



Ministério da  
**Ciência, Tecnologia  
e Inovação**



## **ESTAÇÃO DE GERAÇÃO, PROCESSAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE.**

Alexsandro Cândido de Oliveira Silva  
Juliana Cestari Lacerda  
Juliana Marino Balera  
Thiago Ferreira Lopes

INPE  
São José dos Campos  
2015

# SUMÁRIO

## 1. INTRODUÇÃO

## 2. ESTAÇÃO DE RECEPÇÃO E GRAVAÇÃO

### 2.1. Forma de Armazenamento

### 2.2. Satélites Rastreados pelo INPE

### 2.3 CBERS

#### 2.3.1 CBERS-1

#### 2.3.2 CBERS-2

#### 2.3.3 CBERS-3

#### 2.3.4 CBERS-4

#### 2.3.5 CBERS-4A

### 2.4 Sistemas MS3, Marlin, Salfish, Swordfish e TerraView

## 3. ESTAÇÃO DE PROCESSAMENTO

### 3.1 Processamento de Imagens

## 4. DISTRIBUIÇÃO:

### 4.1 Aplicativo MapSAT

## 5. Satélites NOAA

### 5.1 Escritório de Operações de Satélite (OSO)

### 5.2 Escritório de Processamento e Distribuição de dados do Satélite ( OSDPD)

## 6. BIBLIOGRAFIA

## 1. INTRODUÇÃO

Entender o mundo e as mudanças por que passamos é uma necessidade básica para a sobrevivência do planeta. E isso só pode ser feito através de informação qualificada.

O Sensoriamento Remoto (SR) teve início com a invenção da câmara fotográfica. Uma das primeiras aplicações do SR foi para uso militar. A grande revolução do SR aconteceu no início da década de 70, com o lançamento dos satélites de recursos naturais terrestres.

A evolução de quatro segmentos tecnológicos principais determinou o processo evolutivo do SR por satélites: a) **Sensores** - São os instrumentos que compõe o sistema de captação de dados e imagens, cuja evolução tem contribuído para a coleta de imagens de melhor qualidade e de maior poder de definição. b) **Sistema de telemetria** - consiste no sistema de transmissão de dados e imagens dos satélites para estações terrestres, e tem evoluído no sentido de aumentar a capacidade de transmissão dos grandes volumes de dados, que constituem as imagens. c) **Sistemas de processamento** - consistem dos equipamentos computacionais e softwares destinados ao armazenamento e processamento dos dados do SR. A evolução deste segmento tem incrementado a capacidade de manutenção de acervos e as potencialidades do tratamento digital das imagens. d) **Lançadores** - consistem das bases de lançamento e foguetes que transportam e colocam em órbita os satélites. A evolução deste segmento tem permitido colocar em órbitas terrestres satélites mais pesados, com maior quantidade de instrumentos e mais recursos tecnológicos.

A evolução do SR é fruto de um esforço multidisciplinar que envolveu e envolve avanços na física, físico-química, química, biociências e geociências, computação, mecânica e etc. Hoje o SR é quase totalmente alimentado por imagens obtidas por meio da tecnologia dos satélites orbitais.

Dentro da Estrutura Organizacional do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) existem diversas coordenações, sendo a Coordenação-Geral de Observação da Terra (OBT) uma destas. A OBT, por sua vez, se subdivide em:

- Divisão de Geração de Imagens - DGI;
- Divisão de Processamento de Imagens - DPI;
- Divisão de Sensoriamento Remoto - DSR

Neste trabalho, portanto, iremos nos focar nos trabalhos realizados na DGI, para assim, podermos explicar sobre a Estação de Recepção e Geração

de Imagens, a Estação de Processamento e, por fim, a distribuição de Imagens de Satélite, conforme ilustradas na Figura 1.



Figura 1: Processo de recepção, geração, processamento e distribuição de Imagens de Satélite

## 2. ESTAÇÃO DE RECEPÇÃO E GRAVAÇÃO

Um importante componente no processo de imageamento não está no céu. São as estações terrestres de recepção de imagens. Elas têm por finalidade receber e armazenar as imagens transmitidas a partir dos satélites. São estrategicamente instaladas em locais adequados à região que se pretende obter imagens (Figura 2).



