-A). Portanto, faz-se necessário que os sistemas atuais de recepção, armazenamento, processamento e disseminação de dados e imagens de satélites sejam ampliados e aprimorados.

Pensando em inovação tecnológica, novas atividades de pesquisa e desenvolvimento na área de “big data” devem ser realizadas para preparar o CD para armazenar, processar e distribuir, de forma eficiente, a grande quantidade de dados prevista para os próximos anos. Além disso, o CD deve estar preparado para produzir e distribuir dados com valor agregado, para atender aos diferentes usuários de dados ambientais, meteorológicos e científicos, e também apoiar

pesquisas, projetos e programas internos do INPE, como Programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros, Programa Espaço e Sociedade, Programa CBERS, *Brazilian Earth System Model* (BESM), dentre outros.

A geração de dados com qualidade e valor agregado vai potencializar o seu uso e disseminação para a comunidade de usuários.

### **Centro de Rastreo e Controle de Satélites**

O Centro de Rastreo e Controle de Satélites (CRC) é um conjunto integrado de instalações, sistemas e pessoas dedicado, primordialmente, à operação em órbita dos satélites desenvolvidos pelo INPE ou em cooperação com instituições estrangeiras. O Centro está capacitado, ainda, a dar suporte às missões espaciais de terceiros.

O Centro de Rastreo e Controle de Satélites é composto pelo Centro de Controle de Satélites (CCS), em São José dos Campos (SP), pela Estação Terrena de Cuiabá (MT), pela Estação Terrena de Alcântara (MA), bem como pela rede de comunicação de dados e voz que conecta os três locais. Opera 24 horas por dia, 365 dias por ano.

Para manter a excelência de suas atividades operacionais atuais e futuras com um mínimo de recursos humanos envolvidos, o CRC mantém um processo contínuo de pesquisa e desenvolvimento em atualização tecnológica de sistemas de controle de satélites, bem como em automação de suas operações.

Desde fevereiro de 1993, quando foi lançado pelo INPE o primeiro Satélite de Coleta de Dados (SCD-1), o CRC tem se dedicado, com sucesso, ao controle em órbita de satélites de órbita baixa equatorial. Com o lançamento dos satélites do programa CBERS a partir de 1999, em cooperação com a China, o CRC adquiriu experiência em controlar satélites em órbita baixa polar.

Nos anos seguintes, o INPE recebeu os dados de carga útil do satélite francês COROT, de 2006 a 2012, e participou da Fase de Lançamento e Órbitas Iniciais (LEOP) dos seguintes satélites e cápsulas espaciais: indiano para a Lua – Chandrayaan-1 em 2008; indiano de órbita baixa Megha-Tropiques em 2011; cápsulas tripuladas chinesas Shenzhou-8 em 2011 e Shenzou-9 em 2012; cápsula indiana para Marte MOM em 2013; e satélite astronômico indiano ASTROSAT em 2015, além de ter fornecido suporte de rastreo ao lançador de satélites indiano PSLV-C29, também em 2015.

Todas essas atividades permitiram ao CRC adquirir uma experiência que coloca o INPE no mercado internacional de operações de controle de satélite.

## Metas

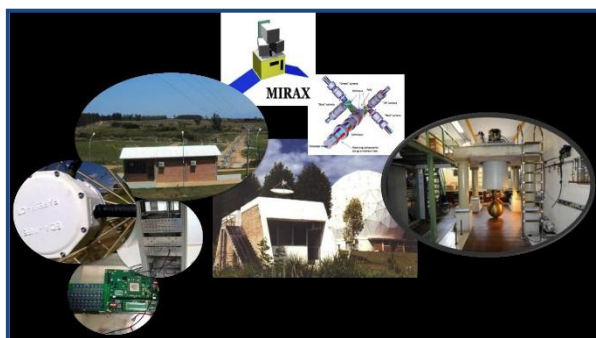
- 4.1. Aumentar a disponibilidade do sistema de rastreamento e controle de satélites para no mínimo 95%, com atendimento simultâneo de pelo menos três satélites.
- 4.2. Disponibilizar, a partir de 2016, o acervo de imagens de satélites adquiridos pelos órgãos de governo.
- 4.3. Disponibilizar, a partir de 2016, o acervo de imagens e dados de satélites e instrumentos de solo por, no mínimo, 8.730 horas por ano.
- 4.4. Instalar quatro novos sistemas de recepção, armazenamento, processamento e disseminação de dados e imagens de satélites.
- 4.5. Receber e distribuir, a partir de 2017, os dados de satélite do programa Copernicus (ESA).

## OBJETIVO ESTRATÉGICO 5

Gerar conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento instrumental na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas.

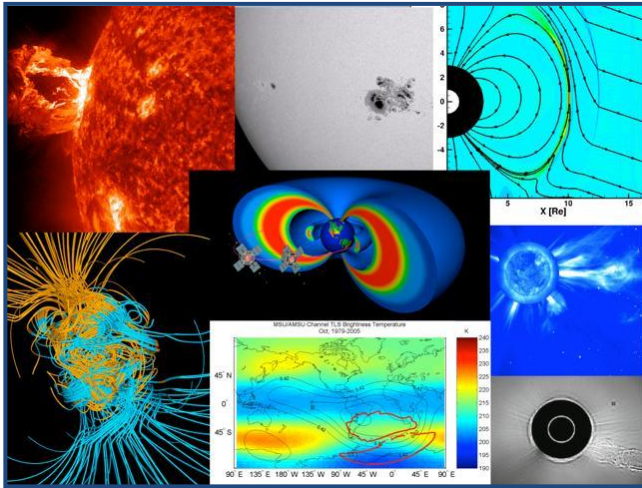
### Caracterização

A área de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA) tem por objetivo realizar pesquisas básicas e aplicadas com a finalidade de entender fenômenos físicos e químicos que ocorrem na atmosfera e no espaço nas áreas de Aeronomia, Astrofísica e Geofísica Espacial.



*Desenvolvimento de instrumentação em Astrofísica na DAS/CEA*

Muitas dessas pesquisas são únicas no país, enquanto algumas, além de únicas, são estratégicas. Por exemplo, a CEA é pioneira no Brasil nas seguintes áreas: astronomia espacial; rádio interferometria; detectores de ondas gravitacionais; instrumentação em astronomia no infravermelho; observação remota de cunho didático; desenvolvimento de instrumentos para medidas de campo geomagnético, bem como para estudos que envolvem fenômenos peculiares à região equatorial e ao hemisfério sul. Dentre esses, destacam-se as bolhas ionosféricas, anomalia de ionização equatorial, anomalia magnética da América do Sul, eventos luminosos transientes e emissões de alta energia de sistemas



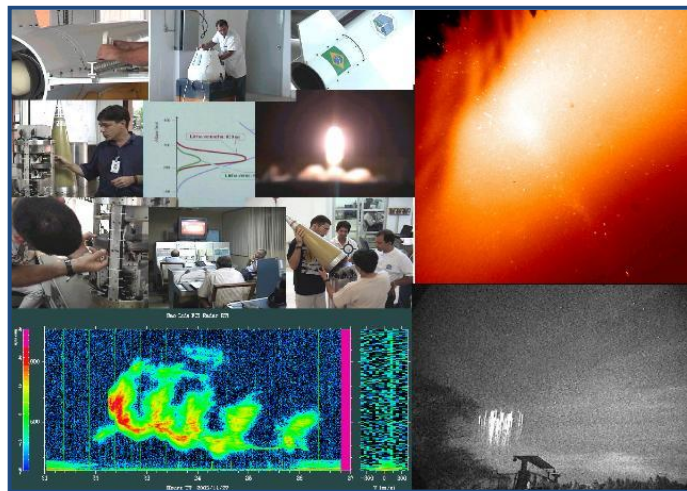
*Desenvolvimentos em Geofísica Espacial da DGE/CEA*

convectivos, por estarem atreladas a desafios relacionados a desenvolvimentos tecnológicos demandados pela sociedade brasileira.

