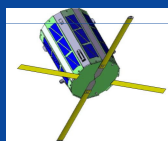




MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

# Workshop sobre Nanosats e suas Aplicações



Demonstração do modelo de Engenharia e Qualificação do UbatubaSat

Walter Abrahão dos Santos INPE-DEA

Auro Tikami – INPE-DSS

Candido Osvaldo de Moura – Ubatuba

Escola Tancredo Neves



## Roteiro

1. O programa espacial brasileiro: os satélites do INPE - Adaptado de Gilberto Câmara – INPE
2. Introdução à Pos-Grad ETE/CSE - Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais
3. Nanosatélites Estudatis e o UbatubaSat - - Adaptado de Auro Tikami e Candido Moura
4. Perguntas



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

# O programa espacial brasileiro: os satélites do INPE

Adaptado de **Gilberto Câmara**  
INPE



Licença de Uso: Creative Commons Atribuição-Uso Não-Comercial-Compartilhamento  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/br/>



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**



**Subordinado ao Ministério de  
Ciência, Tecnologia e Inovação -  
MCTI**

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

Fundado em 1961.



## Missão do INPE

O Brasil será o primeiro país tropical desenvolvido no Século 21



O INPE é o principal instituto civil público de pesquisa sobre questões espaciais e ambientais no Brasil.



# Benefícios do Programa Espacial



**Energia**



**Ecosistemas**

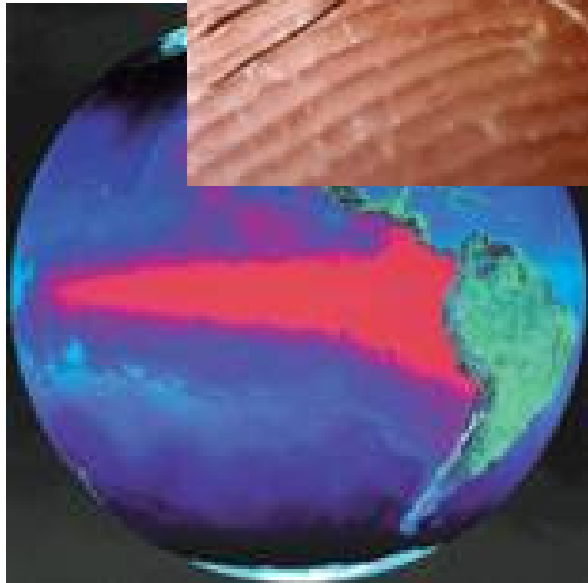


**Agricultura**

**Saúde**



**Clima**



**Desastres**



**Biodiversidade**

# CONVERTENDO DADOS EM CONHECIMENTO



## SATÉLITES

Missões de observação da terra e do universo, e de comunicações



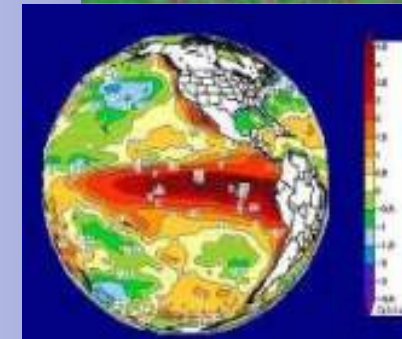
## SISTEMAS DE SOLO

Controle, recepção, processamento e distribuição de dados espaciais



## ANÁLISE E MODELAGEM

Ciência Espacial e Ciência do Sistema Terrestre



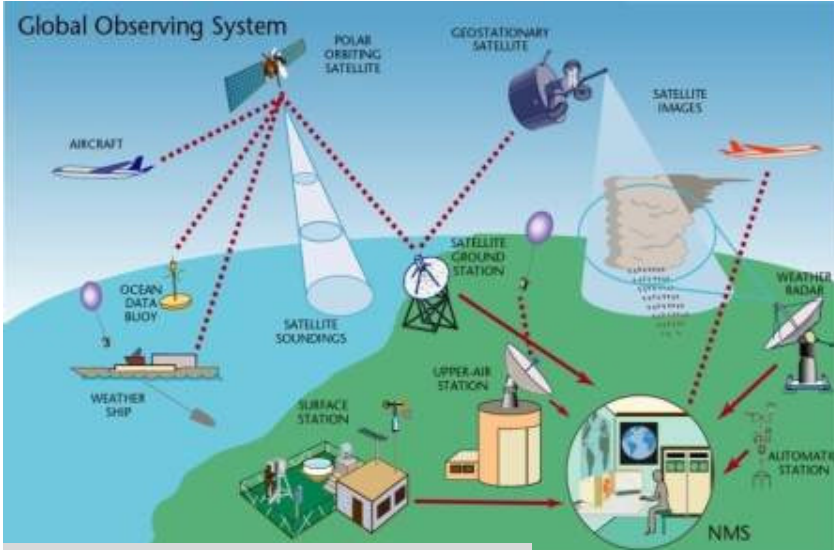
## ACESSO AO CONHECIMENTO

Produtos inovadores e singulares para a sociedade





# Previsão de Tempo e Clima no INPE

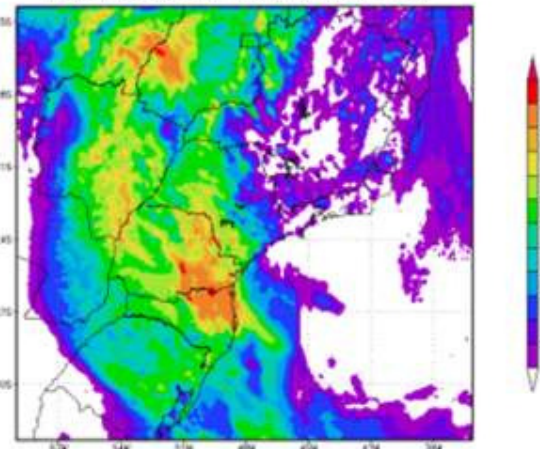


Dados Globais



Supercomputador

Precipitação Total Acumulada em 4 dias - CI: 2004012400  
Período: 20040125 12Z a 20040129 12Z



Modelos computacionais

Previsão do tempo



Previsão para 24/06/2008



Informação Mídia





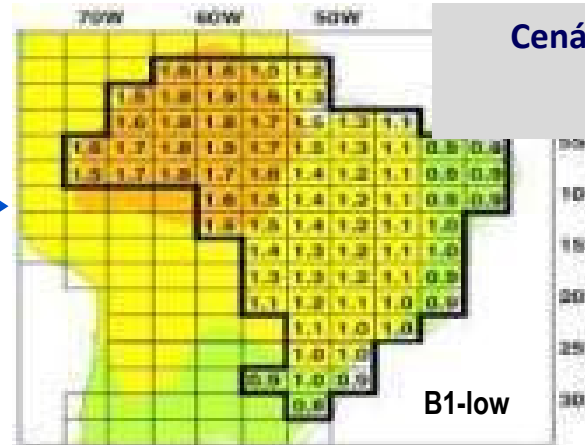
# Supercomputador do INPE

50 x mais capacidade de cálculo



Clima

Cenários de Mudanças do Clima

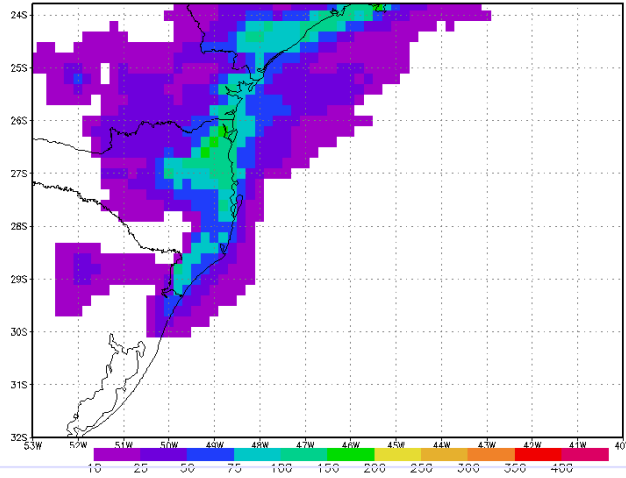


Tempo



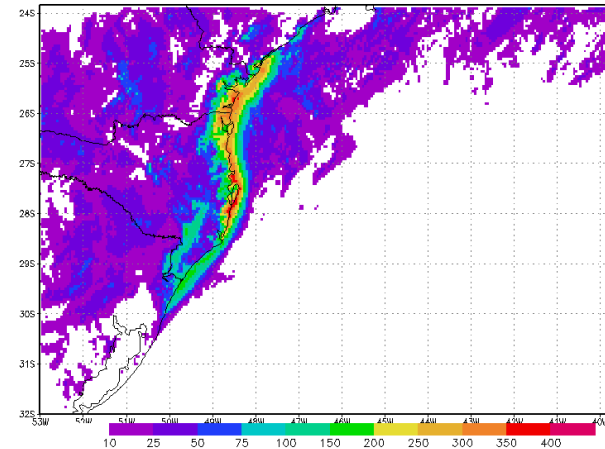
Investimento do MCT – R\$ 120 milhões (2007-2010)

Prec. Ac. 20 a 23/nov/2008 12Z – 3 dias – Eta20km



Previsão de tempo para Sta Catarina em 20/11/2008 (computador atual)

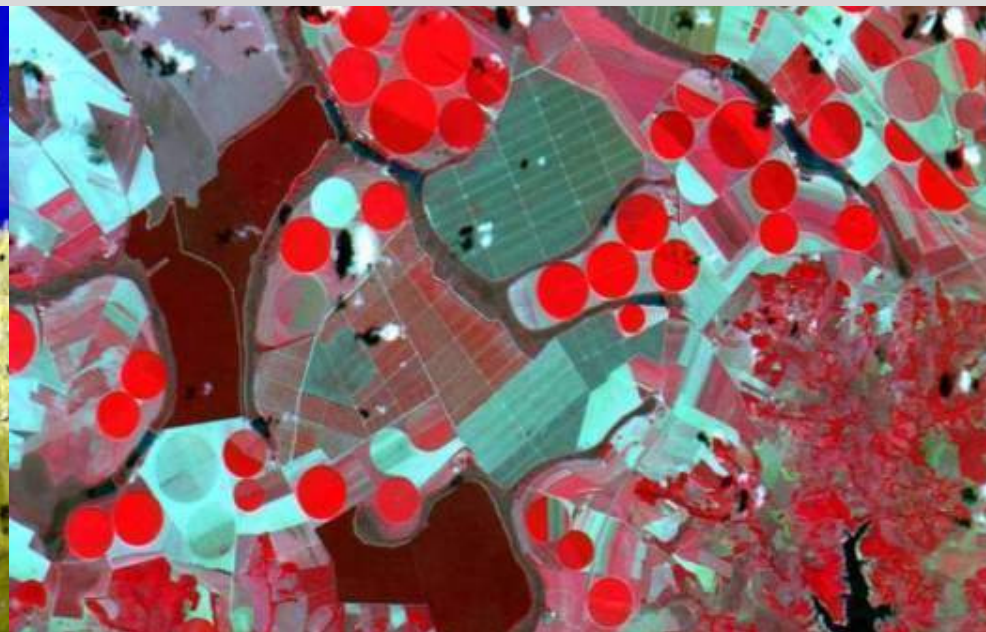
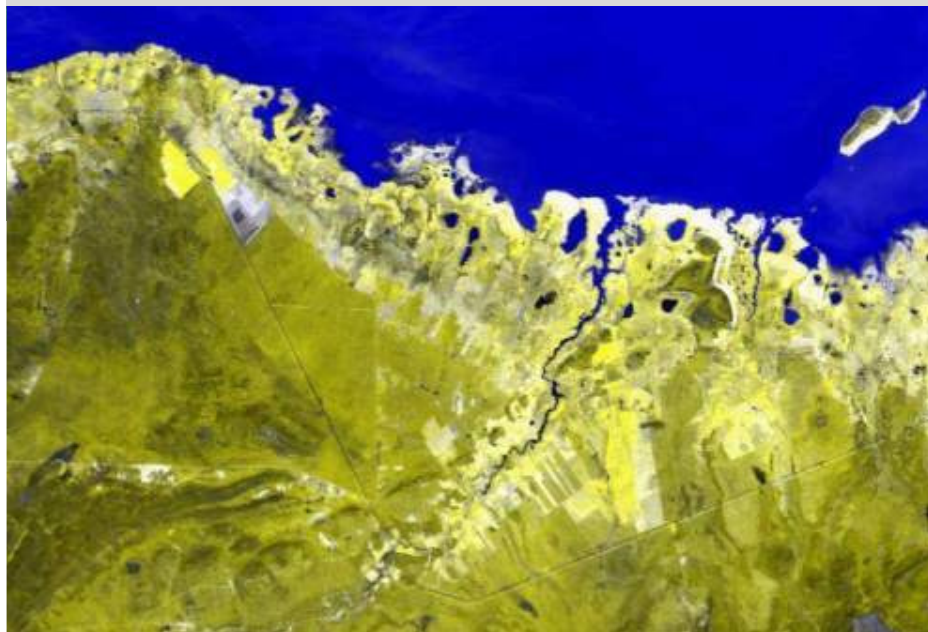
Prec. Ac. 20 a 23/nov/2008 12Z – 3 dias – EtaKF 5km



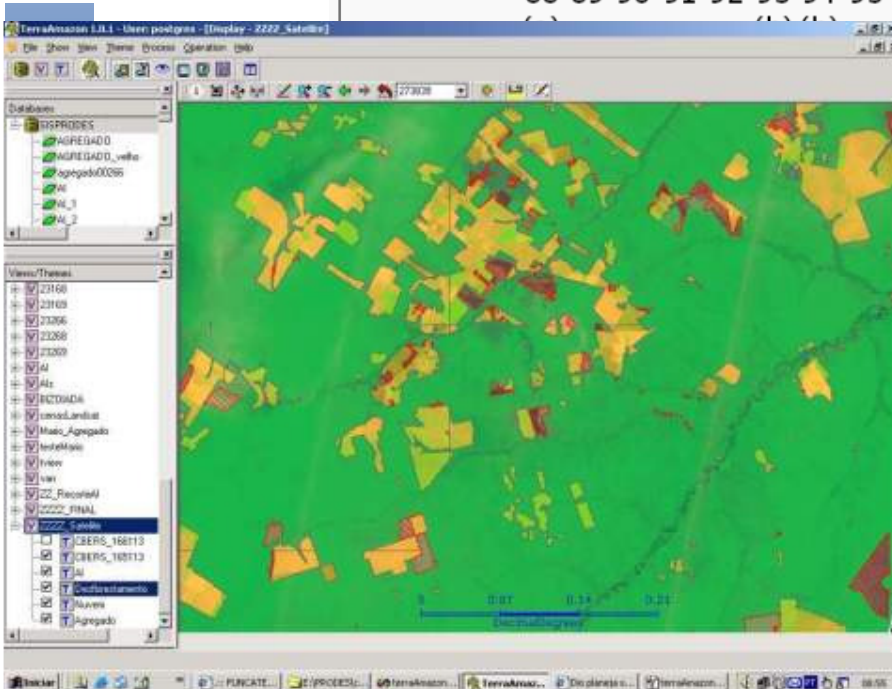
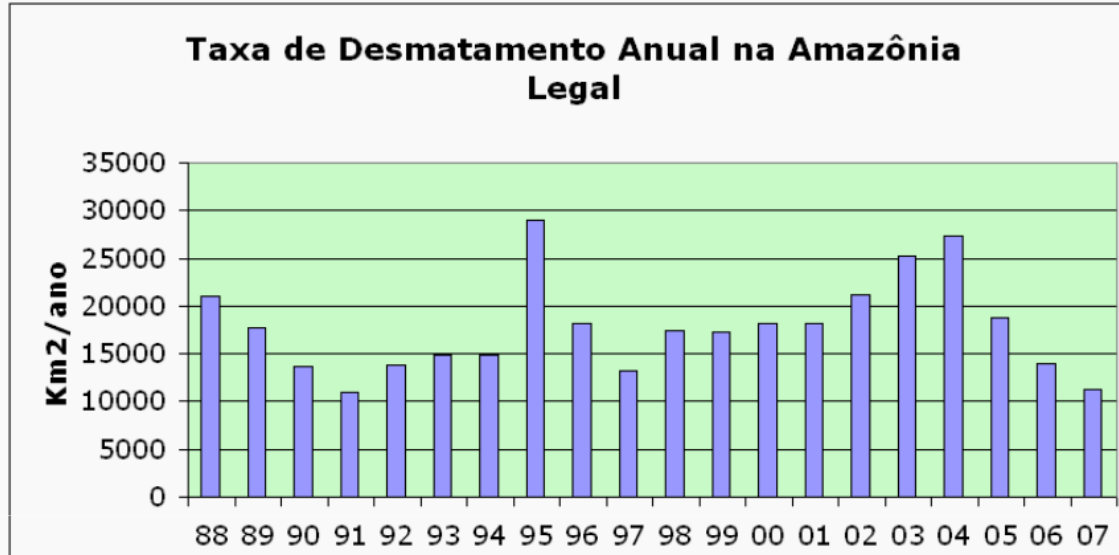
Previsão de tempo para Sta Catarina (simulação c/ novo supercomputador)