Figura 2: Estações de Recepção CBERS atuais (linha sólida) e previstas (linhas tracejadas)

A Estação de Recepção e Gravação (ERG) do INPE fica localizada na cidade de Cuiabá - Mato Grosso. As instalações deram início em 1973 (Figura 3). Atualmente são mais de 40 anos de recepção de dados de satélite. A ERG foi a primeira estação terrena na América do Sul e a terceira no mundo (primeira nos Estados Unidos e a segunda no Canadá).

A ERG fica localizada em Cuiabá pelo fato de ser o Centro Geodésico da América do Sul (Figura 3). Apesar de existirem contestações, o local seria o ponto mais equidistante possível de todo o território da América do Sul.



Figura 3: Estação de Recepção e Gravação do INPE em Cuiabá - MT.

Estas estações são constituídas de computadores com softwares específicos, antenas parabólicas direcionáveis, cabos de conexão da antena aos computadores e mesa de controle e operação. O sistema da estação dispõe, de forma antecipada, das informações de horário e posição de órbita. Com base nestas informações a estação posiciona previamente a parabólica para o ponto no horizonte onde o satélite surgirá. Feita a comunicação, o sistema ajusta o sincronismo do movimento e rastreia o satélite.

Os satélites têm a bordo dispositivos de armazenamento temporário dos dados registrados pelos sensores. Os dados analógicos são, posteriormente, transmitidos para estações de recepção terrenas e convertidos para dados digitais, conforme apresentado na Figura 4.

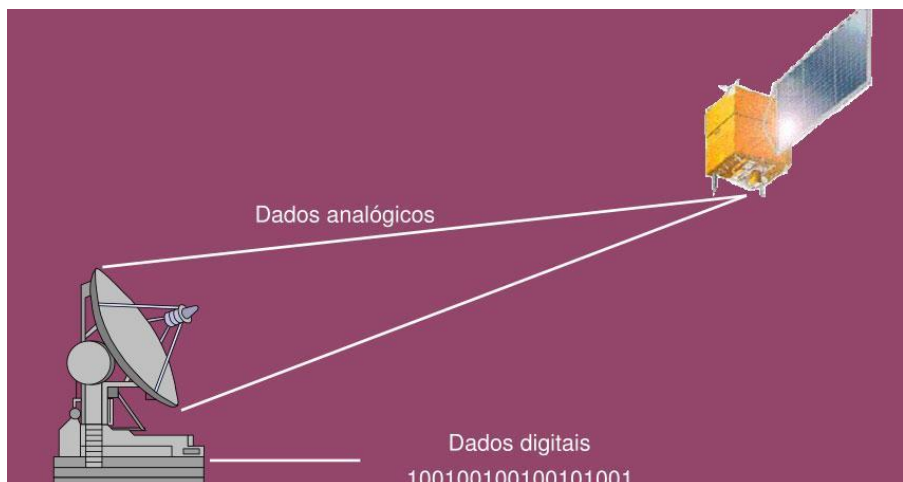


Figura 4: Sistema de recepção.

A melhor recepção dos sinais tem início a partir de uma elevação de 5° acima do horizonte. Durante o rastreamento a estação capta, em tempo real, as imagens transmitidas pelo satélite e as armazena no computador. As imagens são grandes arquivos digitais, por isto os dispositivos de armazenamento devem ter grandes capacidades.

Este recurso possibilita obter imagens de qualquer local do Globo e capturá-las minutos mais tarde em estações de interesse, mesmo que distantes das áreas imageadas.

Os dados brutos são gravados em fitas HDDT e DLT (Figura 5). Anteriormente as fitas eram transportadas para a Estação de Processamento em Cachoeira Paulista - SP através dos correios. Após a instalação da rede de comunicação entre a unidade do INPE em Cuiabá e a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), foi possível transmitir os dados brutos pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa.



Figura 5: Fita HDDT (esquerda) e fita DLT (direita)