As atividades de pesquisa básica e aplicada na área espacial demandam o desenvolvimento tecnológico para sua realização, em razão da contínua necessidade de se conduzir novos exper-

imentos para melhoria do conhecimento científico. Como consequência, já foram projetados e construídos no INPE diversos instrumentos e cargas úteis lançadas em foguetes de sondagem, balões estratosféricos e satélites para estudos científicos.

Simultaneamente, os conhecimentos gerados por essas pesquisas também propiciam a criação de aplicações diversificadas de interesse da sociedade, pela necessidade da compreensão de fenômenos envolvidos em aplicações de amplo alcance, como, por exemplo, telecomunicações, distribuição de energia, geoprocessamento e aeronavegação. Exemplos de instrumentos construídos com aplicação em outras áreas de atividade incluem analisadores espectrais, receptores operando a temperaturas criogênicas, cornetas para micro-ondas, motores para os sistemas de rastreamento e uma série de outros equipamentos, bem como software para controle de antenas, aquisição de dados e modelos de apontamento.



*Desenvolvimentos em Aeronomia da DAE/CEA*

O desenvolvimento tecnológico derivado das atividades da CEA impacta não apenas o incremento da produção científica nacional na área de ciências espaciais, mas também a sociedade brasileira, por meio da transferência de conhecimento para outros setores de atividade da sociedade.

O desenvolvimento próprio de instrumentação científica é uma característica singular do INPE em relação a outras instituições do país, o que faz

com que parcerias e convênios sejam cada vez mais incentivados para utilizar a instrumentação desenvolvida. A estrutura dos grupos de pesquisa da CEA e seus laboratórios abre também a perspectiva de participar de missões espaciais de outros países com experimentos próprios. De destaque são as cargas úteis para lançamento de novos experimentos científicos a bordo de foguetes, que visam ampliar o conhecimento sobre a região equatorial brasileira e relacionam-se, entre outros, a estudos do sistema de correntes ionosféricas dessa região, processos eletrodinâmicos e medidas in loco do perfil de densidade de elétrons e moléculas na ionosfera/alta atmosfera.

## **Metas**

5.1. Realizar prospecção, concepção e elaboração de requisitos científicos e técnicos de instrumentos científicos em ciências espaciais.

5.2. Desenvolver três projetos de instrumentação científica em plataformas espaciais (satélites, cubesats, balões estratosféricos e foguetes de sondagem) e no solo em ciências espaciais.

5.3. Desenvolver um sistema estabilizado e telemetria para voos de experimentos técnicos e científicos em balões estratosféricos de curta e longa duração e em veículos aéreos não tripulados, para estudos de novos temas de investigação científica em ciências espaciais.

## **OBJETIVO ESTRATÉGICO 6**

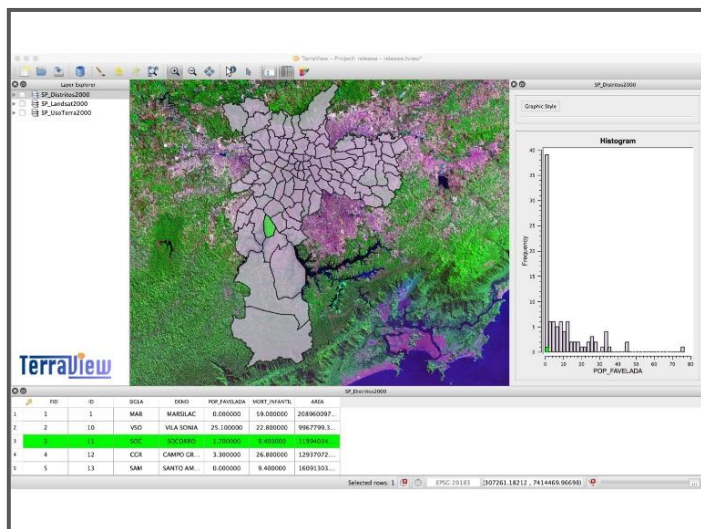
Aumentar a capacidade de prover produtos e serviços inovadores baseados em sensoriamento remoto e geoinformática para o monitoramento e apoio à gestão territorial e ambiental.

## **Caracterização**

A atuação do INPE deve se estender desde a geração de conhecimento até o desenvolvimento e oferta de produtos e serviços inovadores que representem a conversão do acesso ao espaço em aplicações benéficas para a sociedade. O grande volume e a diversidade de dados espaciais produzidos pelas diversas missões espaciais de observação da Terra, telecomunicações e posicionamento global têm aumentado a demanda por novas tecnologias que facilitem seu uso em diferentes áreas de aplicação. Dentre essas áreas destacam-se o planejamento urbano e de redes de transporte e comunicação; o monitoramento ambiental e do uso e cobertura da Terra; segurança alimentar; estudo da dinâmica dos oceanos; gestão



dos recursos hídricos e da saúde; e gerenciamento e conservação de recursos naturais e da biodiversidade.



*Terraview: geotecnologia a ser aprimorada com novas versões*

Portanto, para produzir produtos e aplicações a partir de dados de satélites e dados espaciais que tenham utilidade direta para a sociedade, a área de Observação da Terra do INPE produz métodos e soluções tecnológicas baseadas em geoinformática e em sensoriamento remoto, que são áreas de pesquisas estratégicas para o setor espacial. Tais soluções tecnológicas devem permitir a extração de

informações e a análise espaço-temporal dos dados de satélites de observação da Terra de modo a gerar conhecimento, produtos e serviços que atendam às demandas da sociedade brasileira voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais do país, à preservação de sua biodiversidade e à qualidade de vida de sua população.

A sociedade brasileira se beneficia dos resultados das pesquisas em sensoriamento remoto e geoinformática por meio do acesso às informações e produtos gerados no contexto dos programas e projetos apoiados pelo INPE, acesso aos softwares livres para tratamento de informação geográfica e processamento de imagens, sua capacitação no uso das metodologias e softwares produzidos e até mesmo pela absorção de conhecimento e sua transformação na produção de novos negócios no setor privado.

## Metas

6.1. Aprimorar cinco geotecnologias desenvolvidas, com distribuição de versões anuais.

6.2. Criar uma plataforma baseada em conceitos de *e-science*, para armazenar, disponibilizar e analisar grandes volumes de dados e informações geoespaciais, incluindo dados de valor agregado.

6.3. Criar uma geotecnologia de gerenciamento eficiente de culturas agrícolas energéticas.

6.4. Estruturar um programa de monitoramento dos impactos da expansão urbana e da atividade agrícola sobre a disponibilidade de água, para apoiar a gestão de recursos hídricos.

6.5. Desenvolver uma metodologia para análise de tendência de crescimento urbano para apoiar o Sistema Nacional de Monitoramento da Ocupação Urbana do Ministério das Cidades.

## **OBJETIVO ESTRATÉGICO 7**

Monitorar o desmatamento, a regeneração vegetal e a degradação florestal, risco, ocorrências e severidade de incêndios florestais dos biomas brasileiros para atender às demandas de políticas públicas do Estado brasileiro.