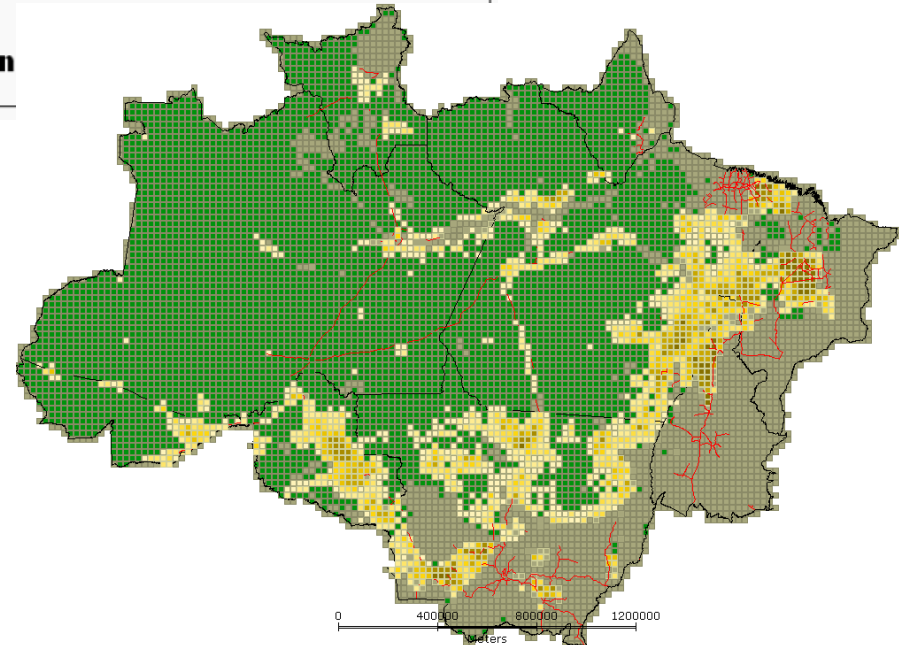
**Imagens: para entender mudanças no Brasil**



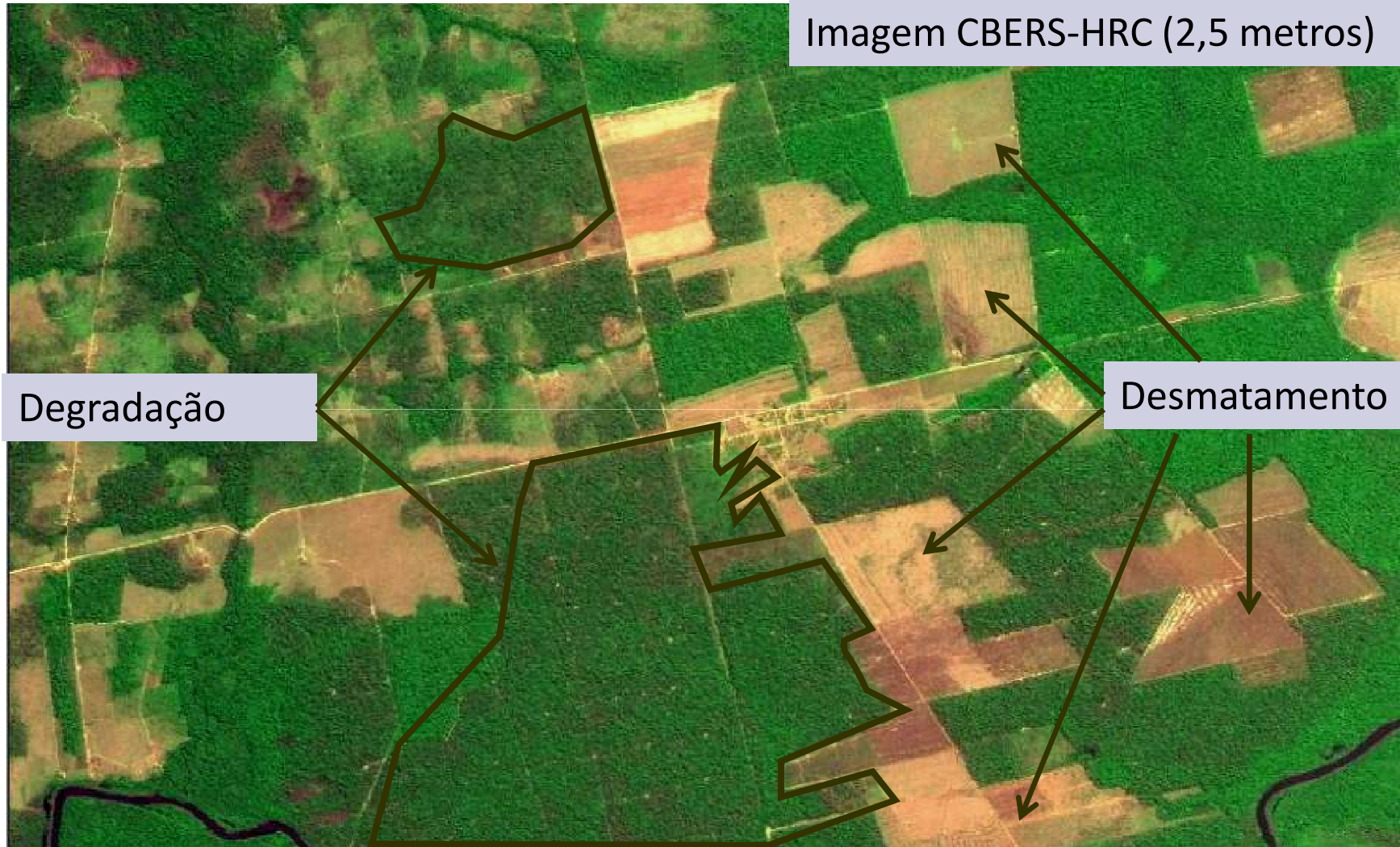
# Monitoramento do desmatamento da Amazônia



An



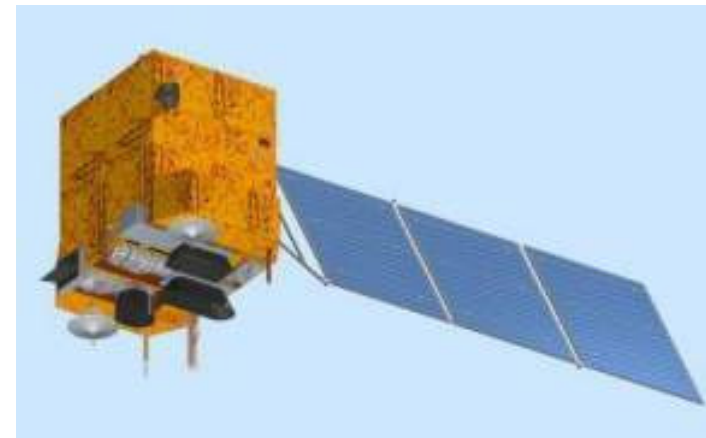
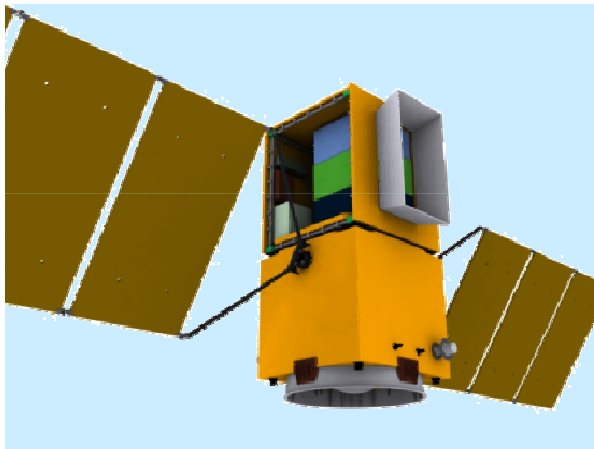
# Monitoramento da Amazônia por Satélites



Science (27 Abril 2007): *“O sistema brasileiro de monitoramento de florestas tropicais por satélite é a inveja do mundo”.*

# Qual a estratégia do Brasil?

**Brasil = ator global em observação da terra**



Acordos bilaterais  
(China, Reino Unido, Argentina)

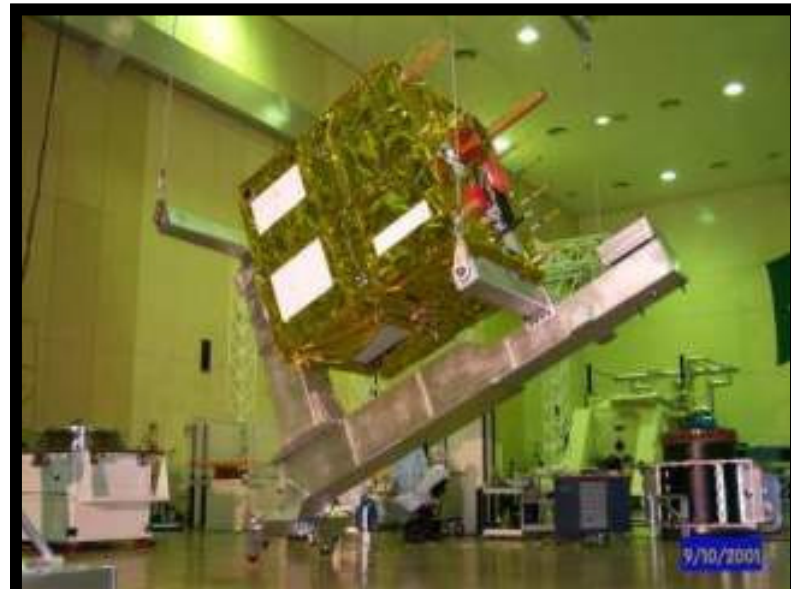
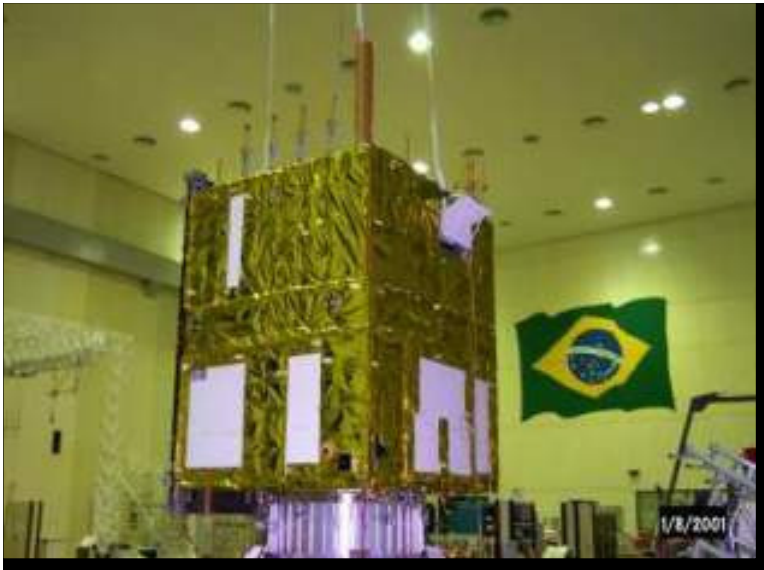
Organizações internacionais  
(CEOS, GEO)



# CBERS: cooperação espacial Brasil-China



**CBERS-2B Launch (19 September 2007)**





# CBERS-2 colocado no foguete Longa Marcha-4B







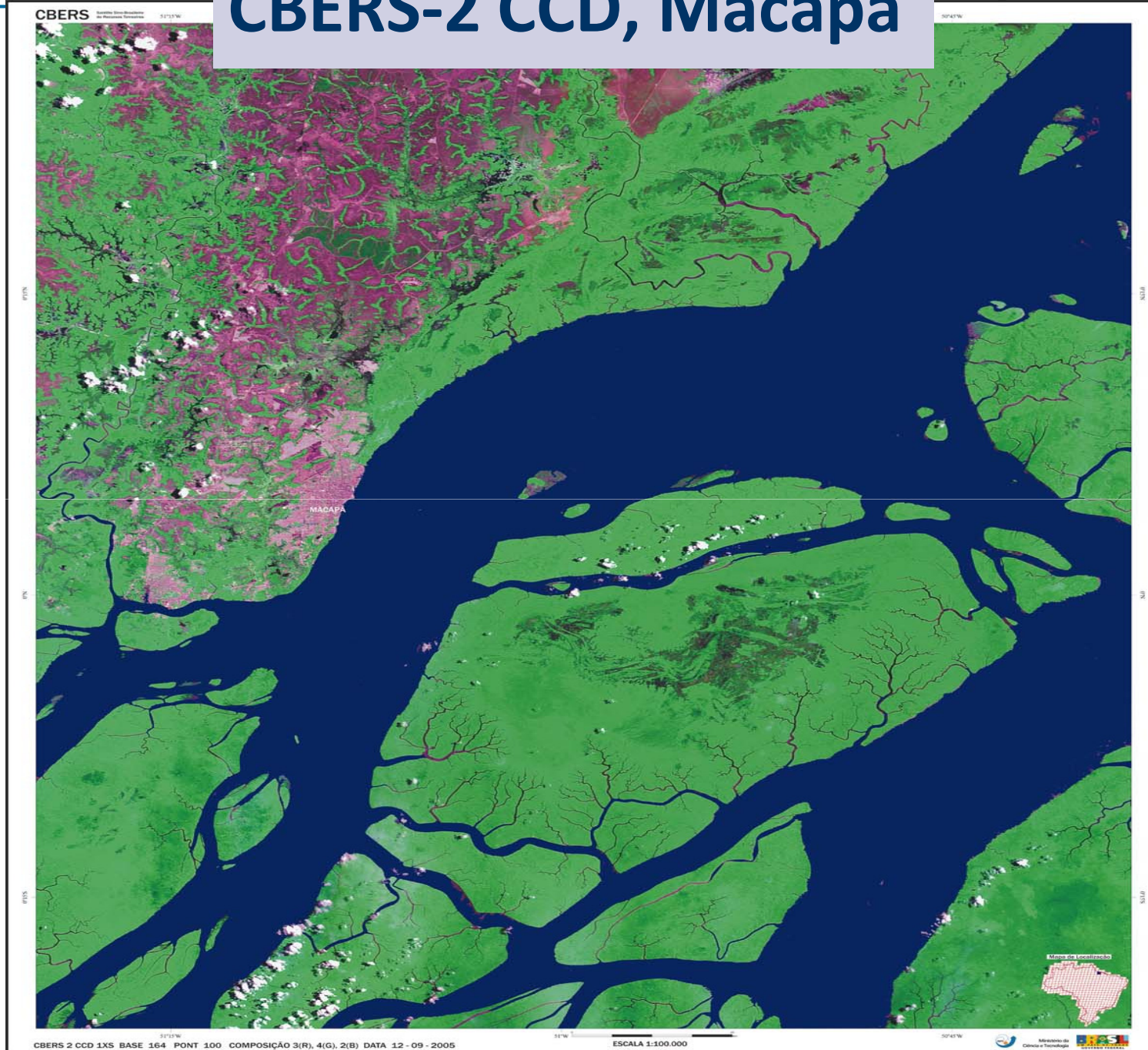
## Integração do CBERS-2B no INPE (2006-2007)