# Gravação

## Centro de Dados de SR (CDSR)

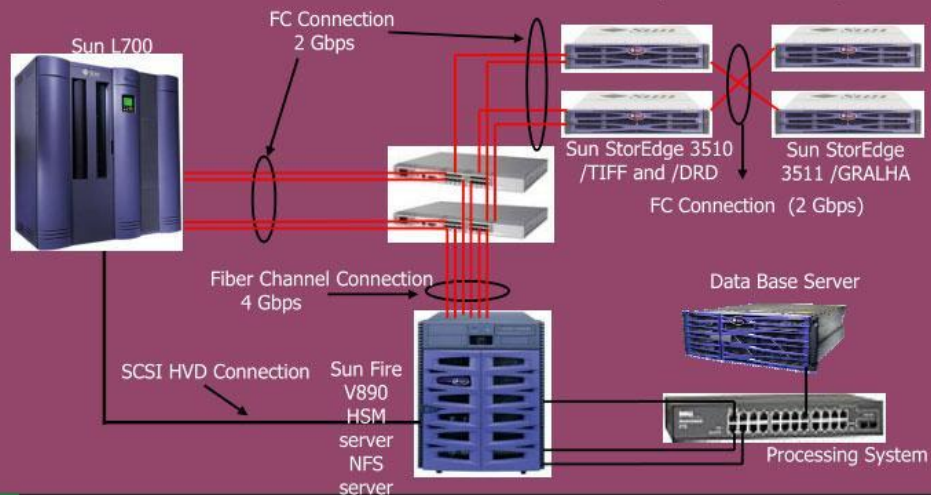


Figura 5: Centro de dados de SR (CDSR)

### 2.1. Forma de Armazenamento

Toda imagem captada pelo sensor, em formato digital, é armazenada em arquivos de computador como qualquer outro arquivo de dados. Frequentemente existem dois arquivos para cada imagem SR, um deles, normalmente de pequena dimensão, destina-se às informações de cabeçalho da imagem, e outro que contém os valores numéricos correspondentes aos pixels da imagem. A este último damos a denominação de imagem digital (figura abaixo). Cada registro deste arquivo corresponde a uma linha da superfície terrestre. Os campos destes registros são todos do mesmo tamanho e correspondem aos pixels. O valor armazenado em cada campo é proporcional à intensidade de radiação eletro-magnética proveniente da parcela da superfície terrestre.



	Coluna									
	1	2	3	...	$i$					
1	39	42	67	54	58	48	40	50	16	13
2	41	37	48	62	53	45	49	11	10	94
3	53	49	50	46	57	51	14	13	86	98
·	59	55	46	50	52	53	15	8	97	100
·	48	54	56	15	12	13	9	91	106	99
·	12	9	13	11	10	9	88	110	95	98
·	15	13	14	96	87	88	106	108	110	105
·	86	90	87	100	115	106	107	103	99	114
Linha $j$	100	106	110	103	110	109	111	115	100	107
	103	116	118	105	102	115	106	118	109	110

Figura 6: Matriz numérica bidimensional que caracteriza uma imagem digital

Um aspecto que deve também ser observado é a dimensão do espaço, normalmente em disco de computador, ocupado por uma imagem. Este espaço tem relação direta com a quantidade de pixel e a quantidade de bandas espectrais das imagens. Por esta razão imagens com pixels de menor dimensão sobrem consequentemente faixas de imageamento mais estreitas, caso contrário, as linhas teriam uma grande quantidade de pixels e consequentemente a imagem poderia ter uma dimensão exageradamente grande. Uma imagem do LANDSAT, por exemplo, cobre uma área de 180km x 180 km, como a dimensão do pixel deste satélite é de 30m, a imagem tem 6000 linhas com 6000 pixels em cada linha. Como a imagem LANDSAT tem 7 bandas espectrais, o espaço total ocupado por uma imagem é  $6000 \times 6000 \times 7 = 252\text{MB}$ .

## 2.2. Satélites Rastreados pelo INPE

Existem várias séries de satélites de SR em operação, entre eles podemos citar: LANDSAT, SPOT, CBERS, IKONOS, QUICKBIRD e NOAA. Os satélites das cinco primeiras séries são destinados ao monitoramento e levantamento dos recursos naturais terrestres, enquanto que os satélites NOAA fazem parte dos satélites meteorológicos, destinados principalmente aos estudos climáticos e atmosféricos, mas são também utilizados no SR.

O sistema LANDSAT (LAND SATellite) foi o primeiro a obter de forma sistemática imagens terrestres sinópticas de média resolução. Desenvolvida pela NASA, a série de satélites LANDSAT iniciou sua operação em 1972.

O sistema SPOT( Systeme Probatoire d'Observation de la Terre) foi planejado pelo governo francês em 1978 com participação da Suécia e Bélgica, e gerenciado pelo Centro Nacional de Estudos Espaciais.

Os satélites meteorológicos da série NOAA ( National Oceanic and Atmospheric Administration) orbitam a uma altitude de 840 Km e coletam dados atmosféricos globais, especialmente sobre as regiões polares.