### **Caracterização**

#### **Monitoramento dos Biomas**

Em 2010 foi decretada a expansão da gestão territorial exercida na Amazônia para o bioma Cerrado, com a criação o PPCerrado - Programa para Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimada no Cerrado – concebido nos mesmos moldes do PPCDAm, para a Amazônia. Planos similares estão em elaboração para a Caatinga e para todos os demais biomas brasileiros. A decisão foi tomada com base na bem sucedida experiência de monitoramento da cobertura florestal e degradação do bioma Amazônia e observadas as necessidades expressas pelo Estado brasileiro no setor. Assim, faz-se necessário expandir a capacidade de monitoramento da dinâmica da cobertura florestal e de seu estado de degradação - com uso de imagens de satélites e geoinformação - desenvolvida e implementada para a Amazônia.

Essa expansão ajuda o Estado brasileiro nas negociações internacionais, em particular no quadro de regras para REDD+, ratificadas na Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças no Clima (UNFCCC) em Varsóvia, 2013. REDD+ é uma política multilateral de compensação financeira para países em desenvolvimento, para reduzirem suas emissões de gases de efeito estufa por desmatamento e degradação florestal (REDD), respeitando salvaguardas de evitar perda de território e direitos de populações tradicionais, e garantir proteção à biodiversidade e meio ambiente.

Países candidatos à compensação devem apresentar uma linha de referência de atividades causadoras de mudanças na cobertura florestal e no seu estado de conservação e demonstrar que, de fato, houve redução nas emissões de gases de efeito estufa através de aplicação de políticas de controle dessas



atividades. Até o momento, o Brasil foi o único país que iniciou o processo de candidatura para ser remunerado por REDD+ com a submissão de uma linha de referência florestal, hoje sob apreciação pelos revisores da UNFCCC.

Esses compromissos oferecem ao INPE, sob a responsabilidade da Coordenação Geral de Observação da Terra, um horizonte de oportunidades de pesquisa e produção operacional de informação geoespacial, descrevendo a dinâmica de desmatamento e regeneração da vegetação e de degradação florestal em todos os biomas brasileiros, uma vez que a definição de floresta adotada pelo Brasil na UNFCCC é bastante abrangente, o que implica na existência de floresta em todos os biomas brasileiros.

### **Monitoramento de Queimadas**

O Programa Queimadas do INPE integra vários setores do Instituto e reflete a interação de muitas instituições federais em ministérios distintos, estruturada ao longo de três décadas de cooperação.

Em 2011 e 2013, por meio do Acórdão TCU 1382, cuja implementação ainda está pendente, foi recomendado ao INPE o aprimoramento das metodologias de detecção e de quantificação de áreas queimadas por satélites, o que deverá ser efetivado no contexto do PPA 2016-2019.

O monitoramento do desmatamento e das queimadas/incêndios permite implementar a legislação ambiental nacional pertinente e, em particular, no que se refere às áreas de proteção ambientais federais, estaduais e municipais. No caso da Amazônia, as áreas de proteção cobrem quase 50% da região.

*Visão geral dos focos de queima de vegetação em 19/Agosto/2015 com as detecções das últimas 48 horas feitas pelos satélites usados no Programa Queimadas do INPE.*



## Metas

- 7.1. Adicionar, até 2018, produtos de mapas de florestas secundárias, desmatamento de florestas secundárias e degradação de florestas primárias, para o monitoramento do bioma Amazônia.
- 7.2. Implantar o monitoramento da cobertura vegetal do bioma Cerrado.
- 7.3. Desenvolver metodologia para o monitoramento da cobertura vegetal do bioma Caatinga.
- 7.4. Desenvolver metodologia para o monitoramento da cobertura vegetal do bioma Pantanal.
- 7.5. Desenvolver metodologia para o monitoramento da cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica.
- 7.6. Desenvolver metodologia para o monitoramento da cobertura vegetal do bioma Campos Sulinos.
- 7.7. Expandir o monitoramento da área queimada e da severidade do fogo para todo território nacional.

## **OBJETIVO ESTRATÉGICO 8**

Promover e aprimorar a pesquisa e o desenvolvimento da modelagem numérica do sistema integrado atmosfera, oceano, superfície continental e aerossóis/química, para prover o Brasil com o estado da arte em previsão de tempo, clima sazonal, qualidade do ar, agitação marítima, circulação costeira e produtos de satélites ambientais.

### **Caracterização**

O aumento observado no passado recente, da frequência e intensidade dos eventos hidro meteorológicos extremos sobre o Brasil, tem causado danos expressivos à sociedade. Destacam-se as secas prolongadas, com grande impacto na agricultura, na geração de energia elétrica e no abastecimento de água; chuvas torrenciais, causadoras de enchentes e deslizamentos de terra em áreas urbanas; alagamentos nas cidades litorâneas, devido a mudanças nas marés; aumento da poluição atmosférica, devido a queimadas e uso de combustíveis fósseis afetando a saúde pública, entre outros.

Dessa forma, é mandatório o desenvolvimento de um sistema avançado de modelagem numérica, capaz de prever tais fenômenos ambientais com a maior antecedência possível, para dar suporte às tomadas de decisões e, assim, proteger vidas e danos à propriedade. Para simular e compreender essa grande gama de fenômenos que afetam a sociedade e as atividades humanas, os principais centros de previsão mundiais têm investido em modelos numéricos capazes de representar de forma integrada os processos atmosféricos, oceânicos, de superfície continental e da química e poluição do ar, conhecidos como Modelos do Sistema Terrestre ou, em inglês, 'Earth System Models' (ESMs).

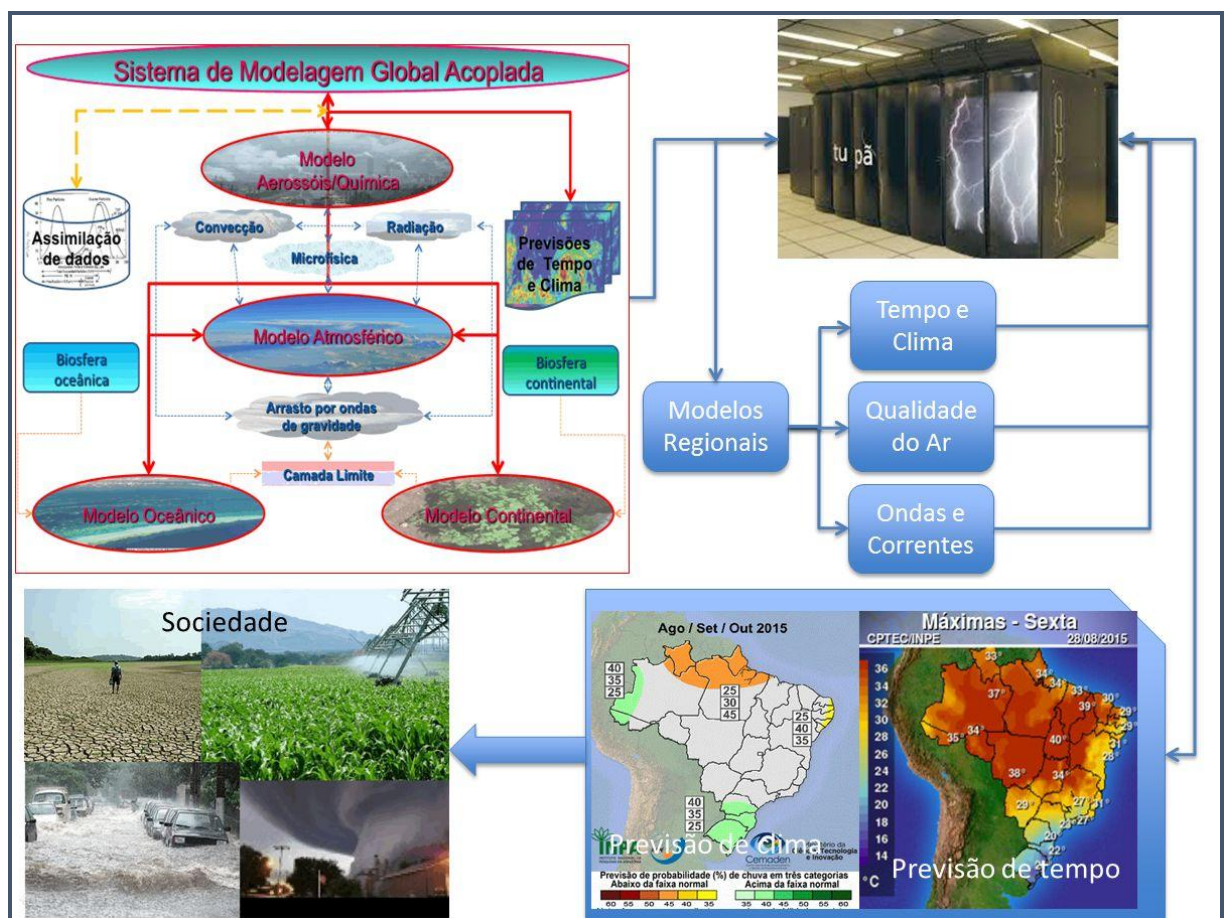
Esse desafio deve ser enfrentado com base em seis linhas de atuação:

- 1 - Pesquisa básica utilizando dados de experimentos científicos e de modelagem para gerar novos conhecimentos sobre os eventos de tempo, clima e de qualidade do ar e seus impactos no ambiente terrestre (atmosfera, oceanos e superfícies) e nas atividades socioeconômicas do país.
- 2- Aprimoramento dos modelos de simulação do ambiente terrestre para incorporar novos conhecimentos científicos, tornando mais precisas a representação da previsão em todas as escalas temporais (de horas a meses).
- 3- Aprimoramento dos produtos e serviços de radares meteorológicos e satélites ambientais de modo a prover o CPTEC e a sociedade de produtos de sensoriamento remoto do ambiente terrestre.
- 4- Aprimoramento dos produtos e serviços operacionais, capacitando a operação meteorológica para ampliar a previsão e o monitoramento meteorológico,

provendo o CPTEC e a sociedade de produtos e serviços de modo contínuo, 24 horas.

5- Capacitação do Laboratório de Instrumentação Meteorológica do CPTEC para atuar junto ao INPE na especificação de instrumentação e sensores de satélites, como apoio à construção de satélites meteorológicos para prover o Brasil de autonomia completa no sensoriamento remoto do seu território.

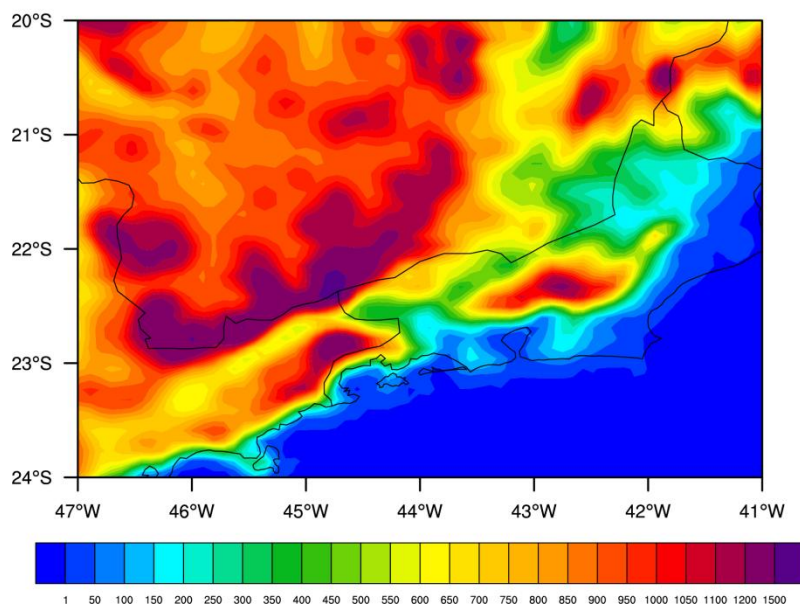
6- Atualização do sistema de supercomputação do CPTEC/INPE para prover capacidade computacional compatível com a demanda de processamento para previsões ambientais do INPE e do governo federal, desde as escalas de horas até as escalas de anos, incluindo demandas de simulações de mudanças climáticas e adaptação.



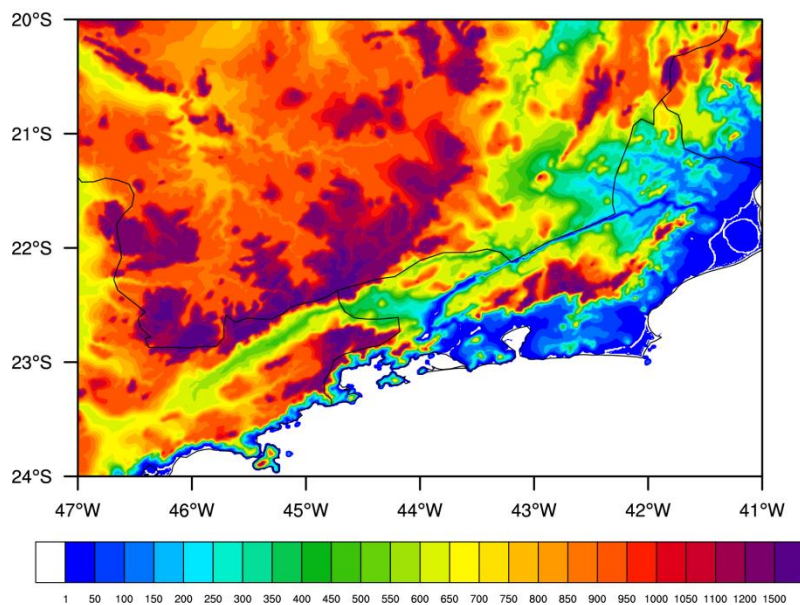
Sistema de modelagem global acoplada envolvendo a atmosfera, oceanos, superfície continental, aerossóis e química e com assimilação de dados que se desenvolverá durante 2016-2019. Este sistema em conjunto com os modelos regionais em altíssima resolução espacial será útil para a previsão de tempo, clima, qualidade do ar, agitação marítima e correntes costeiras.



### Sudeste 9 km Resolucao Espacial



### Sudeste 1 km Resolucao Espacial



*A topografia (m) sobre Sudeste (Rio de Janeiro, Parte de São Paulo e parte de Minas Gerais), em resolução de 9 km (acima) e 1 km (abaixo). As figuras demonstram a necessidade de aprimoramento dos detalhes e do realismo na modelagem do sistema atmosfera, superfície e oceano. Somente com detalhamento de 1 km é que se identifica no relevo as calhas formadas pela orografia nas regiões atingidas por eventos severos e desastres naturais de grande impacto, como os ocorridos no Vale do Paraíba - SP e na Região Serrana - RJ em 2010 e 2011, respectivamente. Na resolução de 9 km, a Serra da Mantiqueira, Serra da Bocaina (SP) e as montanhas de Petrópolis e Teresópolis (RJ) não ficam bem definidas como na resolução de 1 km. Portanto, o modelo regional usado para estes propósitos deve ser em altíssima resolução espacial (1-3 km).*

## Metas

- 8.1. Desenvolver um sistema integrado de modelagem global da atmosfera, oceano, superfície continental, aerossóis e química para a previsão de eventos extremos.
- 8.2. Desenvolver um sistema integrado de modelagem da atmosfera e oceano regional e local com assimilação de dados em alta resolução espacial para a previsão de eventos extremos a curto prazo.
- 8.3. Desenvolver dez produtos a partir de dados de novos satélites ambientais e radares meteorológicos para assimilação de dados e apoio para a previsão de curto prazo.
- 8.4. Modernizar até 2017 o *datacenter* do CPTEC com um novo sistema de supercomputação.
- 8.5. Desenvolver e implantar um sistema de gerenciamento de dados para acesso rápido e eficiente aos produtos gerados pelo CPTEC.