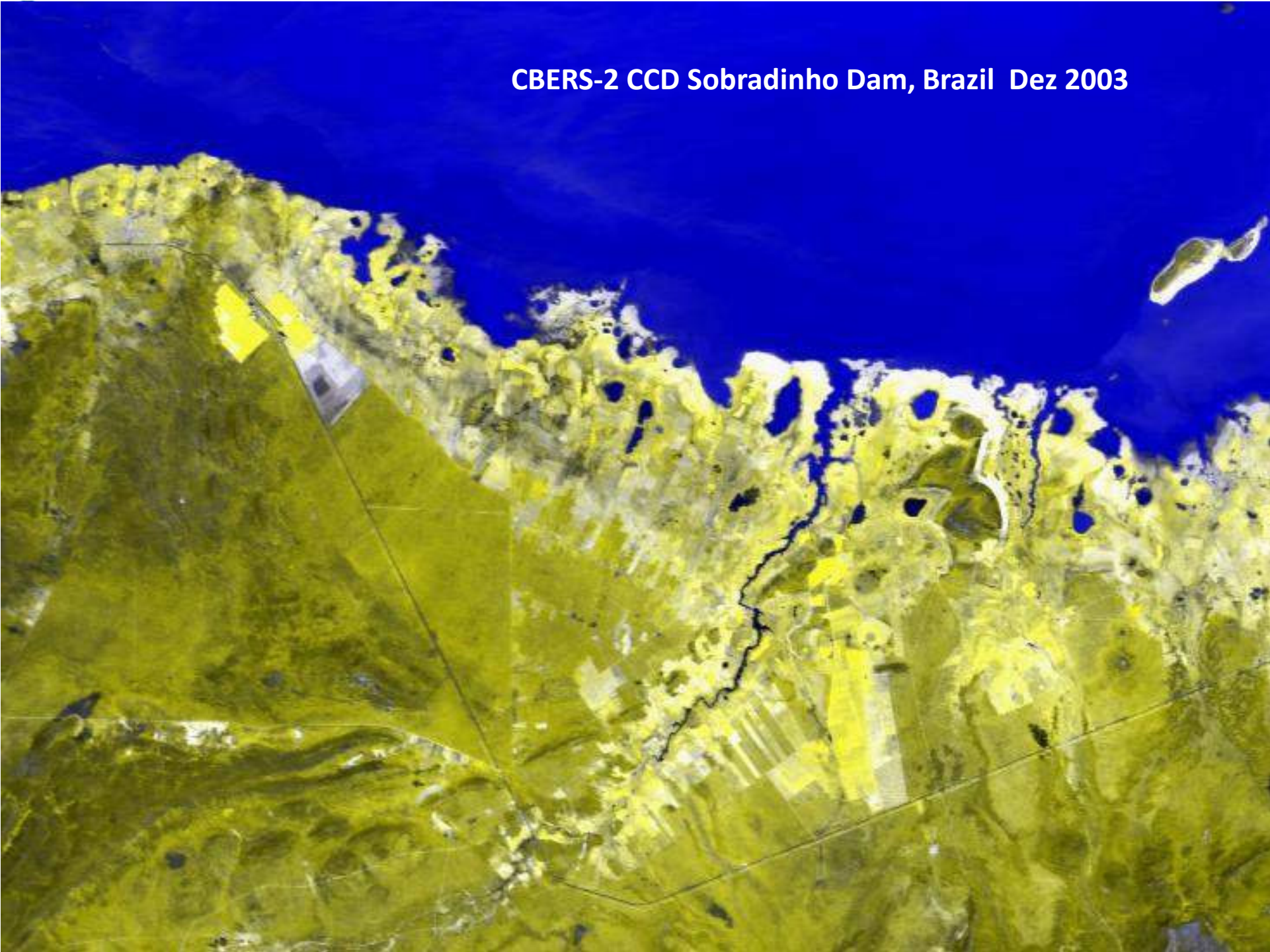
Assembly, integration and test (AIT) facilities at INPE



# CBERS-2 CCD, Macapá



CBERS-2 CCD Sobradinho Dam, Brazil Dez 2003





CBERS-2 CCD, Pradópolis, Brazil, Nov 2003





# CBERS-2B CCD-HRC combined image in São Felix (Pará, Brasil)



Approximate scale 1:10.000

# CBERS-2B Câmera HRC ( 2,7 m) Fusão com CCD – Marcelândia, PA Julho de 2008



**CBERS-2B Câmera HRC ( 2,7 m) Fusão com CCD – Cumbica, SP  
Março de 2008**





## Contratos industriais CBERS

Empresa	Valor Total do Contrato
OPTO	R\$ 85.100.052.10
OMNISYS	R\$ 3.040.614.08
OMNISYS	R\$ 10.188.733.26
AEROELETRONICA	R\$ 24.704.596.56
CENIC	R\$ 49.442.106.58
MECTRON	R\$ 11.664.560.07
OPTO/EQUATORIAL	R\$ 60.589.870.55
OMNISYS	R\$ 39.976.407.51
MECTRON	R\$ 7.858.848.00
NEURON	R\$ 2.772.054.75
OMNISYS	R\$ 14.884.414.17
ORBITAL	R\$ 5.319.287.59
ORBISAT	R\$ 800.000.00
FUNCATE	R\$ 329.560.00
CENIC	R\$ 3.459.986.00

R\$ 320.131.091.22

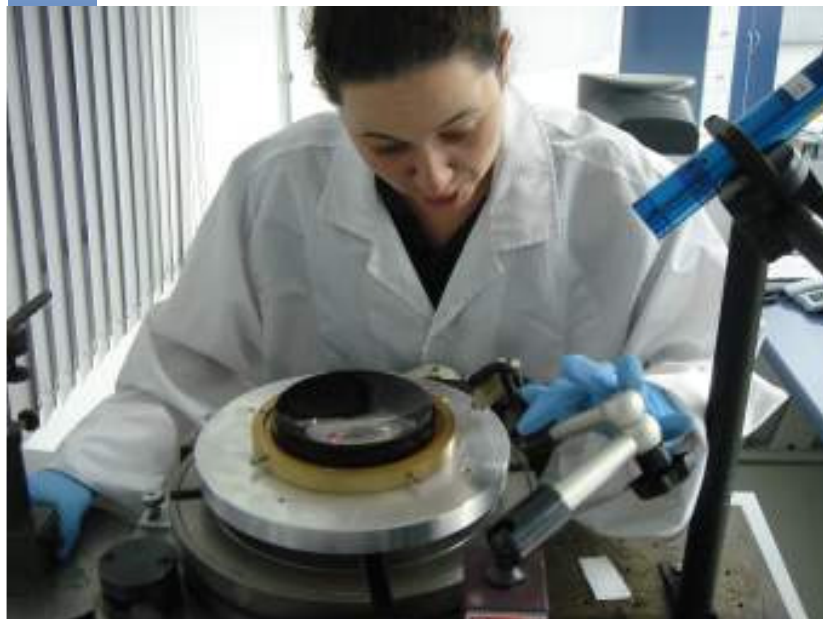




## Câmera MUX (CBERS-3)



Todo o projeto Óptico,  
eletrônico, térmico e mecânico  
realizado na OPTO



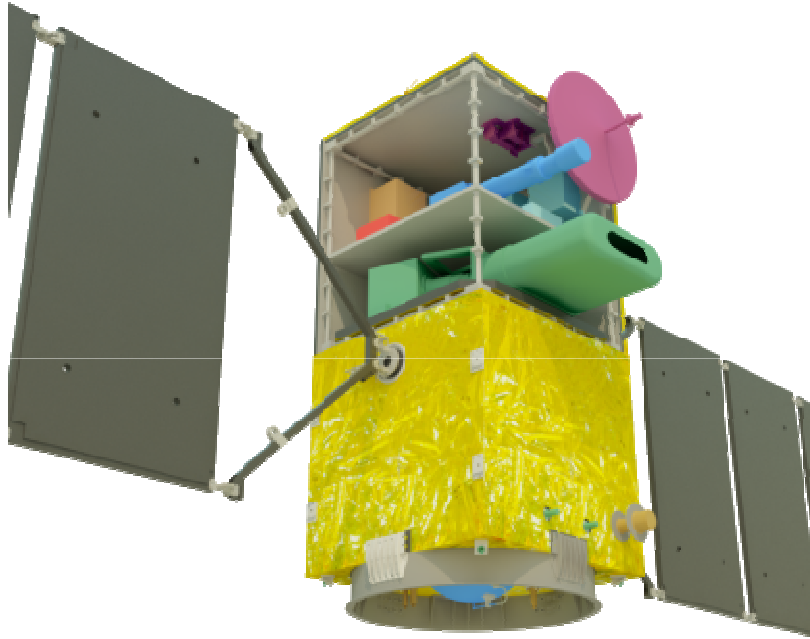
# CBERS como satélite global



Estações CBERS vão cobrir a área entre 30°N and 30°S

# Satélites: CBERS-4A e Amazônia-1

Amazônia-1



CBERS-4A



## Distribuição de imagens CBERS (05/2004- 06/2008)

Parâmetros Básicos

Satélite: CBERS 2

Instrumento: [ ]

Intervalo de Tempo:  Sazonal

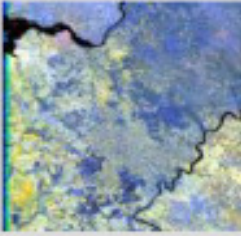
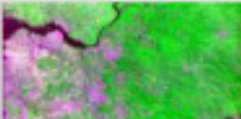

De: 05 / 1999

Até: 05 / 2004

Cobertura de Nuvens Máxima

Q1: [ ] Q2: [ ]

Q3: [ ] Q4: [ ]

CB2	IRM	162	131	2004-03-21		<a href="#">Suprimir</a>
CB2	CCD	162	131	2004-03-21		<a href="#">Suprimir</a>
CB2	IRM	162	131	2004-02-24		<a href="#">Suprimir</a>

[Navegar](#)

[Pedido](#)

Clique no botão Pedido e você receberá uma mensagem com os links para as imagens que você pediu.

Numero de imagens distribuídas (145 Mb/cena)	500,000
Instituições (50% empresas privadas)	16,000



# Visão de futuro



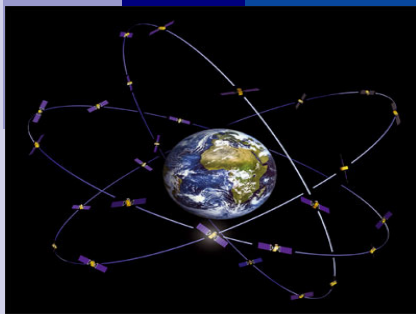
INPE continuará a ser referencia mundial nas tecnologias espacial e ambiental nos trópicos



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



# Introdução à Pos-Grad ETE/CSE Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais



Coordenação CSE-2015



# Contexto Pos-Grad & INPE

Cursos de pós-graduação do INPE

Curso de Engenharia e Tecnologia Espaciais

Áreas de concentração

Mecânica espacial e controle (CMC)

Combustão e Propulsão (PCP)

Ciência e tecnologia de materiais e sensores (CMS)

Engenharia e gerenciamento de Sistemas Espaciais (CSE)

[http://www.inpe.br/pos\\_graduacao/cursos/ete/index.php](http://www.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ete/index.php)



Coordenações e Laboratórios

ETE Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espaciais

CTE Coordenação de Laboratórios Associados

LIT Laboratório de Integração e Testes

CRC Centro de Rastreo e Controle de Satélites



# Mais detalhes ainda ...

Busca: Site ok Fale Conosco

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

PÓS-GRADUAÇÃO

:: Quarta-feira, 16 de Abril de 2014 A A A

**PÓS-GRADUAÇÃO** INPE » PÓS-GRADUAÇÃO » HOME

- :: Home
- :: Informações Gerais »
- :: Inscrições
- :: **Matérias Isoladas (NOVO)**
- :: Requisitos Necessários »
- :: Serviço de Pós-Graduação
- :: Contato

**CURSOS**

- :: Astrofísica »
- :: Engenharia e Tecnologia Espaciais »
  - :: Sobre o Curso
  - :: Áreas de Concentração
  - :: Catálogo
  - :: Corpo Docente
  - :: Corpo Discente
  - :: Infra-Estrutura
  - :: Eventos
  - :: Requisitos para Admissão
  - :: Seleção
  - :: **Regimento do Curso**
  - :: Coordenação Acadêmica
- :: Geofísica Espacial »
- :: Computação Aplicada »
- :: Meteorologia »
- :: Sensoriamento Remoto »
- :: Ciência do Sistema Terrestre »

**INPE**  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Sede:  
Av. dos Astronautas, 1.758  
Jd. Granja - CEP: 12227-010  
São José dos Campos - SP  
Brasil  
Tel: 55 (12) 3208-6000  
webmaster@inpe.br

WSC XHTM 1.0 WSC CSS

A presente página tem por finalidade fornecer aos interessados informações gerais e específicas sobre a atividade de Pós-Graduação desenvolvida no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

O Brasil ingressou na chamada "era espacial" no início dos anos 60, quando foi instituído em São José dos Campos-SP o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE).

As primeiras metas deste grupo, criado em 1961 e subordinado diretamente à Presidência da República, visavam dotar o país de realizar trabalhos relativos à utilização do espaço, técnicos e pesquisadores especializados na área e promover os cursos de Pós-Graduação do INPE foram instituídos gradativamente com o objetivo de formar recursos humanos altamente qualificados para atuar no Instituto, e em razão da inexistência ou insuficiência de recursos humanos nessas áreas no País.

O Conselho Nacional de Atividades Espaciais foi extinto e em seu lugar foi instituído o Conselho Nacional de Atividades Espaciais (INPE), então subordinado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Desde aquela época, as atividades do INPE em aspectos estratégicos para o País passaram a ser coordenadas pela Comissão Brasileira de Atividades Espaciais criada em 1961 e subordinada à Presidência da República nos assuntos pertinentes.

Com a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia o INPE passou, em agosto de 1985, a ser um órgão diretamente vinculado a esse Ministério, dada a importância dos programas científicos e tecnológicos que vem desenvolvendo no Brasil e em cooperação com outros países.

Em outubro de 1990 o INPE incorporou o "Nacional" ao seu nome, passando a denominar-se Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Os cursos de Mestrado e Doutorado oferecidos pelo INPE são credenciados através da Portaria nº 2530 do MEC, de 04.09.2002. A duração máxima do Curso de Mestrado é de 3 anos, enquanto que a do Doutorado é de 5 anos.

**CONFIRA**

- Diplomas Registrados
- Disciplinas oferecidas por Período
- Calendário Acadêmico
- Biblioteca
- Memória Técnico-Científica
- Pró-Equipamentos CAPES

**CNPq**



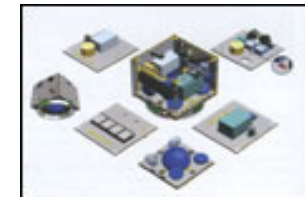
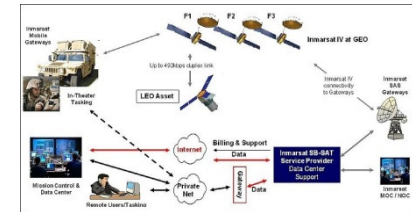
[http://www.inpe.br/pos\\_graduacao/cursos/ete/regimento\\_curso.php](http://www.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ete/regimento_curso.php)



# CSE - Linhas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico

Engenharia e gerenciamento de Sistemas Espaciais (CSE)

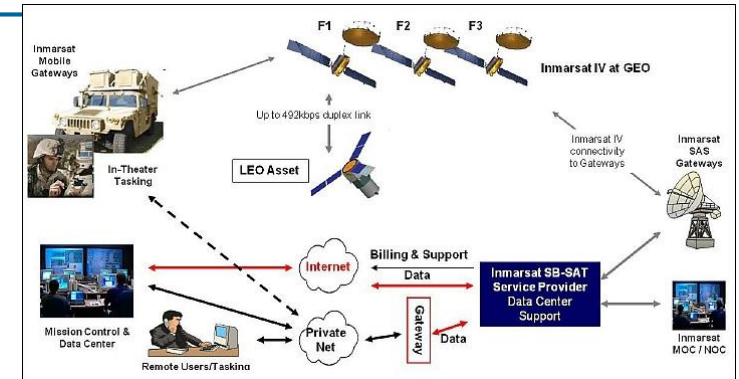
- Concepção, Especificação, Arquitetura e Gerenciamento de Sistemas Espaciais
- Garantia de Missões e de Produto Espaciais
- Sistemas de Bordo de Missões Espaciais
- Sistemas de Solo de Missões Espaciais
- Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais





## CSE - Linhas de pesquisa

# Concepção, Especificação, Arquitetura e Gerenciamento de Sistemas Espaciais



- Esta linha de pesquisa visa capacitar profissionais para conceber e especificar sistemas espaciais assegurando o cumprimento de seus objetivos de missão, bem como aperfeiçoar e padronizar os métodos e procedimentos próprios à Engenharia de Sistemas, buscando a autonomia tecnológica nacional no desenvolvimento de satélites de interesse do país. Esta linha de pesquisa visa: (a) Propor, conceber, analisar a viabilidade e especificar sistemas espaciais de forma a assegurar o cumprimento de seus objetivos de missões; (b) Aperfeiçoar e padronizar métodos e procedimentos próprios à engenharia de sistemas, estabelecendo metodologias para otimização das atividades de gerenciamento e execução de projetos de sistemas espaciais; (c) Aplicar a Engenharia de Requisitos e de Especificações no nível de sistema e de subsistema dos segmentos espacial e solo dos cursos em curso; (d) Elaborar estudos de análise de missão, de controle de órbita e atitude, de arquiteturas mecânica, térmica, elétrica e de telecomunicações e de verificação de sistemas espaciais, e concepção e definição de sistemas de solo, desde a fase de concepção até a operação em órbita e (e) Gerenciamento de projetos espaciais.