### **2.3 CBERS**

O programa CBERS(China-Brazil Earth Resources Satellite). Brasil e China possuem extensões continentais, com amplos recursos naturais e vastas regiões remotas, que sofrem contínuas transformações.

O monitoramento diário desses recursos e o acompanhamento da evolução dessas transformações, tanto as naturais quanto aquelas causadas pela ação do homem, são realizados com maior eficiência e economia quando a observação do território é feita a partir do espaço.

Em 6 de julho de 1988, os dois países iniciaram um programa de cooperação para desenvolver satélites de sensoriamento remoto - m esforço conjunto para capacitação na área de Observação da Terra. Esse programa, denominado Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres ou CBERS, prevê o lançamento de cinco satélites.

O CBERS-1, lançado em 14 de outubro de 1999 a partir do Centro de Lançamento de Satélites de Tayuan, China, produziu, ao longo de seus quatro anos de vida, uma valiosa coleção de imagens dos territórios brasileiro e chinês. O segundo satélite, o CBERS-2, foi lançado em 21 de outubro de 2003 da mesma base chinesa e substituiu a operação do CBERS-1. Em 2007 foi lançado o CBERS-2B, o segundo totalmente integrado e testado no INPE. Devido ao sucesso do CBERS-1 e 2, os dois governos decidiram, em novembro de 2002, dar continuidade ao Programa CBERS firmando um novo acordo para o desenvolvimento e lançamento de mais dois satélites, os CBERS-3 e 4. Nesse projeto, a participação brasileira foi ampliada para 50%, o que leva o Brasil a uma condição de igualdade plena com o parceiro chinês. O CBERS-3 foi lançado em 2013 e o CBERS-4 em 2014. O primeiro teste de interface entre subsistemas da carga útil do satélite sino-brasileiro CBERS-4A, que levará a bordo três câmeras, foi realizado em 2015 na China pelos especialistas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST). Os satélites CBERS-3 e 4 representam uma evolução em relação aos satélites CBERS-1, 2 e 2B. As diferenças entre os satélites da primeira geração do Programa CBERS (CBERS-1, 2 e 2B) e os da segunda (CBERS-3 e 4) estão apresentadas no quadro abaixo:

Característica	CBERS 1, 2 e 2B	CBERS 3 e 4
Massa total	1450 kg	2080 kg
Potência gerada	1100 W	2300 W
Taxa de dados	100 Mbit/s	300 Mbit/s
Vida útil projetado	2 anos	3 anos
Participação brasileira	30 %	50 %

*Tabela comparativa entre os satélites CBERS.*

A órbita do CBERS é heliossíncrona, com uma altitude de 778km, perfazendo cerca de 14 revoluções por dia. Nessa órbita, o satélite cruza o Equador sempre à mesma hora local, 10h30, permitindo assim a obtenção das mesmas condições de iluminação solar durante a aquisição de imagens. A capacidade de apontamento lateral da câmera CCD, aliada ao tipo de órbita do satélite, torna possível a obtenção de pares estereoscópicos de uma dada região, com intervalo de três dias entre as duas imagens. São necessários 26 dias para a geração de uma cobertura completa da Terra,

### 2.3.1 CBERS-1

O CBERS-1 (da série China-Brazil Earth-Resources Satellite), foi um satélite de observação da Terra, resultado de um acordo sino-brasileiro, lançado em 14 de Outubro de 1999 a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan por intermédio de um foguete Longa Marcha 4B.

Esse satélite foi projetado e lançado com o objetivo de gerar imagens da superfície da Terra, usando equipamentos de sensoriamento remoto. Essas imagens, podem ser usadas nas mais variadas aplicações, como: agricultura, meio ambiente, recursos hidrológicos e oceânicos, florestas, geologia entre outros.

O CBERS-1 tem o formato de um cubo com 2 m de aresta. Ele possui um único conjunto de painéis solares ligado a uma de suas faces.

O satélite é composto por dois módulos principais:

- O primeiro módulo contém os seus instrumentos de pesquisa e tem instalado 3 câmeras e o repetidor:
  - Câmera Imageadora de Alta Resolução denominada de CCD;
  - Imageador por Varredura de Média Resolução denominado de IRMSS;

- Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada denominado de WFI;
- Repetidor para o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais.
- O segundo módulo contém os equipamentos que asseguram o suprimento de energia, os controles, as telecomunicações e demais funções necessárias à operação do satélite.