## OBJETIVO ESTRATÉGICO 9

Expandir a capacidade do sistema do Estudo e Monitoramento Brasileiro de Clima Espacial (Embrace).

### Caracterização

O Programa Estudo e Monitoramento Brasileiro de Clima Espacial (Embrace/INPE) foi criado em agosto 2007 por uma força tarefa designada entre os servidores do INPE, para desenvolver e operar um programa de clima espacial. Esse programa transversal, instalado sob a Coordenação Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas, atua principalmente em parceria com o Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada (CTE) e com a Divisão de Sistemas de Solo (ETE).

O principal objetivo do Programa Embrace/INPE é monitorar o clima no Espaço e prever o tempo desde o Sol, passando pelo Espaço Interplanetário, pela Magnetosfera, chegando à Atmosfera (Ionosfera), a fim de fornecer informações úteis para as comunidades espaciais e áreas tecnológicas, industriais e acadêmicas.

Em seu curto período de vida, o Programa Embrace/INPE foi nomeado como o Centro de Alerta Regional do Brasil para Previsão do Clima Espacial, único na América do Sul e Latina, membro da *International Space Environment Services (ISES)*, organização na qual seus representantes discutem e propõem mecanismos

de alerta e de procedimentos de defesa para os sistemas tecnológicos da era espacial. Entre estes se enquadram os sistemas de telecomunicação por satélite, sistemas de georreferenciamento com base nos sistemas GNSS (usados em agricultura de precisão), sistemas de segurança de voo, sistemas energéticos de grande dimensão, sistemas de proteção e de controle de atitude de satélites, entre outros.

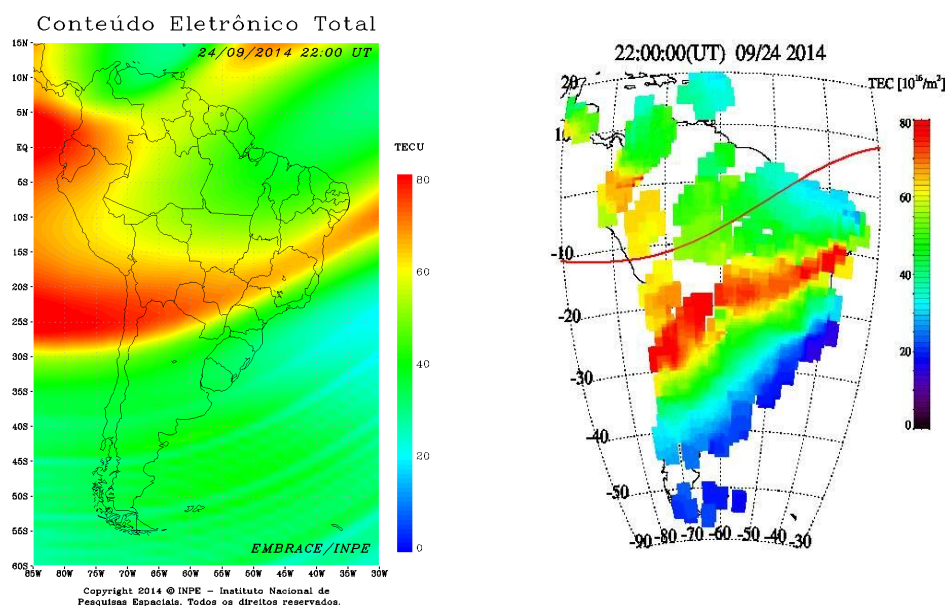
O Programa Embrace/INPE também foi nomeado pelo representante brasileiro na Organização Meteorológica Mundial (OMM) como o interlocutor oficial do Brasil nas questões de Clima Espacial nessa organização e atualmente trabalha em novas regras internacionais de regulação de procedimentos de decolagem, voo e aterrissagem da Aviação Civil. Além disso, o Brasil é um dos cinco países do mundo que fornecem mapas continentais a cada 10 minutos para divulgação no site daquela organização para alimentar os modelos globais de previsão do tempo.

Nesse contexto, o programa Embrace/INPE emite documentos de pesquisa e desenvolvimento de modelos e cenários voltados ao Clima Espacial e divulgação de diagnósticos, de prognósticos e de mitigação de efeitos do Clima Espacial. Para tanto, são suas ações estratégicas:

- 1) Garantir a continuidade da operação do centro de previsão do clima espacial por meio do estabelecimento de um sistema de energia estável e ininterrupto implantado e solução de banco de dados redundantes iniciada.
- 2) Instalar instrumentação de interesse do programa Embrace, realizar a coleta dos dados, incluindo dados de missões espaciais, arquivar os dados e disseminar a informação pertinente por meio de criação e manutenção de sítios de coletas de dados implantados e dados sendo transmitidos para a sede do Embrace.

O programa Embrace/INPE consiste, portanto, num conjunto de ações inovadoras e de grande impacto científico e tecnológico, que auxilia a tomada de decisões de governo, das agências reguladoras e das empresas brasileiras.





Mapas de TEC (conteúdo eletrônico total) gerado pelo sistema operacional da dinâmica ionosférica do INPE (lado esquerdo) e por dados experimentais (lado direito).

## Metas

- 9.1. Concluir o sistema de segurança da operação do centro Embrace.
- 9.2. Expandir a rede de sensores do programa Embrace em pelo menos 10%.
- 9.3. Receber todos os dados em tempo real de instrumentos de solo e embarcados do programa Embrace e de seus parceiros.
- 9.4. Expandir o monitoramento e emissão de alertas e boletins para 7 (sete) dias da semana, 24 (vinte e quatro) horas por dia.
- 9.5. Realizar três eventos de interação com comunidade relacionada com o programa Embrace.

## OBJETIVO ESTRATÉGICO 10

Desenvolvimento e aprimoramento de modelos do sistema terrestre, de redes de monitoramento e de análises sociopolíticas, visando à construção e análise de cenários de mudanças ambientais e projeções climáticas.

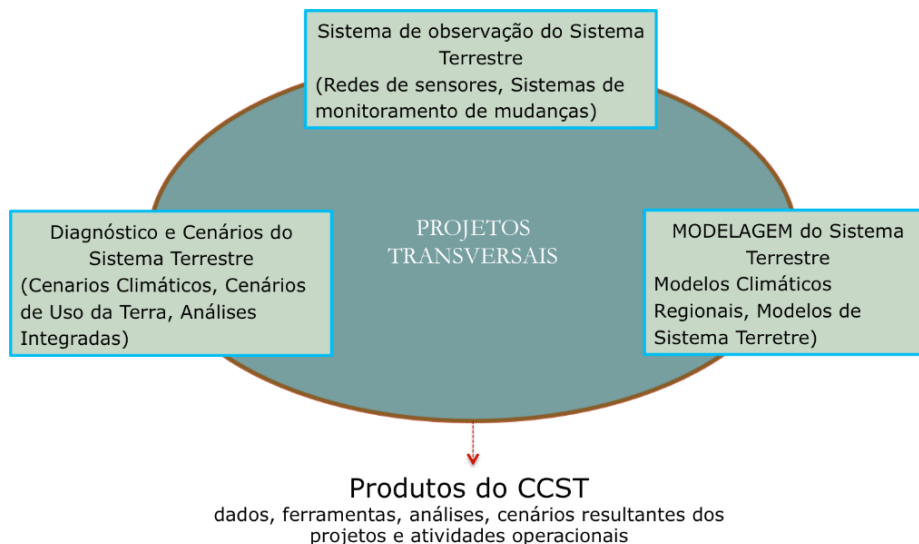
## Caracterização

O desenvolvimento econômico verificado, principalmente, nos últimos 200 anos, trouxe prosperidade e bem-estar para os seres humanos. A conquista desses benefícios está fortemente ligada à exploração de recursos naturais, como energia, terra e água para produção agrícola, recursos hídricos, entre outros. Porém, o uso predatório desses recursos naturais e dos serviços vitais dos ecossistemas pode estar colocando em risco a manutenção dessa qualidade de vida para as gerações futuras.