## CSE - Linhas de pesquisa

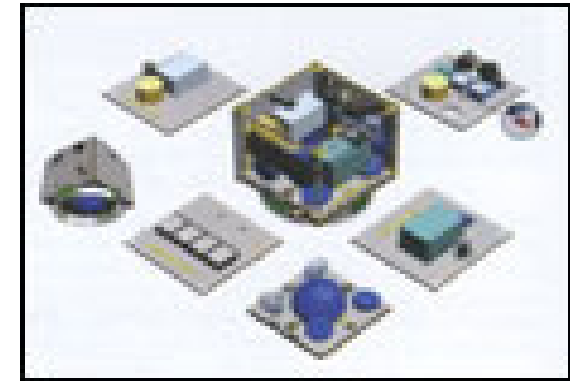
# Garantia de Missões e de Produto Espaciais



- Esta linha de pesquisa abrange tópicos visando: (a) Organizar, coordenar, controlar e avaliar as atividades de gerenciamento da configuração, confiabilidade, segurança, garantia da qualidade (hardware e software) e de partes (elétricas, eletrônicas, eletro-mecânicas e mecânicas), materiais e processos aplicados aos projetos e cursos espaciais de engenharia do INPE; (b) Elaborar requisitos e planos de garantia do produto, de controle de documentação técnica e de configuração; (c) Gerenciar a documentação técnica e da configuração no âmbito dos projetos e cursos espaciais; (d) Normalizar as técnicas e os procedimentos para preparação e controle de processos, de documentos técnicos e de testes; (e) Qualificar novos processos, partes mecânicas, eletro-mecânicas e eletro-eletrônicas e materiais para projetos e cursos espaciais e (f) Auditar as atividades de garantia do produto.

## CSE - Linhas de pesquisa

# Sistemas de Bordo de Missões Espaciais



- Esta linha de pesquisa abrange tópicos relacionados à Eletrônica Aeroespacial e Software Embarcado realizando pesquisa e desenvolvimento de tecnologia em eletrônica e em engenharia de software aplicados à área aeroespacial, abrangendo as áreas de Eletro-óptica, Supervisão de Bordo, Suprimento de Energia e Telecomunicações. Os cursos de satélites do INPE fornece subsídios para o gerenciamento e/ou o desenvolvimento de subsistemas e de equipamentos de qualificação espacial, assim como para a realização de projetos de desenvolvimento em tecnologia de ponta de interesse das atividades espaciais brasileiras. Na área de Engenharia e Tecnologia Espaciais, esta linha de pesquisa visa o desenvolvimento de plataformas espaciais e de suas cargas úteis, de manutenção e de modernização de infra-estrutura e das vias de implementação de uma política industrial para o setor aeroespacial brasileiro.

## CSE - Linhas de pesquisa

# Sistemas de Solo de Missões Espaciais



- Esta linha de pesquisa foca-se nos seguintes tópicos: (a) Desenvolvimento do segmento solo de satélites, levantamento de recursos necessários para as missões, especificação de Interfaces do Segmento Solo, especificação dos Sistemas do Segmento Solo e de sua Rede de Comunicação de Dados, Capacitação em Projeto, Gestão e Administração de Redes de Dados para centros de controle e de missão e para estações terrestres; (b) Software Rastreo e Controle de Satélites, projeto, desenvolvimento, testes, validação e integração, Confiabilidade e Qualidade de Software em Sistemas Espaciais, Simuladores de Satélites e (c) Eletrônica de Sistemas de Solo.

## CSE - Linhas de pesquisa

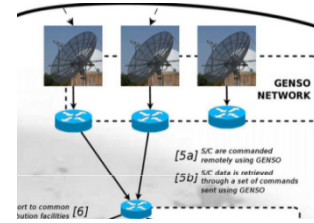
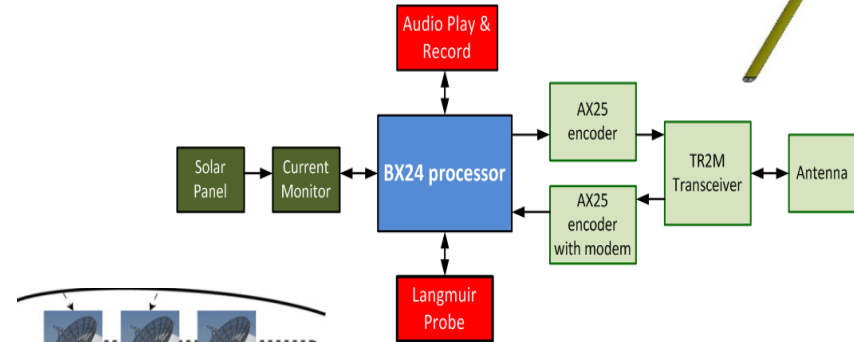
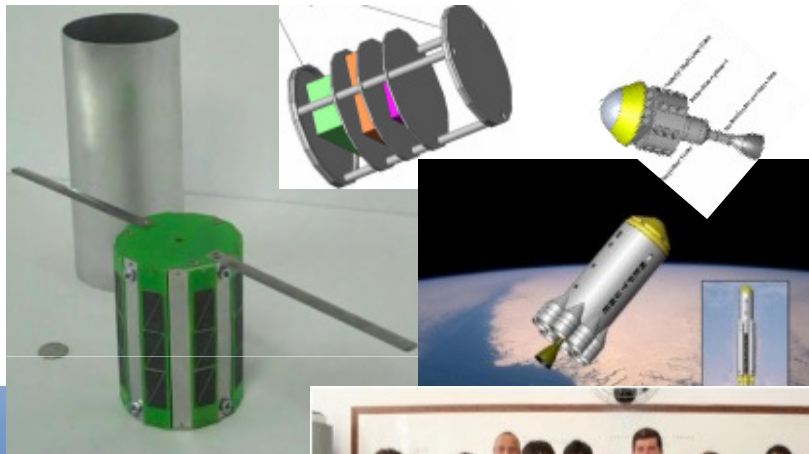
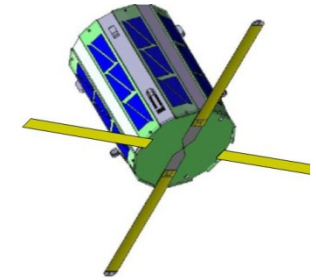
# Modelagem e Simulação de Sistemas Espaciais



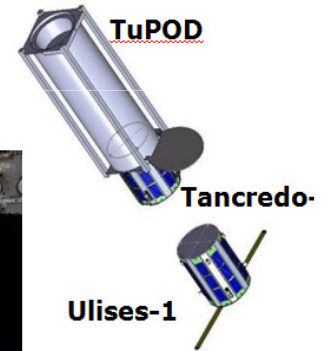
- Esta linha de pesquisa abrange tópicos em simulações computacionais visando análise de trade-offs, cenários, viabilidade, projeto, de sistemas e de subsistemas para Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais.



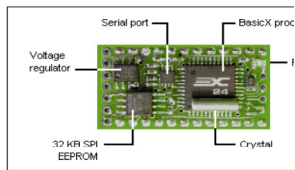
# Nanosatélites Estudantis



2015

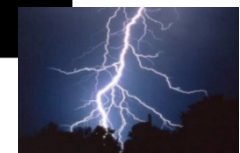
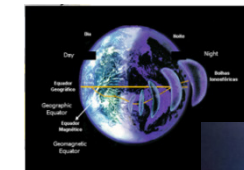
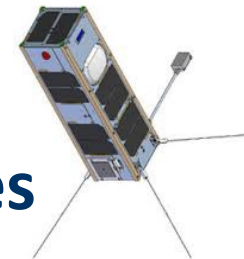


BX-24 computer



Application	↔	COM / COMX
Presentation		
Session		
Transport		
Network		
Data Link	↔	AX25
Physical	↔	Mx909 / Radio

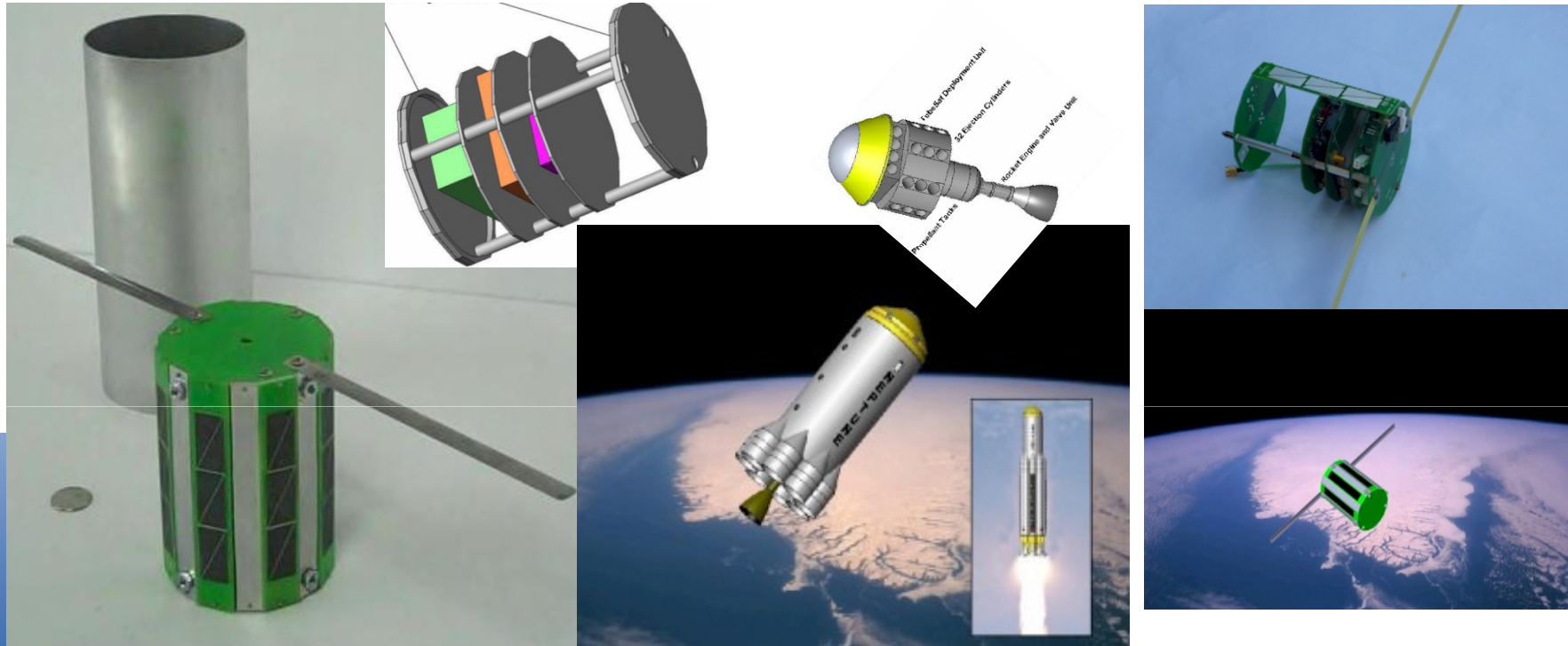
- P&D&I em Pico & NanoSatélites
- O Projeto UbatubaSat & STEM





# A Plataforma Tubesat Original

[http://www.interorbital.com/TubeSat\\_1.htm](http://www.interorbital.com/TubeSat_1.htm).

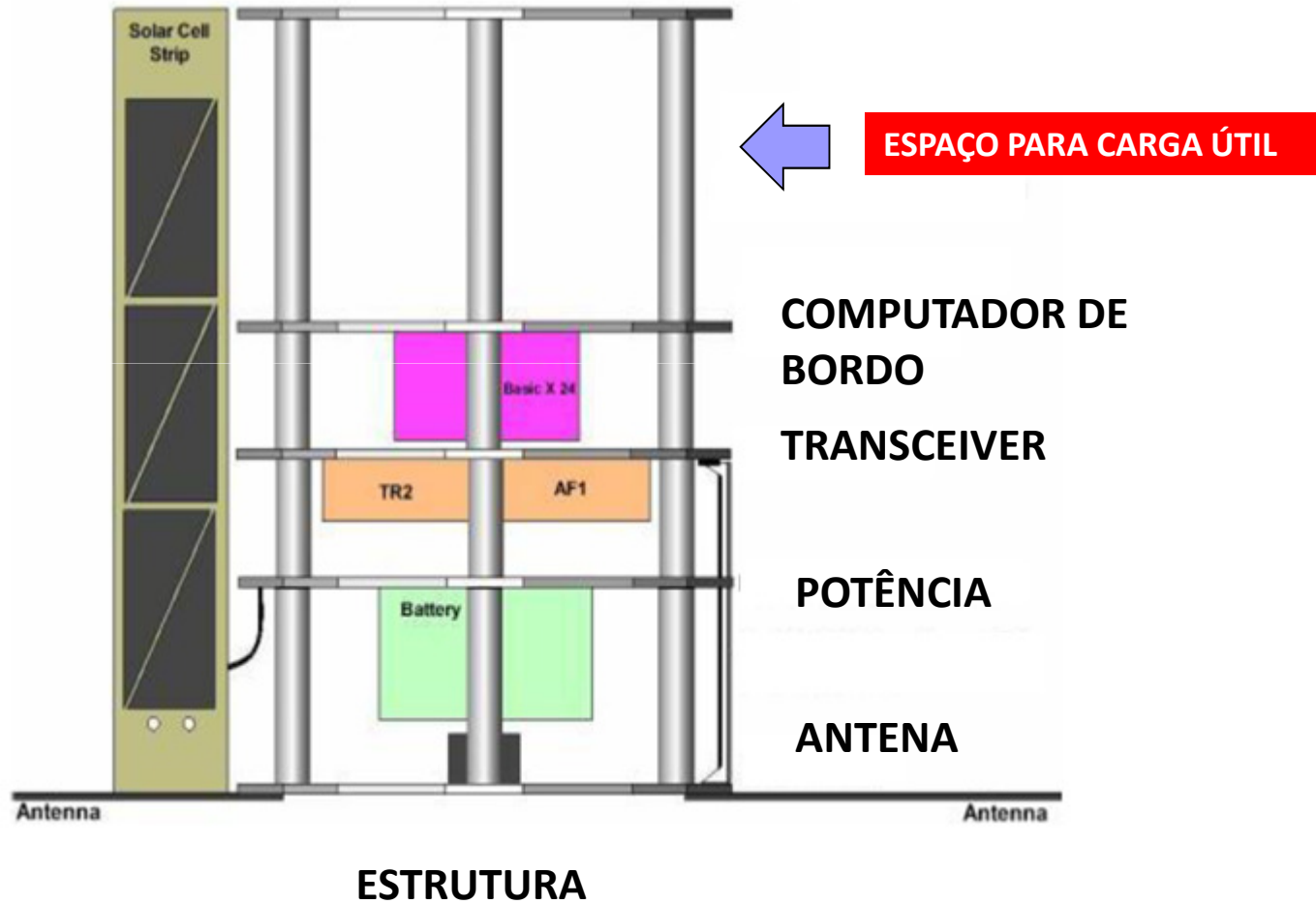


- O Tubesat é um picosatelite de 750 gramas.
- Ele irá orbitar a Terra a aprox. 300 a 400 Km de altitude.
- Reentrará na atmosfera em aprox. 90 dias,

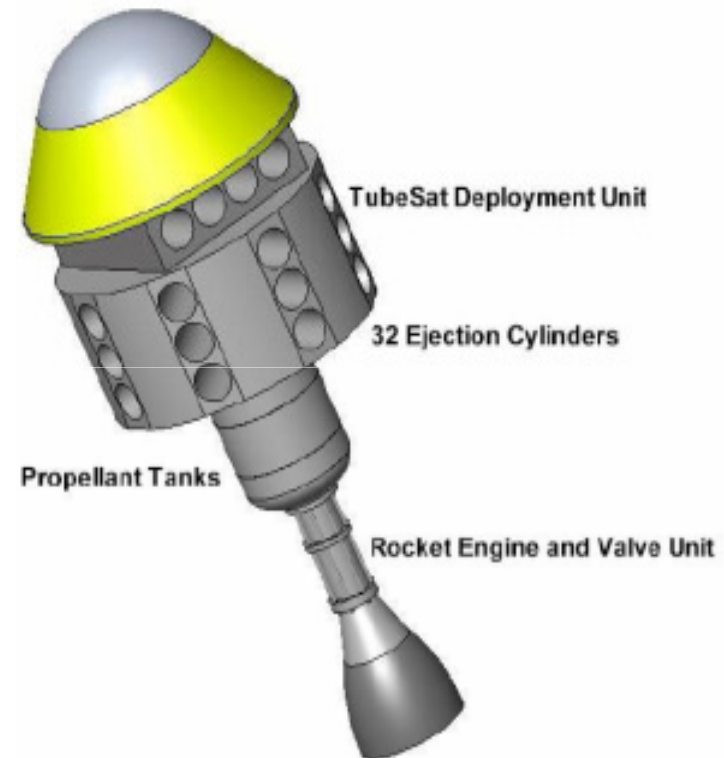


# O Tubesat em Detalhes

## PANEL SOLAR



# O Lançador Original da InterOrbital Systems - IOS [http://www.interorbital.com/TubeSat\\_1.htm](http://www.interorbital.com/TubeSat_1.htm).