O lançamento do CBERS-1, levando o satélite SACI-1 como carga útil secundária, ocorreu sem problemas em 14/10/1999, à 1h15 (horário de Brasília) por intermédio de um foguete Longa Marcha 4B, partindo do Centro de Lançamento de Taiyuan. A liberação do CBERS-1, ocorreu 13 minutos após o lançamento depois da queima dos três estágios do veículo lançador. Depois de confirmada a órbita e a abertura do painel solar, pela estação de recepção de Nanning, a passagem sobre o Brasil ocorreu durante a sétima órbita, por volta das 11h30 do dia 14/10/1999, 10 horas após o lançamento.

### **2.3.2 CBERS-2**

Foi um satélite de observação da Terra, resultado de um acordo sino-brasileiro e tecnicamente idêntico ao seu antecessor, o CBERS-1, foi lançado em 21 de Outubro de 2003 a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan por intermédio de um foguete Longa Marcha 4B.

Foi projetado e lançado com o objetivo de gerar imagens da superfície da Terra, usando equipamentos de sensoriamento remoto. Essas imagens, podem ser usadas nas mais variadas aplicações, como: agricultura, meio ambiente, recursos hidrológicos e oceânicos, florestas, geologia entre outros.

Esse satélite tem o formato de um cubo com 2 m de aresta. Ele possui um único conjunto de painéis solares ligado a uma de suas faces.

O satélite é composto por dois módulos principais:

- O primeiro módulo contém os seus instrumentos de pesquisa e tem instalado 3 câmeras e o repetidor:
  - Câmera Imageadora de Alta Resolução denominada de CCD, com resolução espacial de 20 metros, cinco bandas espectrais, e campo de visada de 113 km. Destina-se à observação de fenômenos ou objetos em escala municipal ou regional englobando aplicações em Vegetação, Agricultura, Meio ambiente, Água, Cartografia, Geologia e solos, e Educação. Imagens de uma mesma região são obtidas a cada 26 dias;
  - Imageador por Varredura de Média Resolução denominado de IRMSS, tem três bandas espectrais, com 80 metros de

resolução espacial, mais uma banda na região do infravermelho termal com 160 metros. A câmera IRMSS além das aplicações da Câmera CCD, presta-se à análise de fenômenos que apresentem alterações de temperatura da superfície, à geração de mosaicos estaduais e à geração de cartas-imagens;

- Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada denominada de WFI, que pode imagear grandes extensões territoriais, de mais de 900 km;
- Repetidor para o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais.
- O segundo módulo contém os equipamentos que asseguram o suprimento de energia, os controles, as telecomunicações e demais funções necessárias à operação do satélite.

O CBERS-2 foi integrado e testado no Laboratório de Integração e Testes do INPE, após acordo para a montagem dos equipamentos chineses no Brasil. O processo de montagem, transcorreu entre 13 de agosto de 2000 e o final de 2001, quando foi enviado à China para a realização de testes acústicos e preparação da campanha de lançamento.

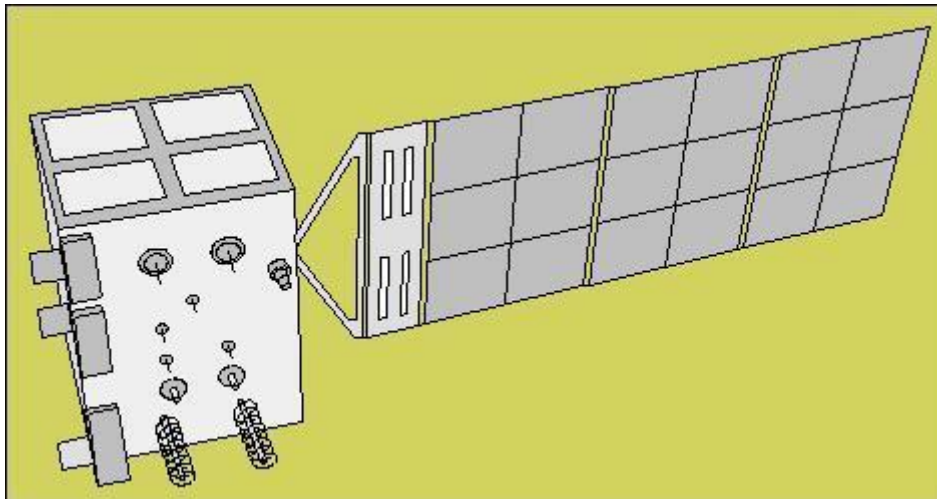


Figura 7: Esquema do CBERS-1 e 2.