Ainda não existe um adequado entendimento sobre as consequências dessa forma de exploração dos recursos naturais a longo prazo. Assim, o Centro de Ciência do Sistema Terrestre do INPE desenvolve pesquisas que auxiliam na busca de soluções cientificamente embasadas, que permitam à sociedade brasileira caminhar em direção a um desenvolvimento sustentável, seguro e socialmente justo. O CCST segue e participa da definição de novos paradigmas científicos, os quais vêm sendo apresentados pela comunidade internacional, em particular no escopo do *Future Earth* ([www.futureearth.org](http://www.futureearth.org)), que defende a pesquisa realizada com foco em soluções de problemas atuais, por meio de subsídios às políticas públicas.

Nesse contexto, o CCST tem como objetivo, para o período 2016-2019, a formulação de cenários para um desenvolvimento nacional sustentável, fortemente embasados em redes de monitoramento de dados ambientais e modelagem do Sistema Terrestre, integrando e ampliando as competências do Centro.

No panorama técnico-científico, o Brasil conta com várias instituições governamentais que atuam na esfera ambiental e socioeconômica com foco bem definido (disciplinar). No caso do CCST/INPE, a interação entre as várias disciplinas (multi e transdisciplinar) e setores, com vistas à solução de problemas decorrentes das mudanças ambientais globais direciona suas atividades, buscando um desenvolvimento sustentável que concilie o bom funcionamento das esferas econômica, social e ambiental. A proposta de organização do CCST, buscando atender as demandas do PPA 2016 – 2019 prevê uma estrutura de operação baseada em três componentes (*vide figura*), integrando desde estudos de clima até estudos socioeconômicos, na busca de respostas e de propostas sustentáveis para problemas tais como segurança hídrica, segurança alimentar e segurança energética. Esses componentes terão objetivos e metas específicas, porém complementares, com atividades que serão integradas através de projetos transversais.



*Organização do CCST em componentes integradas através de projetos transversais, visando à construção de cenários de sustentabilidade para o Brasil.*

A seguir apresentamos a caracterização de cada um dos componentes:

#### **A) MODELAGEM DO SISTEMA TERRESTRE**

Na área de modelagem, um dos grandes desafios científicos do CCST/INPE é a capacidade em representar o Sistema Terrestre (ST), abrangendo não somente as dimensões físicas e biológicas, como também as dimensões humanas. Dentre as várias ações de pesquisas sólidas e aprofundadas realizadas no CCST, existem diversos esforços colaborativos nas áreas de desenvolvimento de arcabouços computacionais de modelagem que representem os diferentes componentes do Sistema Terrestre, assim como parametrização de modelos existentes. Dentre essas iniciativas destacam-se o desenvolvimento do modelo INLAND, que trata das interações superfície terrestre-atmosfera; a plataforma de modelagem ambiental espacialmente explícita (TERRA-ME); o desenvolvimento de modelos de mudanças de uso da terra (LUCC-ME) e de emissões de gases do efeito estufa (INPE-EM); o desenvolvimento de modelos de descargas elétricas na atmosfera, de radiação atmosférica e de potencial eólico; modelos hidrológicos (MHD-INPE); modelos agrícolas, assim como modelagem climática regional visando à construção de cenários e impacto das mudanças climáticas a nível regional.

Além de possibilitar a quantificação dos cenários formulados pelo CCST (item C), o desenvolvimento dos modelos computacionais contribui também com o componente de superfície do Programa BESM - que contempla a modelagem atmosférica e oceânica que está sob a responsabilidade de outras Coordenações do INPE.

## **B) SISTEMA DE OBSERVAÇÃO DO SISTEMA TERRESTRE**

O estabelecimento de redes de observação e coletas de amostras específicas, tais como gases traço, gases de efeito estufa e aerossóis, produzem dados relevantes para estudos do balanço de radiação, dos ciclos biogeoquímicos, dos efeitos de contaminantes e da camada de ozônio, entre outros, podendo também ser utilizados como entrada e validação na modelagem do sistema terrestre. Além disso, observações remotas podem ser empregadas para validação de sensores em satélites, como as realizadas em conjunto com o LAVAT/CRN. Redes de observação das descargas elétricas na atmosfera permitem minimizar os impactos de curto e longo prazo das mesmas sobre o sistema de distribuição de energia elétrica e auxiliar na segurança da população em diferentes escalas de tempo e espaço.

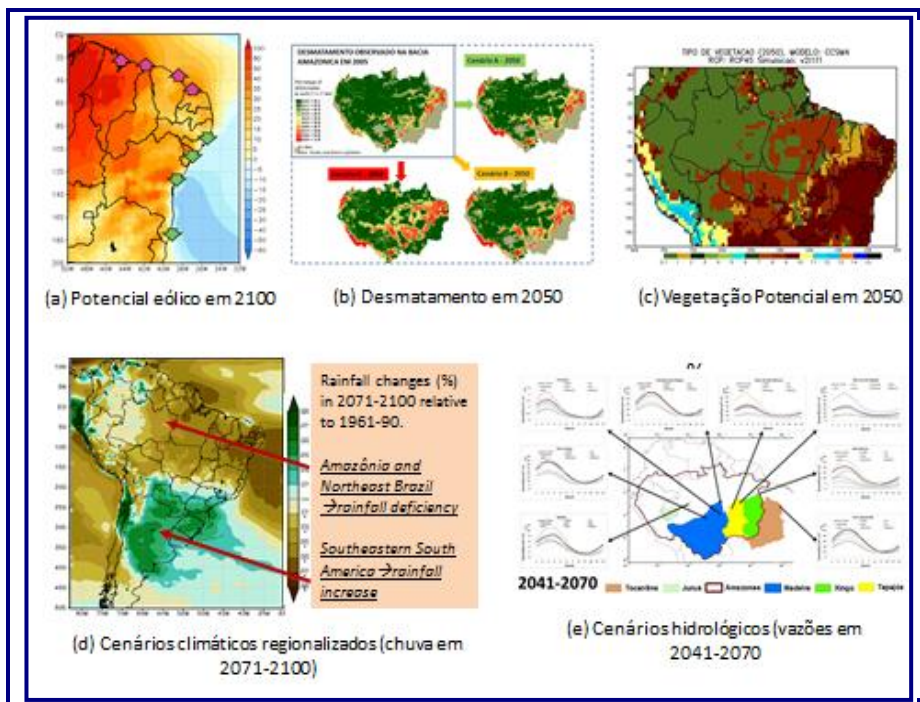
Redes de observação e modelos devem ser empregados, visando fornecer dados confiáveis e públicos, tanto para o setor privado, como para os tomadores de decisão nas diferentes esferas do governo. A rede de monitoramento coordenada pelo CCST busca construir uma base de dados confiável, com histórico e perspectiva futura que permitam captar os efeitos de mudanças ambientais globais, trazendo as informações ao domínio público para subsidiar a tomada de decisão. Atualmente, as bases de informações geradas pelo CCST subsidiam não somente os objetivos estratégicos do Centro como também a modelagem, a construção de cenários e diagnósticos da ação antrópica no meio, bem como outras áreas do INPE.