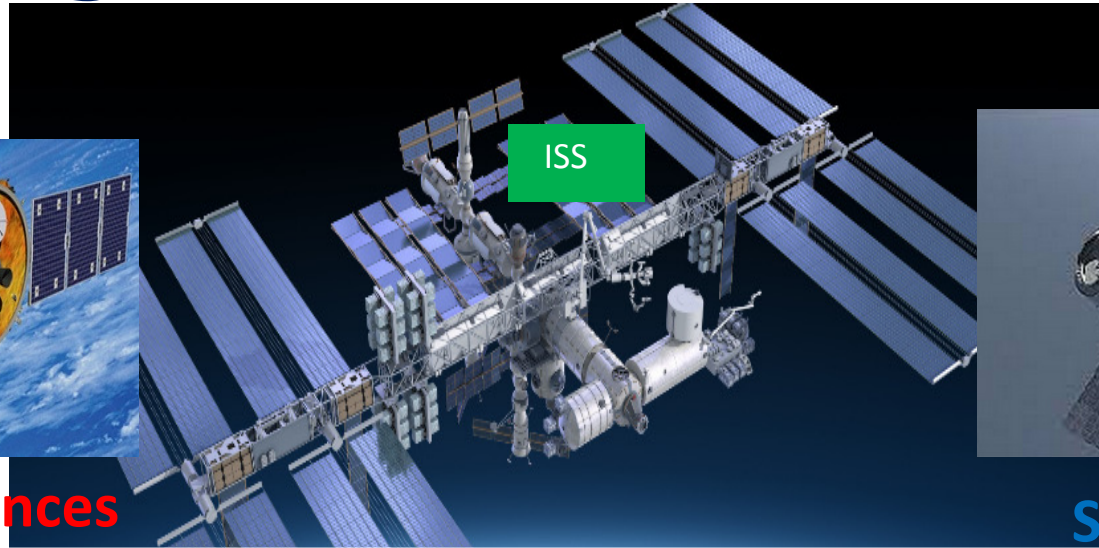
- O Lançador Neptune esta ainda em desenvolvimento

# Entrega do Pico satelite



Cygnus

Orbital Sciences



ISS



Dragon

Space X



Antares



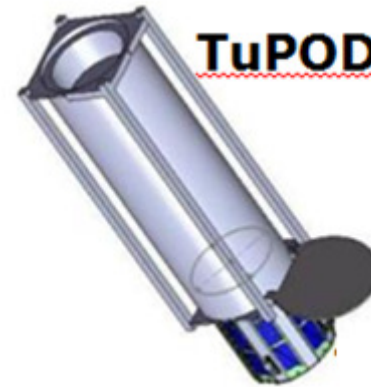
2016



Falcon 9

# Entrega do Pico satelite

2016

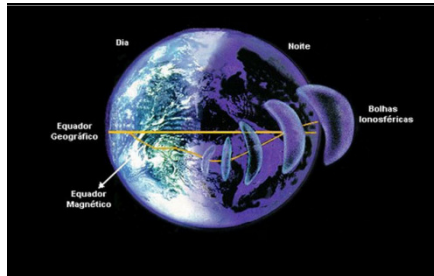
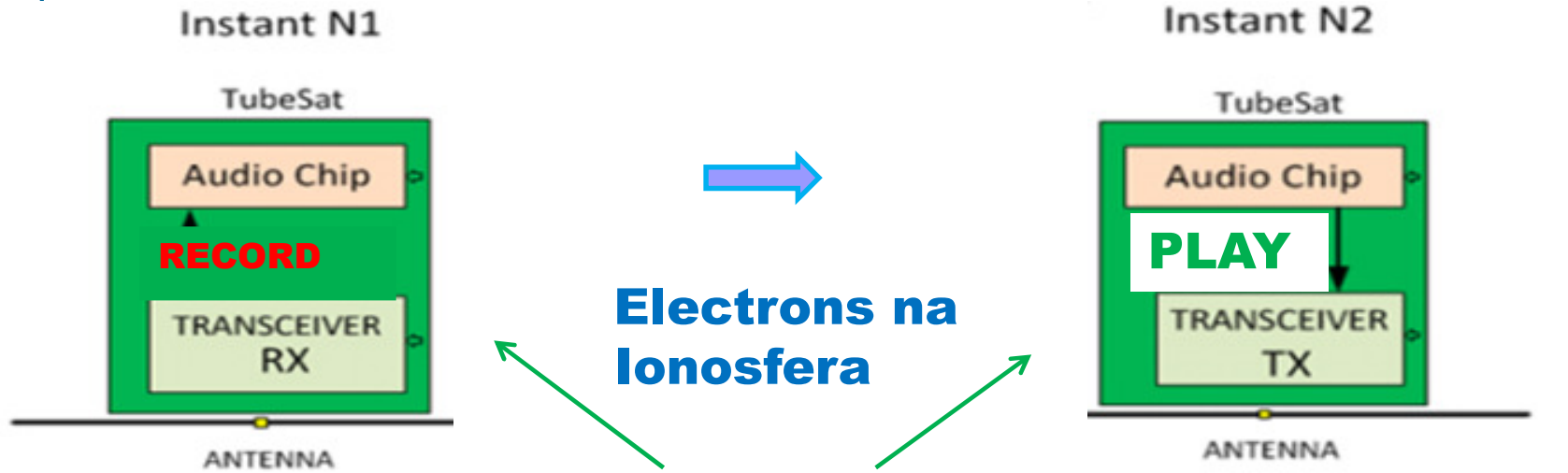