### 2.3.3 CBERS-3

É um satélite de observação da Terra, resultado de um acordo sino-brasileiro e tecnicamente é uma evolução ao seu antecessor, o CBERS-2, foi lançado em 9 de Dezembro de 2013 a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan por intermédio de um foguete Longa Marcha 4B.

Esse satélite foi projetado e lançado com o objetivo de gerar imagens da superfície da Terra, usando equipamentos de sensoriamento remoto. Essas

imagens, podem ser usadas nas mais variadas aplicações, como: agricultura, meio ambiente, recursos hidrológicos e oceânicos, florestas, geologia entre outros.

O CBERS-3 tem o formato de um cubo com arestas de 1,8 x 2,0 x 2,2 m. Ele possui um único conjunto de painéis solares, com 6,3 m de comprimento, ligado a uma de suas faces.

O satélite é composto por instrumentos relacionados à aquisição de dados científicos:

- Câmera Pancromática e Multiespectral (PAN);
- Câmera Multiespectral Regular (MUX);
- Imageador Multiespectral e Termal (IRS);
- Câmera de Campo Largo (WFI);
- Dois Transmissores de Dados de Imagem (MWT para a MUX e WFI, e PIT para o PAN e IRS);
- Gravador de Dados Digital (DDR);
- Sistema de Coleta de Dados (DCS);
- Monitor do Ambiente Espacial (SEM).

O CBERS-3 foi construído para dar continuidade ao programa CBERS na tentativa de restabelecer a qualidade nos projetos de milhares de instituições e usuários do Programa. O CBERS-3, pertence à segunda geração desses satélites.

O lançamento do CBERS-3 ocorreu sem problemas aparentes em 9 de dezembro de 2013, à 01h26 (horário de Brasília) por intermédio de um foguete Longa Marcha 4B, partindo do Centro de Lançamento de Taiyuan.

Houve uma falha no funcionamento dos estágios superiores do veículo durante o voo e, conseqüentemente, o satélite não alcançou a órbita prevista. A falha ocorreu com o corte na propulsão do foguete que o transportava, desligado onze segundos antes do previsto, impossibilitando que ele atingisse a velocidade mínima para ser mantido em órbita. Avaliações preliminares sugerem que o CBERS-3 tenha retornado ao planeta, partes do foguete lançador foram encontrados na província de Jiangxi, na China. Para assegurar a continuidade e o cumprimento dos objetivos do programa CBERS, Brasil e China concordaram em iniciar imediatamente discussões técnicas visando a antecipação da montagem e lançamento do CBERS-4.