Nesse contexto, o objetivo geral desse núcleo será consolidar o Sistema de Observação do Sistema Terrestre do CCST.

## **C) DIAGNÓSTICOS E CENÁRIOS DO SISTEMA TERRESTRE**

Este núcleo visa à formulação de cenários para um desenvolvimento nacional sustentável, integrando resultados de atividades de observação e modelagem. Propõe-se aqui a transição da lógica de pesquisa tradicional, focada em estudos de impactos socioambientais, *para a análise das trajetórias, limites e padrões espaço-temporais sob os quais a estabilidade dos sistemas naturais pode ser sustentada*. Essa transição representa um dos maiores desafios à ciência moderna e também um aspecto fundamental para subsidiar a formulação de políticas públicas mais consistentes.

O produto do trabalho do CCST nesse componente de Cenários será a disseminação do conhecimento científico relacionado às mudanças ambientais globais e a uma transição à sustentabilidade ambiental. Dessa forma, o site do Centro apresentará regularmente os resultados científicos e produtos à sociedade e aos tomadores de decisão nessa temática.



Exemplos de cenários gerados pelo CCST atualmente, e que serão ampliados no período 2016-2019.

## Metas

- 10.1. Modernizar dez estações de coleta nas redes de monitoramento de variáveis ambientais.
- 10.2. Instalar dez novas estações de coleta nas redes de monitoramento de variáveis ambientais.
- 10.3. Realizar a atualização dos modelos do sistema terrestre.
- 10.4. Gerar dez cenários do funcionamento do sistema terrestre.
- 10.5. Desenvolver modelo integrado do sistema terrestre com assimilação de dados para a previsão de tempo e clima.
- 10.6. Expandir a rede de instrumentação inovadora para coleta de dados operada pelo Sistema Integrado de Dados Ambientais (SINDA) e aumentar a sua base histórica de dados ambientais.

## OBJETIVO ESTRATÉGICO 11

Garantir, com excelência, a gestão, a comunicação institucional e a infraestrutura necessárias para o cumprimento da missão do Instituto.

### Caracterização

Em qualquer instituição, seja pública, privada ou do terceiro setor, as chamadas “áreas-meio” são essenciais ao desenvolvimento das atividades finalísticas. O INPE está em fase inicial de implementação da **excelência na gestão**, o que deverá se consolidar com a ampliação de seu quadro de servidores. O aprimoramento da gestão permitirá maior agilidade no fornecimento de informações gerenciais, que dão subsídio às tomadas de decisão por parte da Direção e dos demais gestores de programas e projetos.

Da mesma forma que o INPE se preocupa com o planejamento e a execução de seus objetivos e missões finalísticas, também zela pela execução dos créditos orçamentários e de recursos financeiros aprovados pelo governo federal, atrelados às suas missões. A realização das atividades do INPE depende também de **infraestrutura** adequada, no conceito mais básico, que compreende instalações prediais para acomodar as respectivas atividades, recursos tecnológicos computacionais, redes de comunicação de dados e voz, instrumentação laboratorial e demais recursos necessários à operacionalização de processos internos. O fornecimento da infraestrutura geral apropriada requer atividades constantes de avaliação dos recursos existentes, manutenção adequada, planejamento e provimento de infraestrutura adicional em função de novas missões e necessidades do Instituto. Nesse sentido, para a aquisição de bens (materiais e equipamentos) e contratação de serviços e obras de engenharia, o



Arte: Danusa Aparecida Batista Caramello

INPE se mantém atento e atualizado em relação à legislação federal, às normas infra legais (instruções normativas, portarias etc.) e a decisões dos órgãos de controle e às orientações da Consultoria Jurídica da União – CJU/AGU.

Do ponto de vista **administrativo**, a contratação de serviços de infraestrutura do INPE tem apresentado trâmites burocráticos

excessivos e lentos, que desperdiçam insumos e demandam muito tempo de trabalho. Frente a esse quadro, planeja-se desenvolver um sistema informatizado para a gestão de processos com assinatura digital, de forma que todos os

procedimentos sejam realizados via computadores em rede. Esse sistema deverá oferecer maior agilidade e controle sobre as etapas processuais.

Na área de formação e capacitação de **Recursos Humanos**, é primordial estabelecer a gestão do conhecimento de uma comunidade multidisciplinar como a do Instituto, com a manutenção e atualização da política de preservação e conservação do conhecimento. O contexto atual do INPE tem como um de seus grandes desafios estabelecer uma cultura e um ambiente dedicados à aprendizagem organizacional e/ou inovação, procurando também incentivar e estimular a educação continuada de seus servidores.

A geração de conhecimento e a formação de recursos humanos de alto nível, como resposta aos principais desafios nacionais, têm sido alguns dos principais resultados do sistema de formação de pessoal do INPE, seja através da Pós-Graduação (mestrado e doutorado), ou por meio de treinamentos e capacitação. Para aprimorar e aprofundar esse ciclo exitoso é necessário garantir com excelência o apoio e suporte administrativo, de gestão, de planejamento e infraestrutura necessários para o cumprimento dessa missão, provendo um ambiente técnico-científico atualizado e compatível com as necessidades do Instituto.

Na área de **Comunicação Institucional e Divulgação Científica**, o INPE é consciente de seu importante papel como disseminador do conhecimento gerado. Entretanto, é necessário aprimorar e ampliar as ações nessa área, tendo em vista que a P&D do Instituto está fortemente inserida em contextos de formulação de políticas públicas de inclusão social, inovação e desenvolvimento sustentável. A criação de um núcleo de divulgação científica e popularização da ciência será fundamental para uma maior aproximação e interação do INPE com a sociedade.

Este Objetivo Estratégico estabelece, então, o compromisso da Instituição com a **gestão de excelência**. A gestão, com base na excelência, expressa conceitos reconhecidos internacionalmente e que se traduzem em práticas ou fatores de desempenho encontrados em organizações líderes de classe mundial.

## **Metas**

11.1. Implantar um modelo de avaliação institucional.

11.2. Implantar um sistema de gestão da informação gerencial, científica e tecnológica.

11.3. Estabelecer, a partir de 2016, as normas internas relativas à inovação tecnológica em consonância com a política nacional de inovação.

11.4. Adequar, até 2018, o espaço físico da Biblioteca Central.

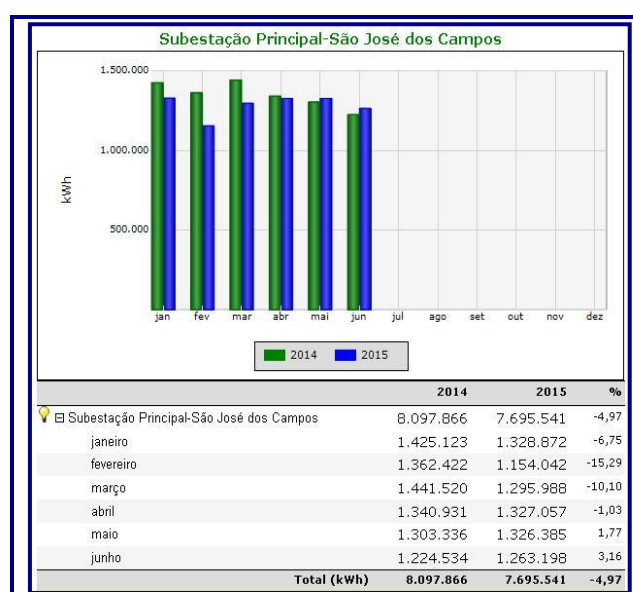


11.5. Construção do novo prédio da Engenharia e Tecnologia Espacial – ETE, incluindo facilidades para AIV (*Assembly, Integration and Verification* ou Montagem, Integração e Verificação) de subsistemas de ACDH (*Attitude Control and Data Handling* ou Controle de Atitude e Supervisão de Bordo).