Tancredo-1





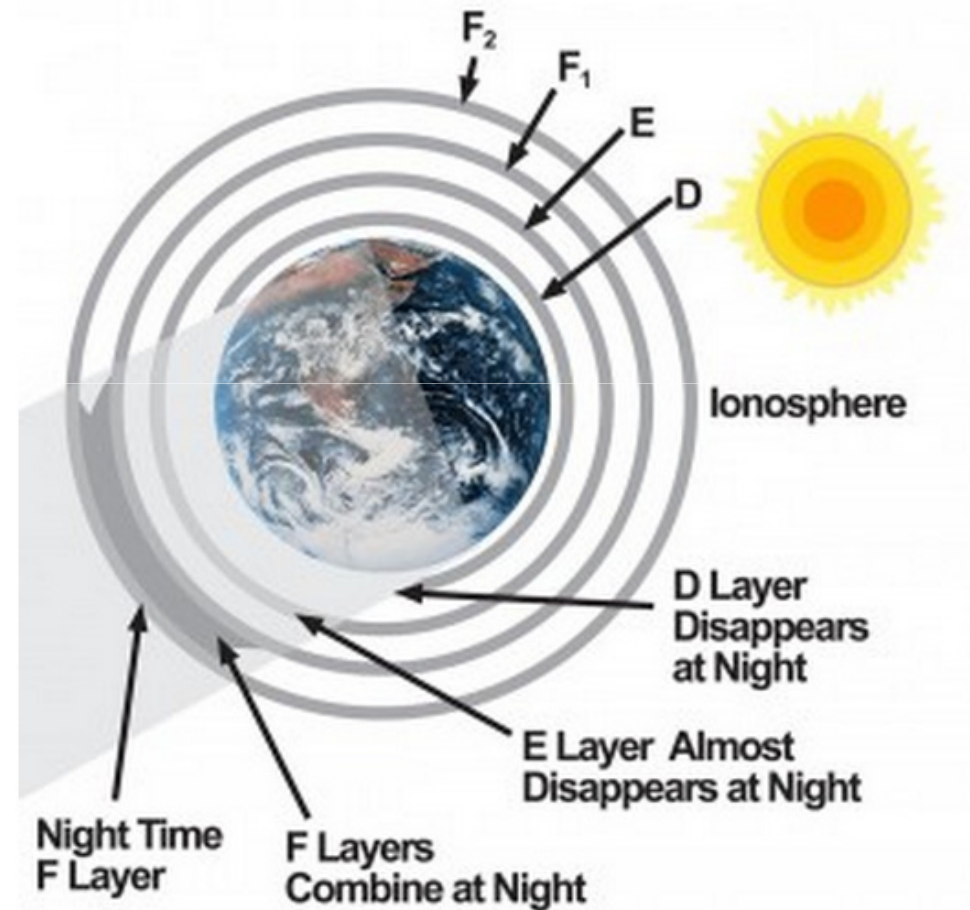
# UbatubaSat - Conceito Operacional



AMATEUR RADIO 1  
**Radio-Amador 1**

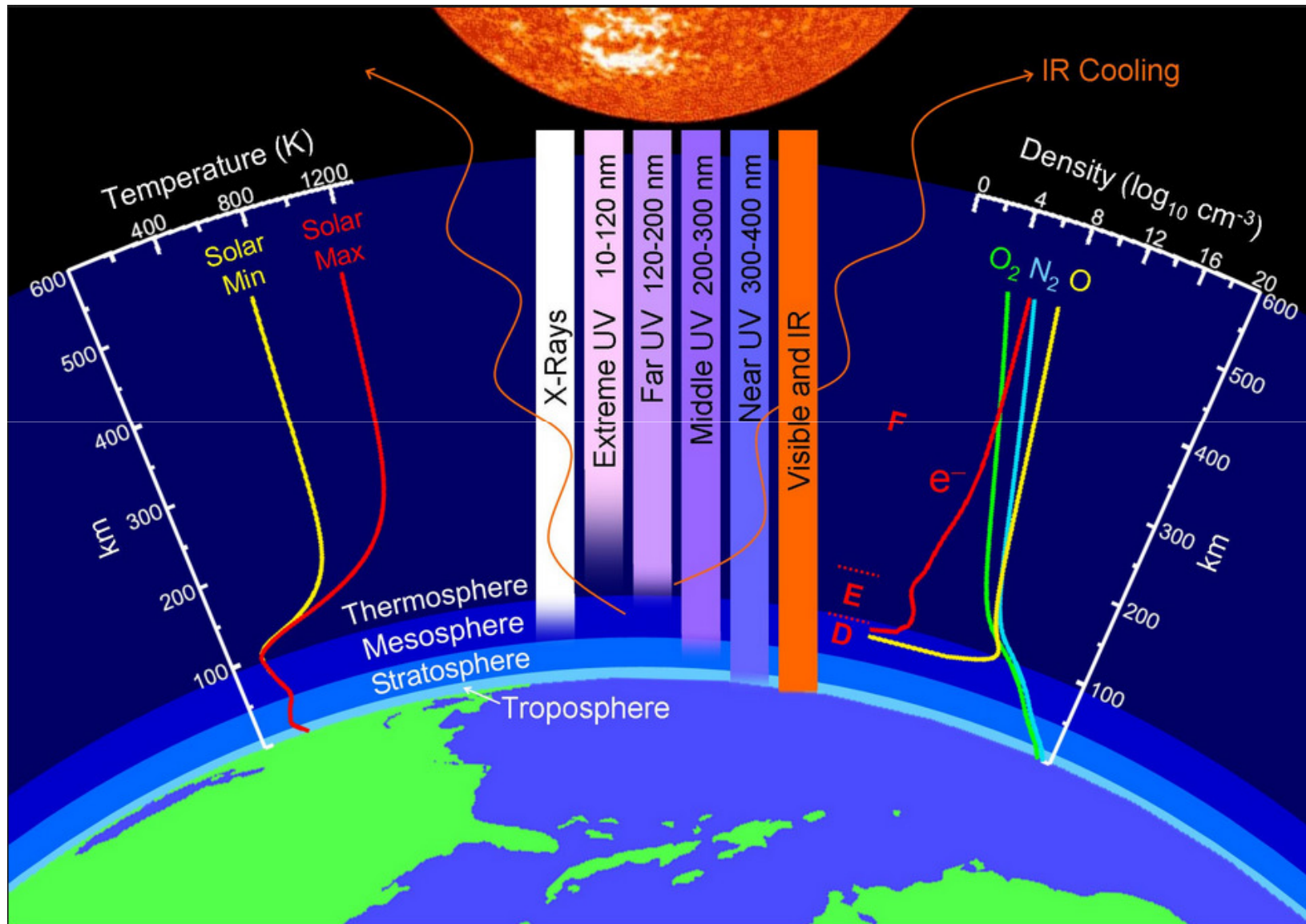
AMATEUR RADIO 2  
**Radio-Amador 2**

# Camadas da Ionosfera

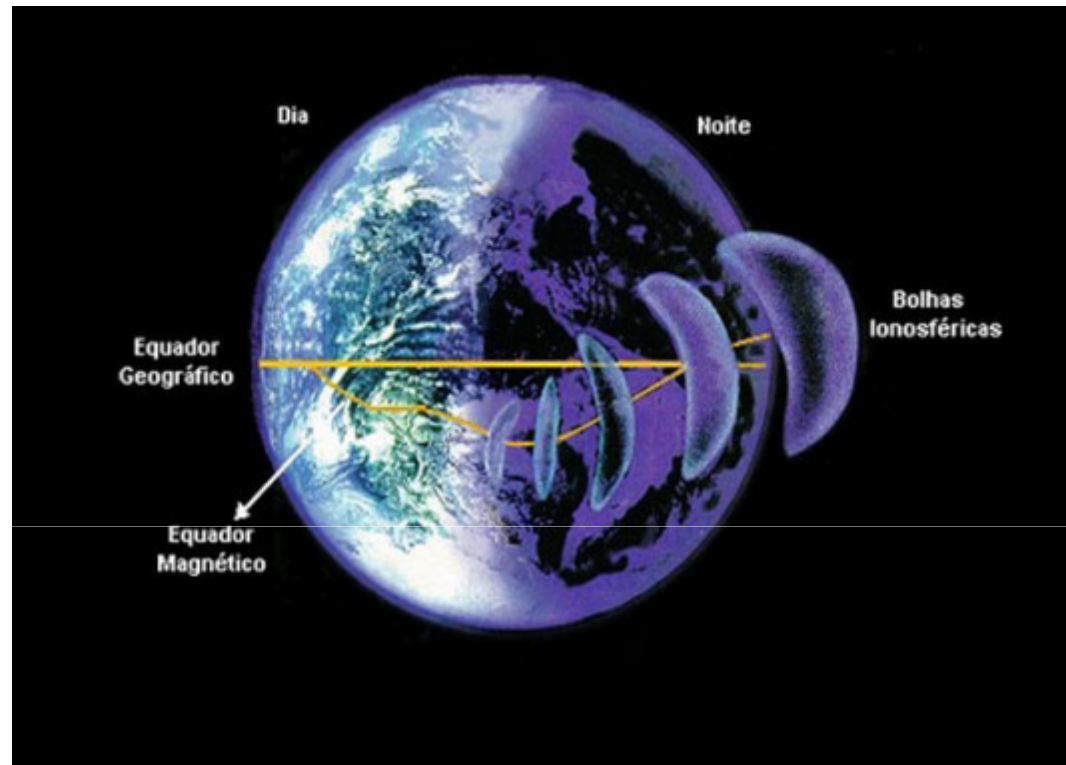


*Courtesy NASA.*

# Camadas Superiores da Atmosfera Terrestre



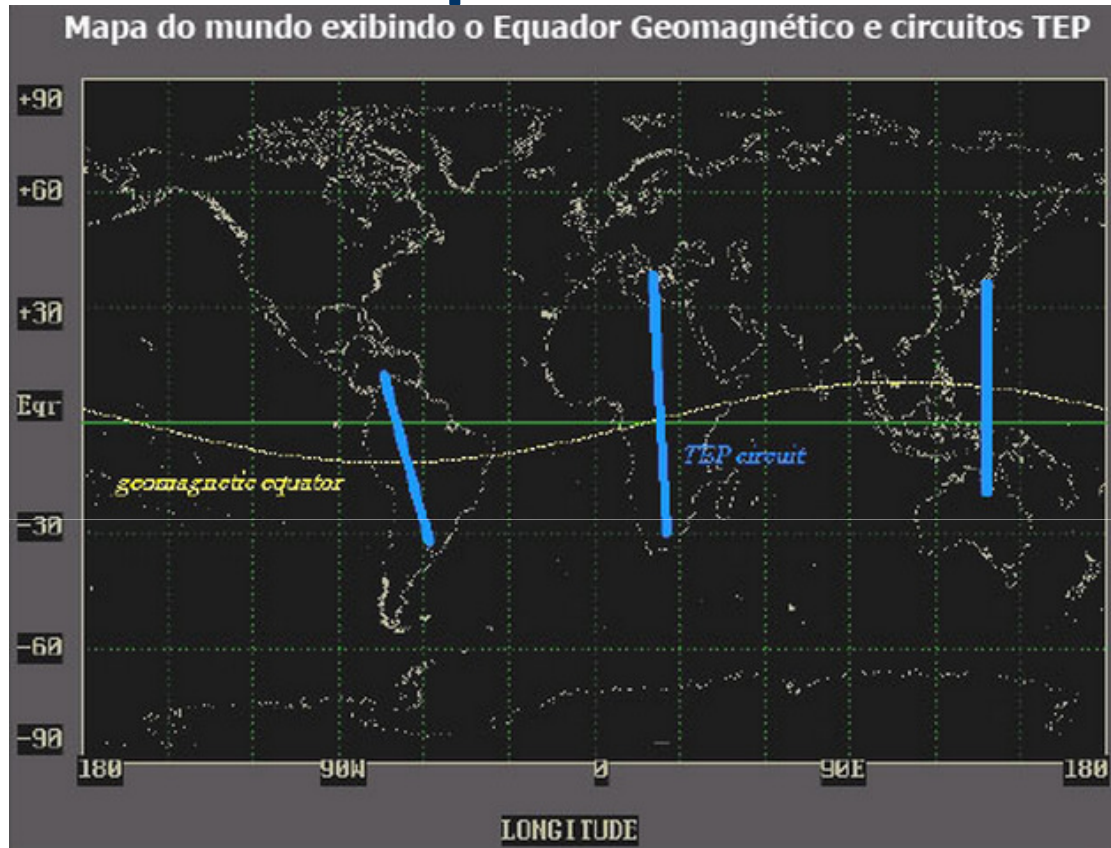
# Bolhas Ionosféricas



**Elas se formam logo após o pôr do sol e aumentam de tamanho, à medida que se deslocam para o leste tomando dimensões transequatoriais.**



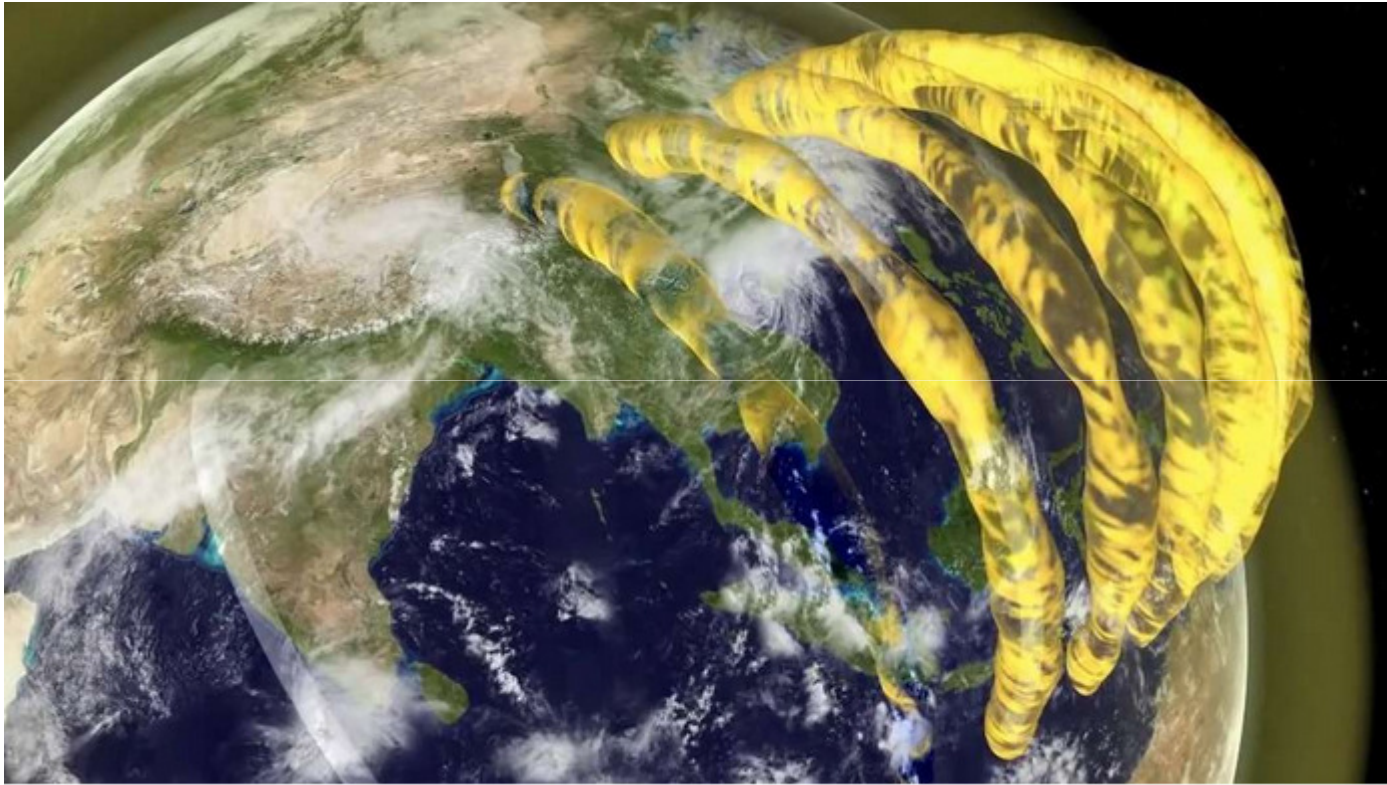
# Circuitos Transequatoriais



**As bolhas se deslocam para leste, acompanhando o equador magnético terrestre.**

Fonte: INPE

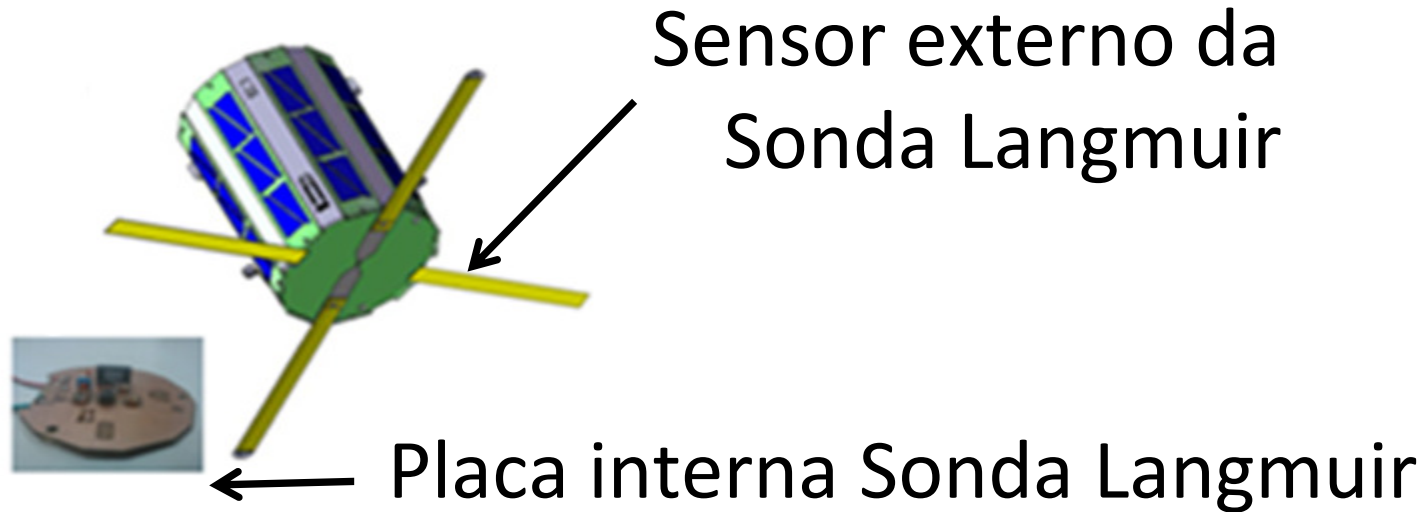
# Bolhas Ionosféricas



Source: [The University of Sydney](https://www.youtube.com/watch?v=ymZEOihldU)

<https://youtu.be/ymZEOihldU>

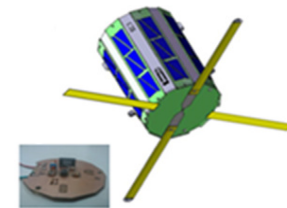
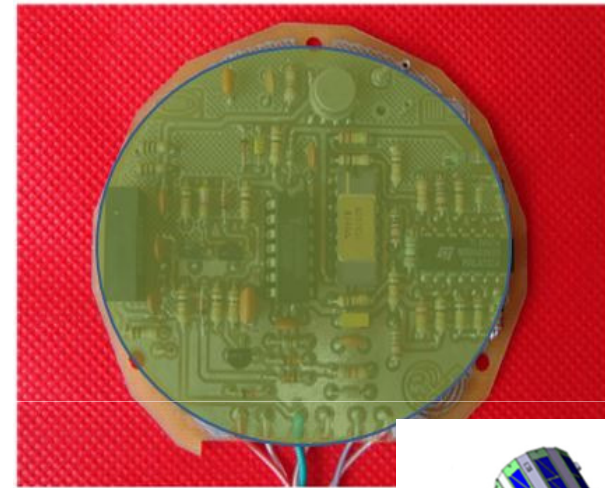
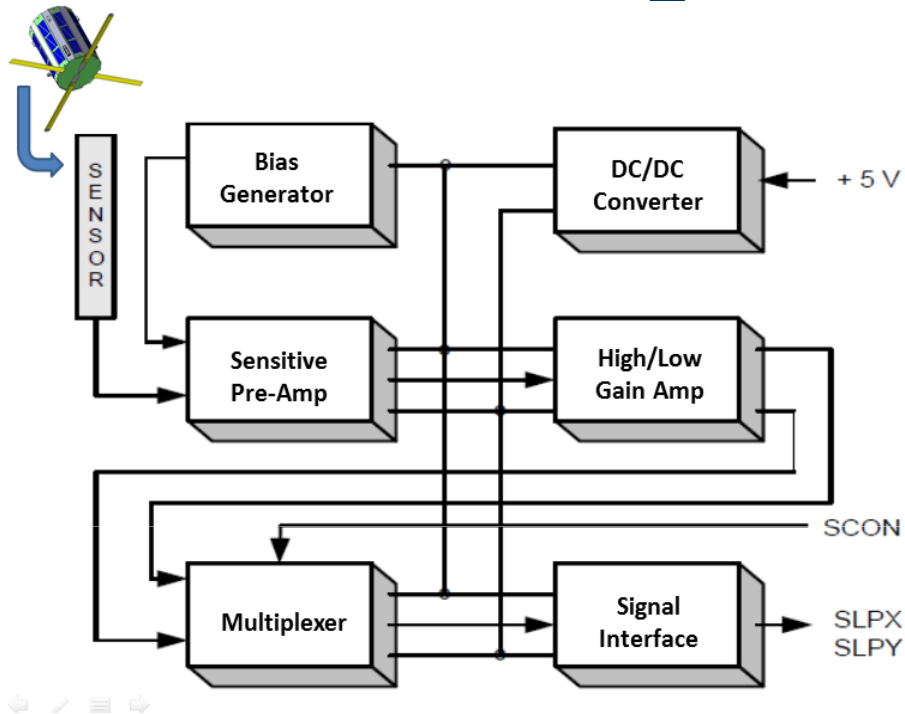
## Sonda de Langmuir



Ajuda a investigar o mecanismo de geração de bolhas de plasma

Mede a densidade de electrons e a distributibuição espectral de irregularidades em plasma.

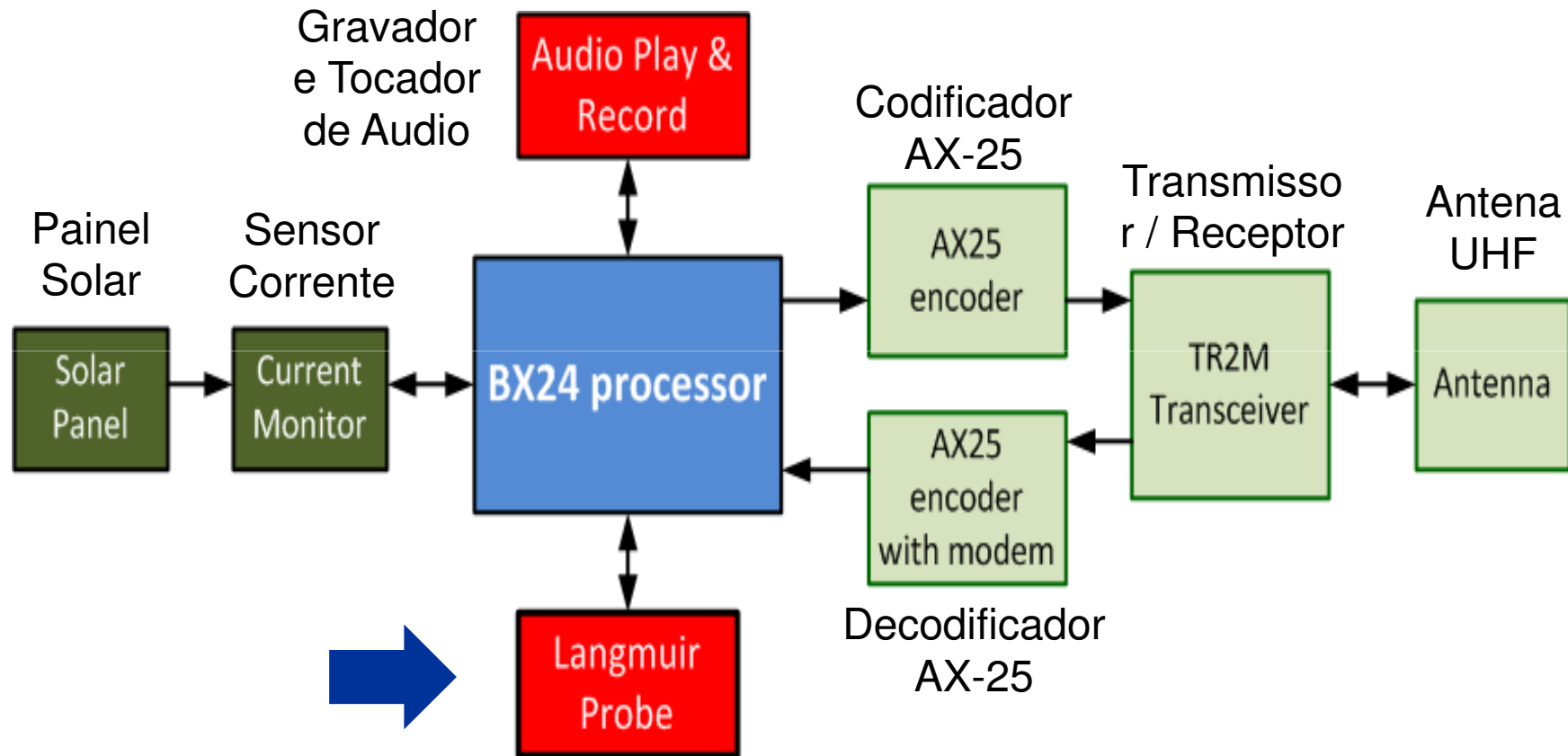
# A Sonda de Langmuir Simplificada (SLP)



- A sonda de Langmuir do INPE é mantida num potencial positivo com relação ao resto do satélite. A corrente é coletada por um sensor metálico exposto ao plasma ionosférico e mais tarde convertido na densidade numérica de electrons.