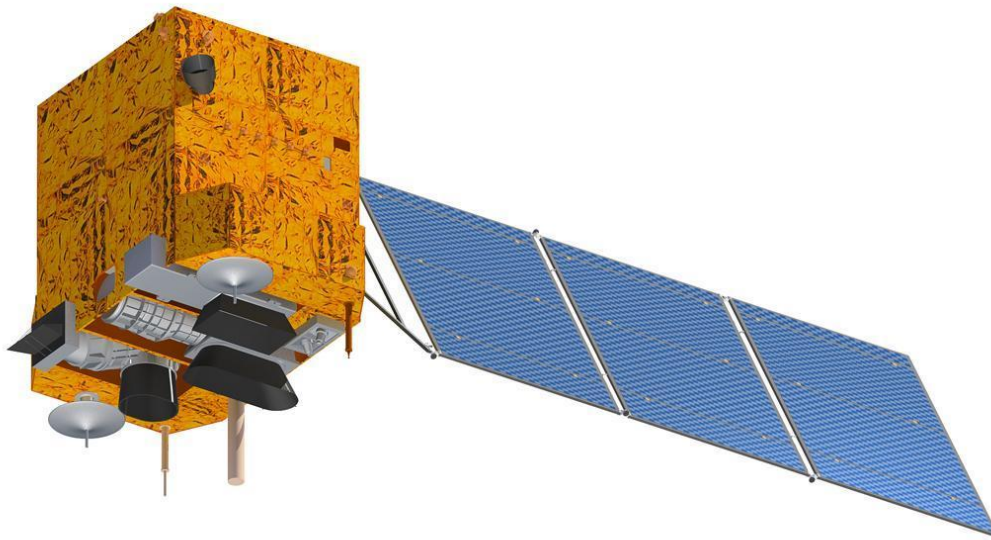


Figura 8: Esquema do CBERS-3 e 4

#### 2.3.4 CBERS-4

É um satélite de observação da Terra, resultado de um acordo sino-brasileiro e tecnicamente é uma evolução ao seu antecessor, o CBERS-2, foi lançado no dia 7 de dezembro de 2014, às 03:26 UTC a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan por intermédio de um foguete Longa Marcha 4B.

Esse satélite foi projetado com o objetivo de gerar imagens da superfície da Terra, usando equipamentos de sensoriamento remoto. Essas imagens, podem ser usadas nas mais variadas aplicações, como: agricultura, meio ambiente, recursos hidrológicos e oceânicos, florestas, geologia entre outros.

O mesmo tem o formato de um cubo com arestas de 1,8 x 2,0 x 2,2 m. Ele possui um único conjunto de painéis solares, com 6,3 m de comprimento, ligado a uma de suas faces.

O satélite é composto por instrumentos relacionados à aquisição de dados científicos:

- Câmera Pancromática e Multiespectral (PAN);
- Câmera Multiespectral Regular (MUX);
- Imageador Multiespectral e Termal (IRS);
- Câmera de Campo Largo (WFI);
- Dois Transmissores de Dados de Imagem (MWT para a MUX e WFI, e PIT para o PAN e IRS);
- Gravador de Dados Digital (DDR);

- Sistema de Coleta de Dados (DCS);
- Monitor do Ambiente Espacial (SEM).

O CBERS-4 deve ser o primeiro da série totalmente construído no Brasil para dar continuidade ao programa CBERS na tentativa de restabelecer a qualidade nos projetos de milhares de instituições e usuários do Programa. O CBERS-4, pertence à segunda geração desses satélites.

Em relação ao prazo mínimo para que o CBERS-4 possa ser lançado, duas alternativas foram consideradas pelos técnicos dos dois países. Em ambas, a preparação do CBERS-4, que era inicialmente prevista para o final de 2015, foi antecipada para o final de 2014.

### **2.3.5 CBERS-4A**

O CBERS-4A será equipado com cargas úteis fornecidas pelo Brasil e pela China. Assim como ocorreu com os satélites antecessores, a divisão de responsabilidade no desenvolvimento do satélite será de 50% para cada país. De acordo com a proposta, o Brasil deve fornecer as câmeras MUX e WFI – que já foram usadas nos CBERS-3 e 4, e também o Sistema de Coleta de Dados. A China deve incluir uma câmera de alta resolução (HRC).

O INPE desenvolve o programa CBERS em parceria com empresas brasileiras, conforme sua política voltada à capacitação da indústria nacional. Construída pela Opto Eletrônica, a MUX é a primeira câmera para satélite inteiramente desenvolvida e produzida no Brasil. Trata-se de uma câmera multiespectral com quatro bandas para cobrir a faixa de comprimento de onda do azul para o infravermelho próximo (a partir de 450 nm a 890 nm) com uma resolução de 20 m no solo e uma largura de faixa terreno de 120 km.

A WFI é uma versão avançada do instrumento desenvolvido para os CBERS-1 e 2, com quatro bandas espectrais e resolução no solo de 64 m no nadir e uma faixa de 866 km. A câmera fornece uma resolução espacial melhorada em comparação com os sensores a bordo dos CBERS-1 e 2 (260 m em missões anteriores), mantendo, no entanto, sua alta resolução temporal de 5 dias. A WFI foi construída através de um consórcio formado pela Opto Eletrônica e Equatorial Sistemas.

O satélite CBERS-4A deve ser lançado em 2018, ano em que também serão comemorados os 30 anos da cooperação espacial entre Brasil e China. Ele será lançado por meio de um veículo de lançamento Longa Marcha 4B a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan, na China.