11.6. Implantar, até 2017, o Programa de Gestão de Documentos (PGD).

11.7. Estruturar um núcleo de divulgação científica e popularização da ciência.

11.8. Reestruturar e ampliar o sistema de gerenciamento de energia e controle de demanda, buscando a otimização e redução do consumo, bem como estudar outras ações de responsabilidade e compromisso ambiental no Instituto.



*Comparativo de consumo de energia elétrica, 1º semestre, anos de 2014 e 2015: redução de 4,97%*

## OBJETIVO ESTRATÉGICO 12

Executar a Política de Recursos Humanos, com o intuito de contribuir para a melhoria do desempenho individual e organizacional.

### Caracterização

O governo federal dispõe de amplo arcabouço legal para normatizar e fornecer diretrizes que garantam universalidade e equidade na gestão de pessoas. Criada recentemente, a Coordenação de Recursos Humanos (CRH) pretende subsidiar a Direção do INPE nas questões relacionadas à área, buscando favorecer um **ambiente organizacional** que prime pelas boas condições de trabalho e que propicie a motivação e a satisfação dos seus colaboradores. Um clima organizacional mais saudável contribui diretamente com a qualidade e a produtividade institucional.



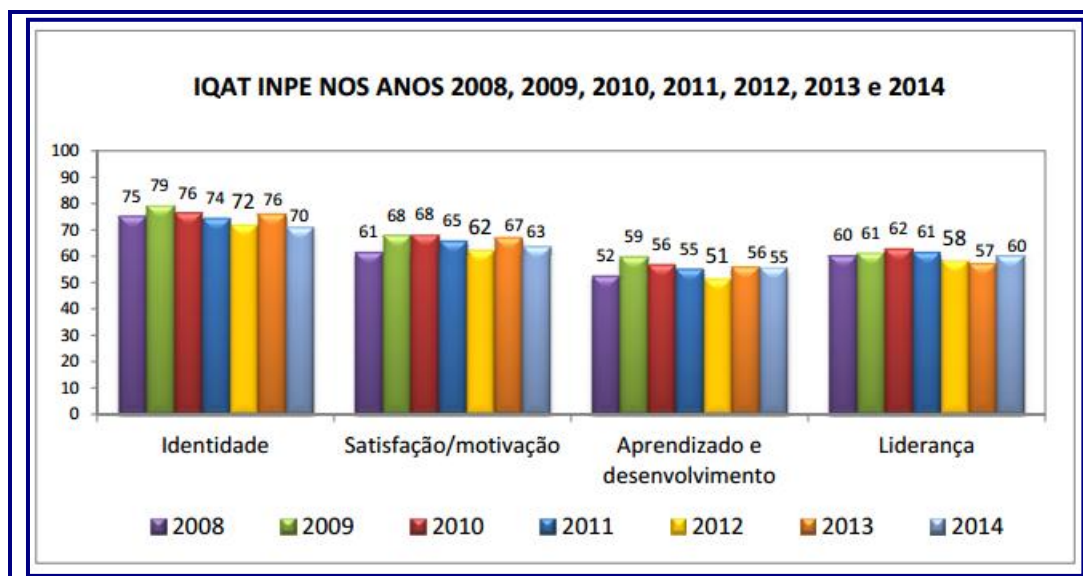
*Arte: André Rodolpho Silva*

A aposentadoria é hoje um dos principais motivos da evasão de talentos no INPE e, em consequência, gera uma defasagem de pessoas qualificadas para as funções estratégicas. Por isso, é urgente a necessidade de **recomposição e ampliação do quadro de servidores**, a fim de fortalecer as equipes de trabalho.

A CRH vem apoiando a Direção no estudo dirigido pelo Acórdão 43/2013 – Tribunal de Contas da União (TCU) – Plenário, de medidas destinadas a equacionar os problemas de recomposição, adequação e ampliação do quadro funcional do INPE. O estudo teve como foco a justificativa para solicitação de autorização para realização de concurso para provimento de 438 vagas para o INPE.

Além do quadro insuficiente, o INPE apresenta diversos fatores de insatisfação no ambiente organizacional. A avaliação do clima organizacional vem sendo monitorada, pelo oitavo ano consecutivo, por meio da participação do INPE na pesquisa de clima da revista Você S/A – Exame. Os Índices de Qualidade de Vida no Ambiente de Trabalho (IQAT) são mensurados e comparados aos de outras instituições. Em 2014, os índices do INPE foram inferiores aos desempenhos das cinco melhores instituições e de outras instituições do mesmo nível de atuação.

Essa pesquisa tornou-se um instrumento de gestão que permite conhecer a percepção dos servidores com relação ao ambiente de trabalho e fornece informações que apoiam as decisões institucionais na busca por melhorias. O gráfico a seguir apresenta os índices obtidos pelo INPE entre 2008 e 2014.



## Metas

- 12.1. Apresentar, anualmente, a demanda atualizada de recomposição do quadro de recursos humanos em resposta ao Acórdão no. 43/2013 – TCU.
- 12.2. Elaborar o plano de capacitação baseado em competências dos servidores, conjuntamente com os gestores do Instituto.
- 12.3. Adequar as ações de saúde e segurança do trabalho com as recomendações da Política de Atenção à Saúde do Servidor – PASS.

## OBJETIVO ESTRATÉGICO 13

Aperfeiçoar o modelo de gestão corporativa de Tecnologia da Informação e Comunicações – TIC, em conformidade com as orientações e regulamentações vigentes do governo federal e as melhores práticas de mercado.

## Caracterização

Os recursos de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC) têm sido amplamente utilizados em todos os processos internos das organizações, desde os processos de gestão até os processos mais complexos relacionados aos produtos finais gerados, e são considerados insumos essenciais para a execução de todas as atividades relacionadas.

Diante dessa realidade, o governo federal, por meio de seus órgãos de controle e regulamentação, estabeleceu uma série de ações que devem ser

adotadas no sentido de obter uso racional de recursos de TIC, com orientações sobre políticas e diretrizes para sua gestão integrada em todos os níveis.

Cada órgão do governo federal deverá providenciar seu Plano Diretor de Tecnologia da Informação - PDTI, alinhado ao Plano Diretor da Instituição e às diretrizes estabelecidas pelos órgãos reguladores, que são a Secretaria de Logística e TI do Ministério do Planejamento - SLTI/MP e Tribunal de Contas da União - TCU, e demais instâncias criadas para estabelecer boas práticas na governança de TIC.

O PDTI deve refletir as diretrizes da Instituição para a área de TIC e atender às diretrizes do governo federal, que são, nessa área, definidas explicitamente por meio dos órgãos reguladores.

## **Metas**

13.1. Atender, em consonância com as metas do Instituto, os requisitos de tecnologia da informação e comunicações do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e as metas estabelecidas pelo governo federal.

13.2. Disponibilizar, até 2016, meios de TI para viabilizar processos gerenciais.