# Diagrama em Blocos do UbatubaSat



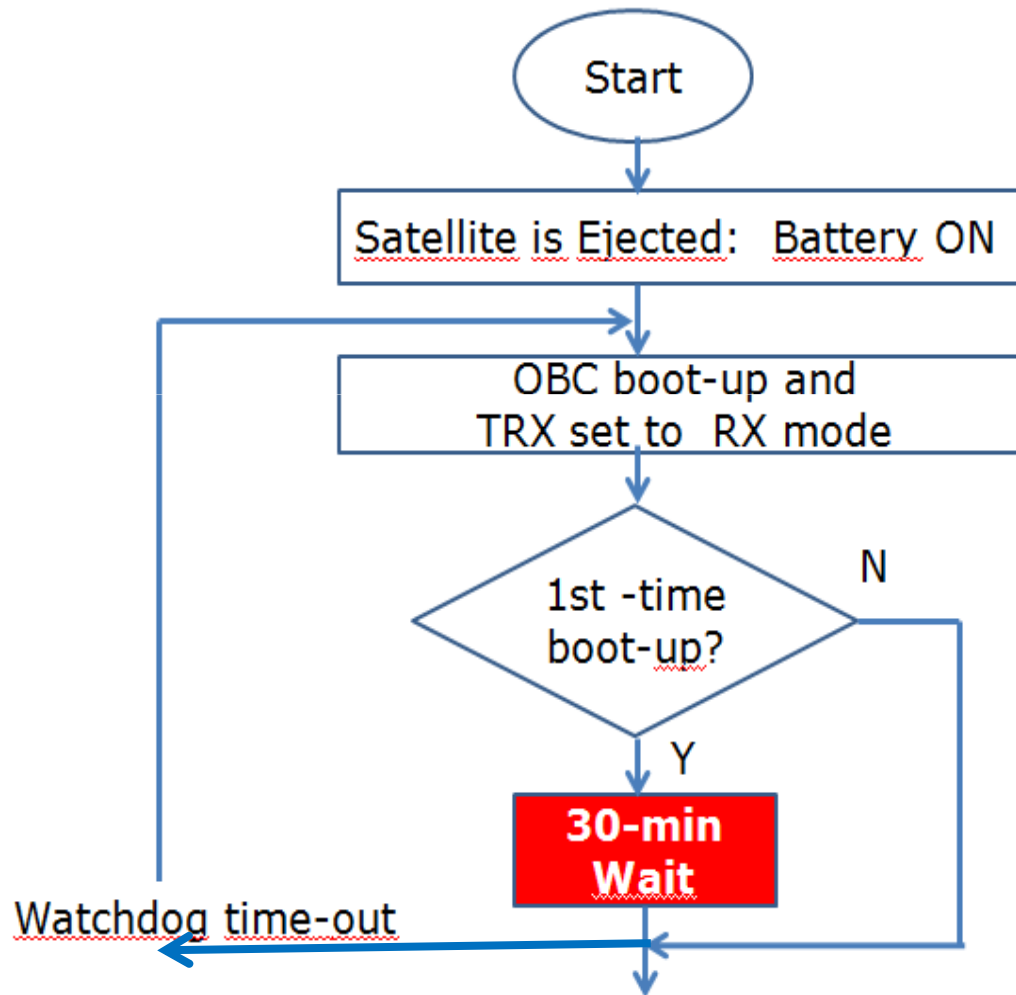
**Com ISS => Requisitos mudam ...**

**Nova Carga Útil => Requisitos mudam ...**

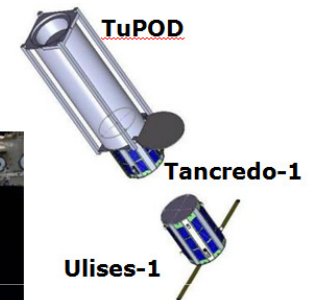
E um re-projeto de tubesat é necessário para o UbatubaSat



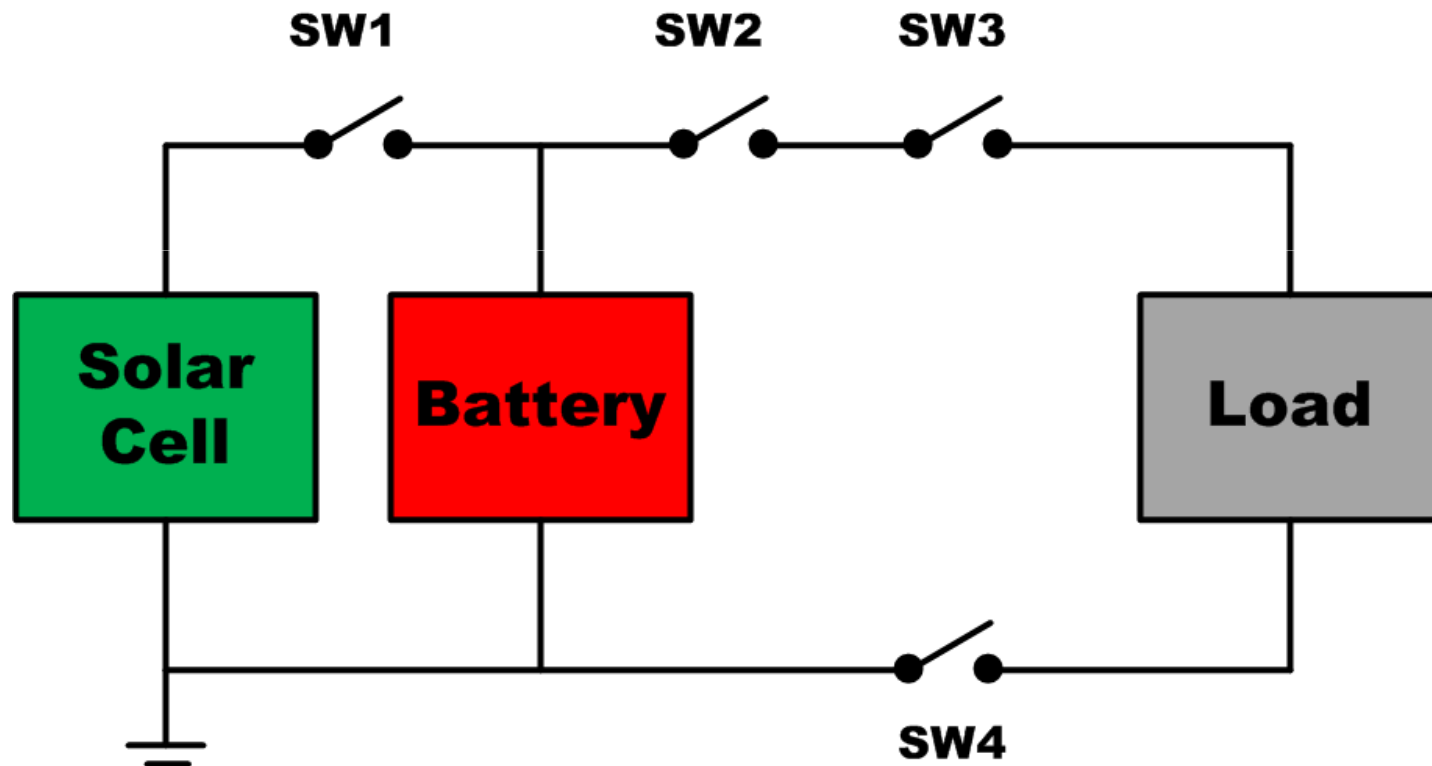
# Seqüência Inicial de Ativação do Picosatelite



2015

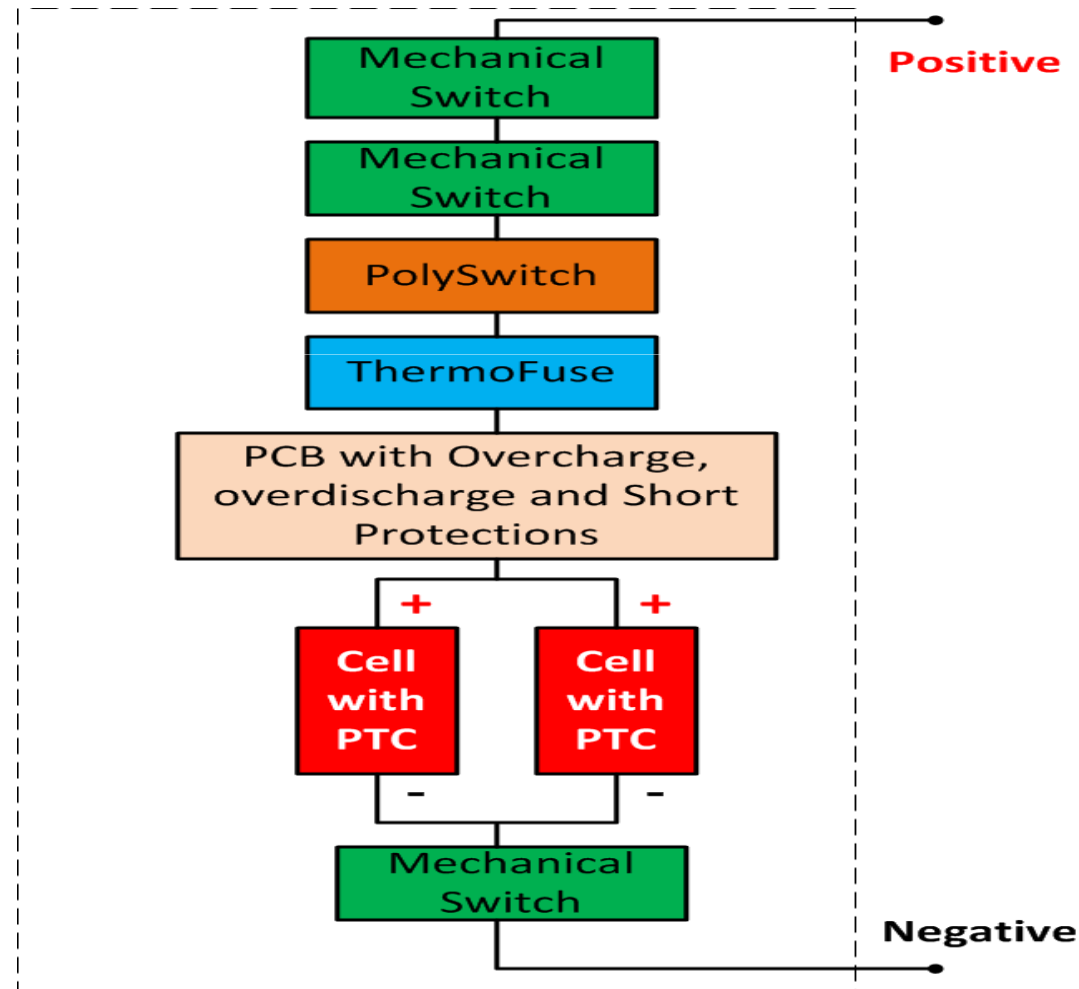


# Adaptação de Chaves de Ativação como Requerido pela JAXA/NASA



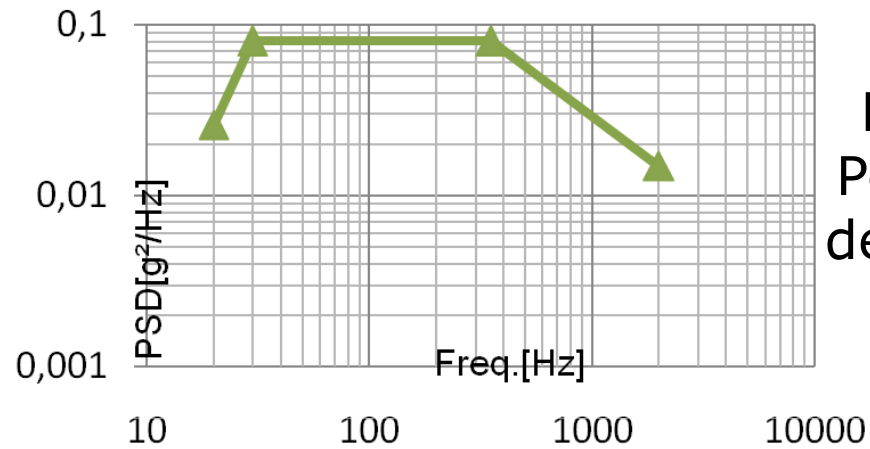
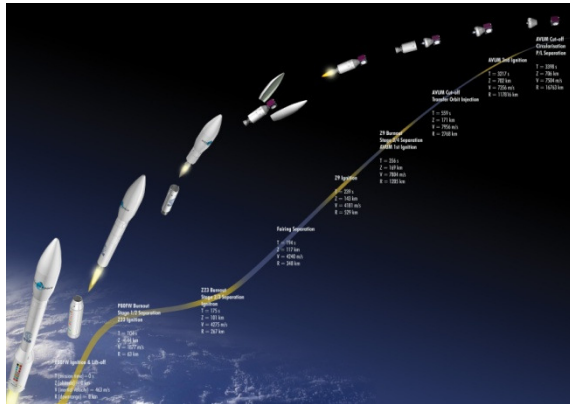


# Seqüência de Proteções para Ativação e Uso do Subsistema de Potência como Requerido pela JAXA/NASA

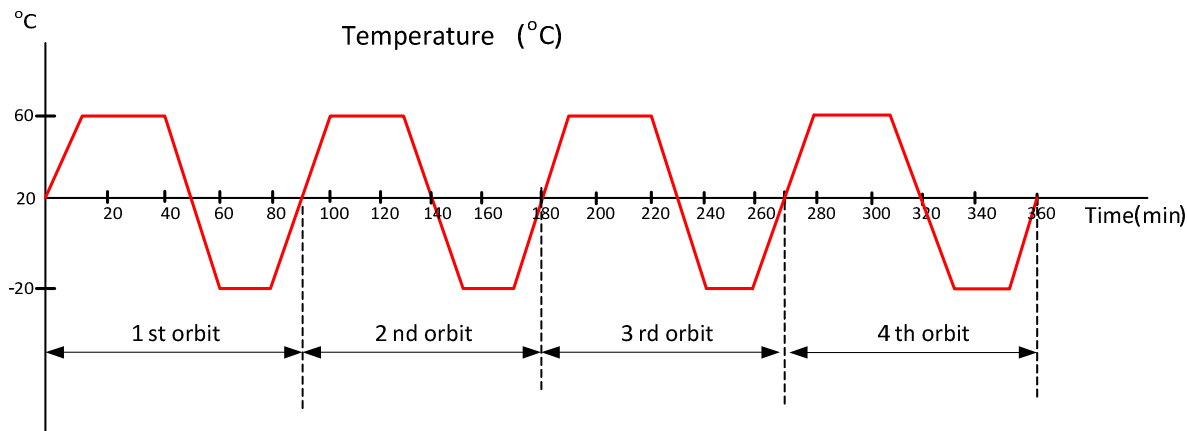




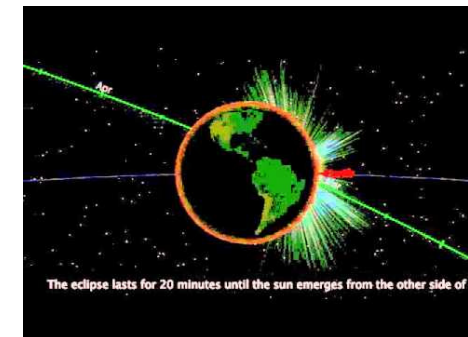
# Requisitos de Testes de Vibração e Thermo-Vácuo



Envelope do Perfil do Teste de Vibração da Bateria

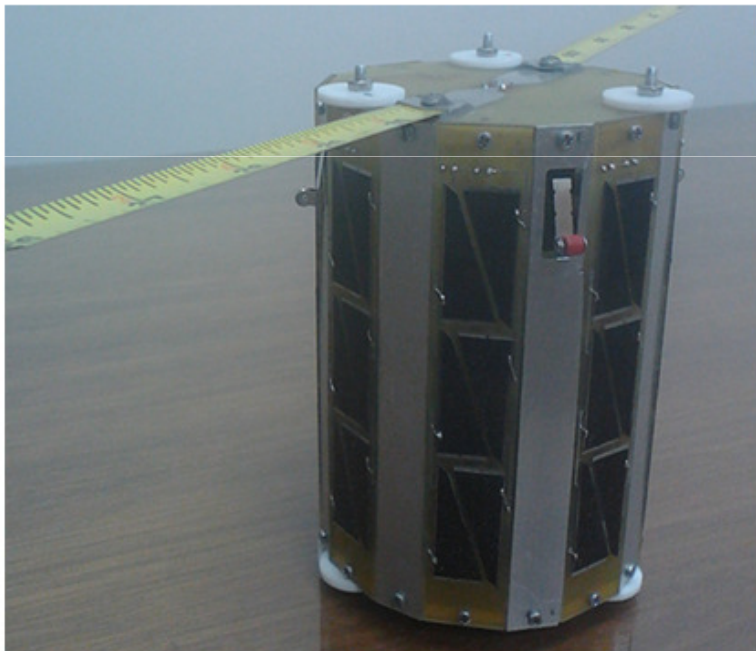


Envelope do Perfil do Teste de Thermo-Vácuo da Bateria



# Model de Engenharia do Tancredo-1

Chaves de Ativação

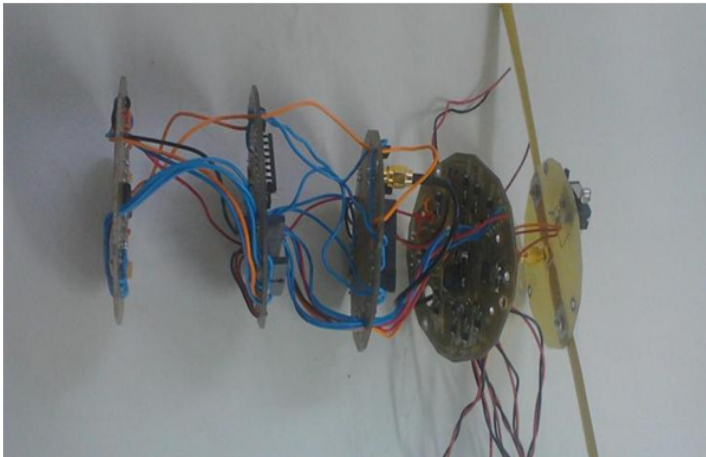
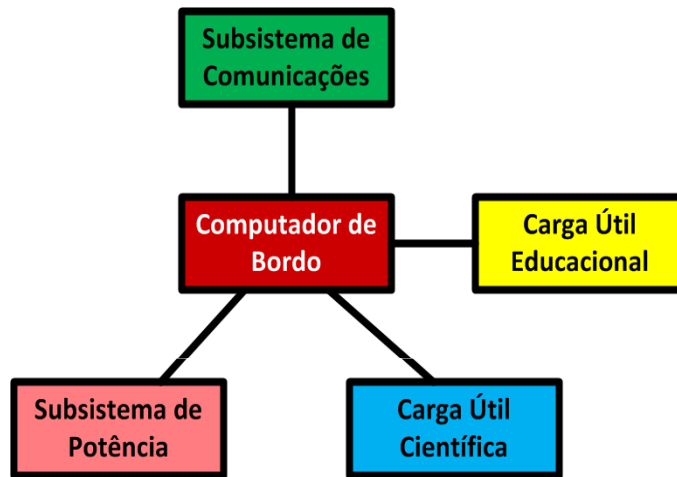


Sonda de Langmuir

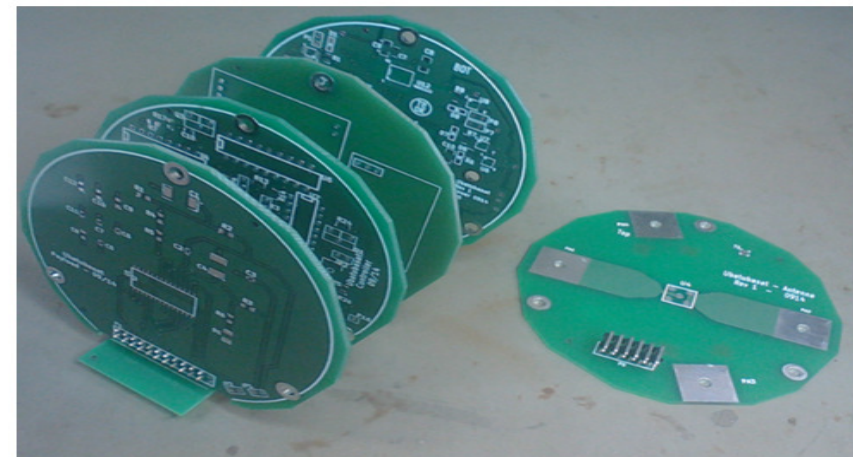
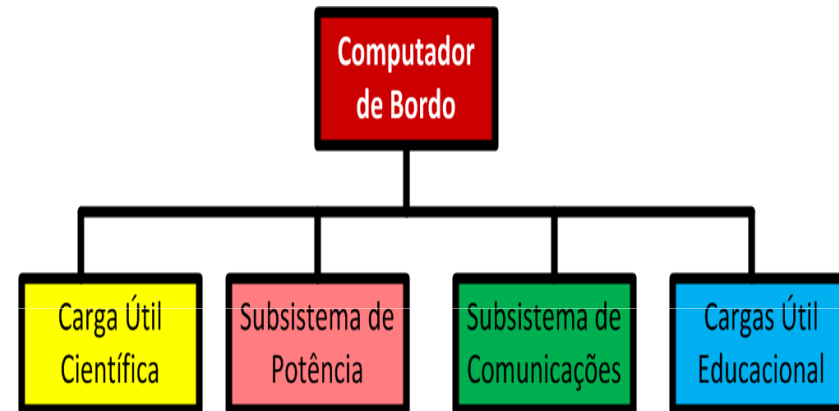


# Mudanças em Inligações...

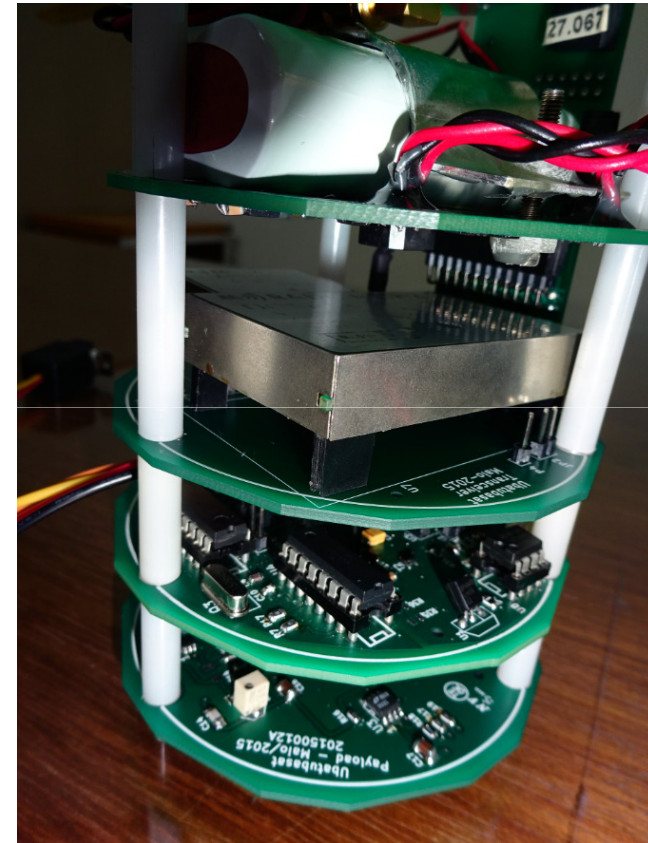
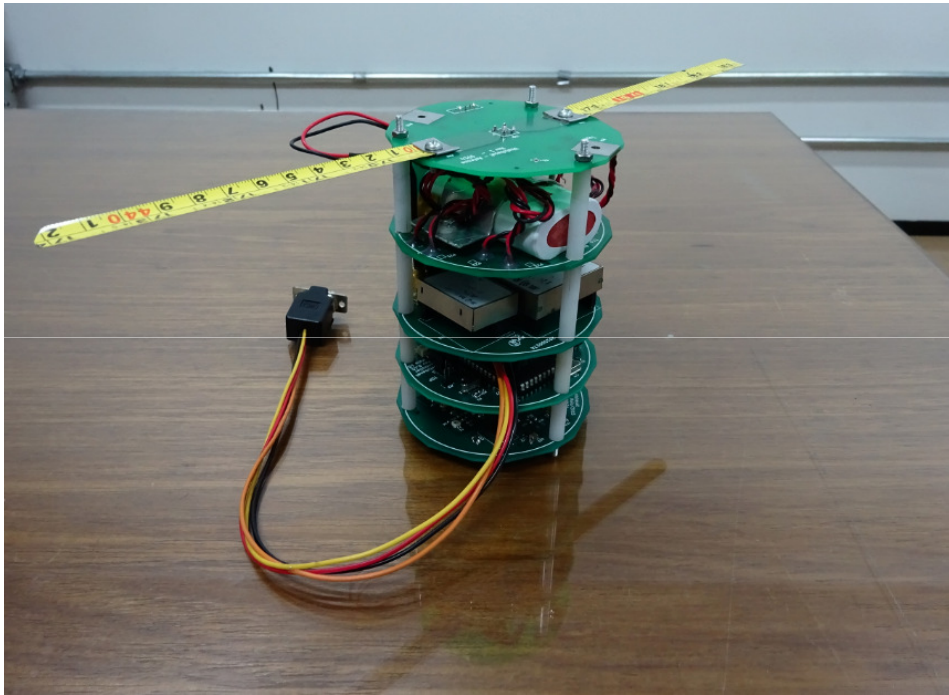
Antes ...



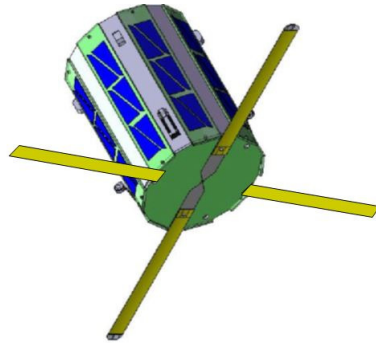
Depois ...



# Resultados

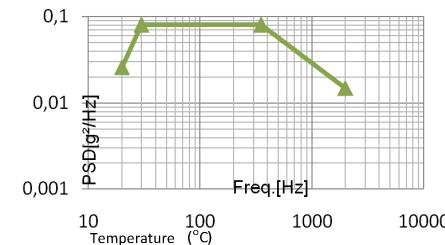


# Futuros Passos ...

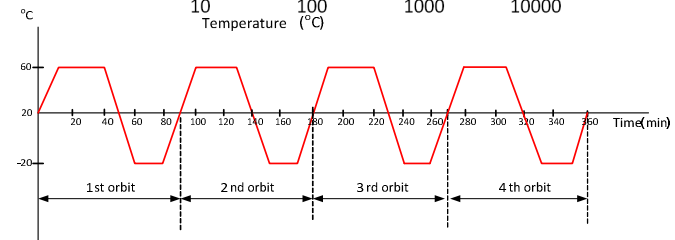


Teste do Modelo de Vôo (MV) com Requisitos da **JAXA/NASA**

- **Teste Vibração MV**

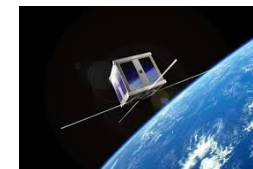


- **Teste Vácuo-Termico MV**



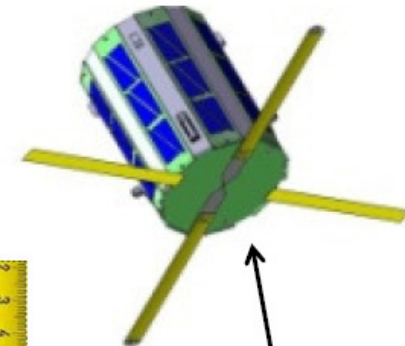
- **Lançamento Estimado no final 2015 ou início de 2016**

- **Migração para uma missão dedicada em CubeSat**



## O Picosat UbatubaSat – Instruções de Montagem

1. Veja como o modelo montado completo fica



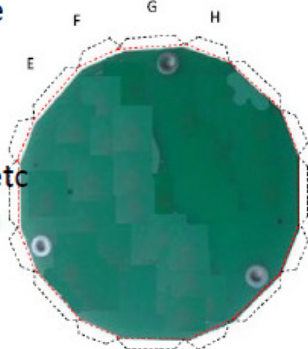
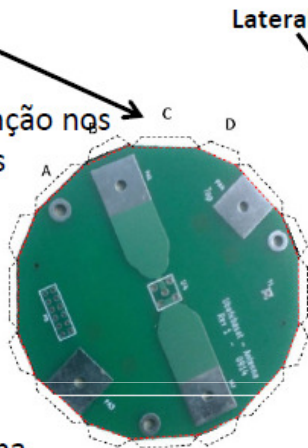
2. Recorte estas abas para colar na lateral do picosat. Preste atenção nos dois tamanhos de abas

3. Recorte o painel solar.

4. Se quiser destacar painéis solares, use uma régua e tesoura para fazer uma dobradura antes de colar painéis no topo e fundo do picosat.

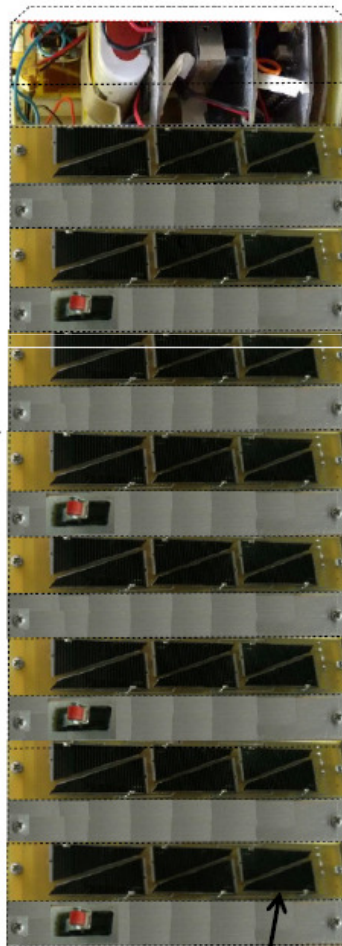
4. No topo, cole em sequência, A, B, C, D, etc e o correspondente na lateral de cima

5. No fundo, cole em sequência, E, F, G, H, etc e o correspondente na lateral de baixo



Lateral de cima

Lateral de baixo



Ant1

Ant2



Ant3

Ant4

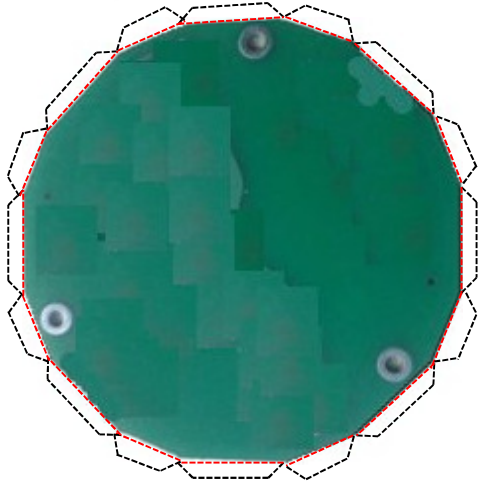
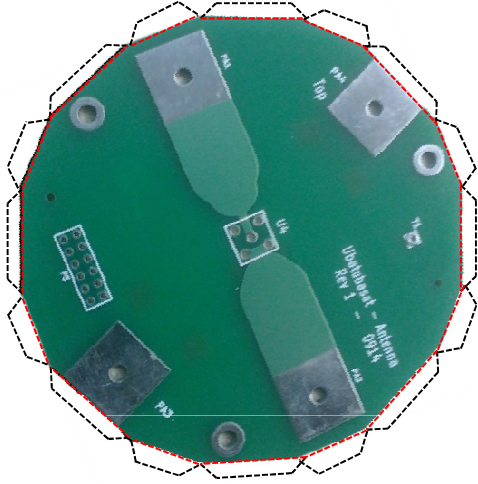
Antenas e dobradura

6. Recorte as antenas e dobre-as, colando para fixa cada metade, vide acima no modelo

7. Cole as 4 antenas no Topo do picosat, vide acima no modelo

8. Divirta-se, esse é o seu picosat!!!

# Modelo do UbatubaSat





MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**Perguntas?**

**Contato:**

**walter.abrahaao @ inpe.br**

**auro.tikami @ inpe.br**

**candidomoura3 @ gmail.com**