## **2.4. Sistemas MS3, Marlin, Salfish, Swordfish e TerraView**



Em parceria com o INPE, a empresa AMSKepler trabalha a cerca de 12 anos processando e gerando dados dos satélites CBERS(12 e 2B), Landsat(1, 2, 3, 4, 5 e 7), Aqua e Terra. A empresa está envolvida no desenvolvimento de Sistemas de Estações Terrenas de Satélites de Sensoramento Remoto, o que inclui:

- Gravação e processamento de dados de telemetria;
- Programação de recepção e gravação de diversos satélites;
- Geração automática de imagens ortoretificadas por modelos rigorosos, apoiadas por pontos de controle;
- Controle de qualidades de imagens e pesquisa;
- Seleção e distribuição de imagens por catálogos via web.

MS3, Marlin, Salfish, Swordfish e TerraView PS são alguns dos produtos desenvolvidos pela empresa que atua em diversos aspectos da geração, processamento e distribuição de imagens de satélites. O sistema MS3 atende as etapas de gravação de dados de radar, e de programação de recepção e gravação de satélites radar. O Salfish permite a caracterização do sensor, acompanhando o mesmo durante a sua jornada, a fim de verificar alterações em seus parâmetros, tais como distância focal, orientação interior e geometria de visada, ajudando a auxiliar a verificação dos valores nominais desses parâmetros após a estabilização do satélite em órbita. O sistema Marlin é uma ferramenta destinada a visualização, processamento e avaliação das qualidades geométricas e radiométricas de imagens de satélites, podendo ser usado para todos os satélites e sensores disponíveis. Com relação a ortoretificação de imagens de satélites, o aplicativo Swordfish permite a técnica através da aplicação de dois modelos: polinomial e rigoroso, podendo ser usado com imagens de muito alta, alta e média resoluções espaciais. Por último, o sistema TerraView Política Social é destinado a análise e interpretações espaciais da realidade social do estado de São Paulo, sendo desenvolvido com base nas tecnologias TerraLib e TerraView do desenvolvidas pelo INPE.

### **3. ESTAÇÃO DE PROCESSAMENTO**

A Divisão de Geração de Imagens tem como atribuição:

- Receber, gravar, processar, armazenar e disseminar de forma operacional, dados e imagens de satélite de Observação da Terra;
- Garantir a recepção, geração e produção das imagens dos satélites de observação da Terra do programa espacial brasileiro, estabelecendo procedimentos para a disseminação mais ampla possível destas imagens;
- Participar ativamente na capacitação da indústria nacional para a autonomia tecnológica nacional na recepção e processamento de imagens de sensores remotos;
- Manter atualizado e amplamente acessível à comunidade nacional o Centro de Dados de Sensoriamento Remoto, cujo acervo é composto de todas as imagens de sensoriamento remoto recebidas pelo INPE.

Na figura 10, podemos ver equipamentos da estação do INPE, na figura 9, podemos ver um resumo do sistema de processamento, já na figura 11 vemos um esquema dos sistemas de recebimento e processamento.

### **3.1 Processamento de Imagens**

O grande volume de dados associado à relativa complexidade de cálculos, requer expressivos recursos computacionais para o armazenamento e tratamento das informações do SR. A evolução da informática, tanto em equipamentos como em softwares, tem propiciado estes recursos. São dispositivos que suportam maciços volumes de dados, como os discos rígidos com muitos gigas e até terabytes. Monitores de alta resolução, para análise e visualização de imagens em alta definição. As capacidades de memória é outro importante item no tratamento de imagens, pois este recurso agiliza substancialmente o processamento.

As imagens na sua forma bruta apresentam distorções inerentes ao satélite (variação de posição, velocidade, orientação da plataforma, altitude), inerentes à câmera (varredura mecânica), inerentes ao modelo da Terra (rotação, esfericidade, relevo). Há também a degradação radiométrica devido ao desajuste dos detectores e influência da atmosfera.

As imagens na forma em que são recebidas originalmente dos satélites, (também chamadas de imagens brutas), apresentam degradações radiométricas devidas a desajustes na calibração dos detectores, erros esporádicos na transmissão dos dados, influências atmosféricas, e distorções geométricas. Todas estas imperfeições, se não corrigidas, podem comprometer os resultados e produtos derivados das imagens. O pré-processamento, que é a etapa preliminar do tratamento digital de imagens, tem esta finalidade.

Normalmente o fornecedor das imagens, (INPE e empresas), se encarrega de proceder esta tarefa, antes de entregar as imagens para o usuário. três tipos principais de pré-processamento são utilizados.

Este tratamento destina-se, a pelo menos reduzir as degradações radiométricas decorrentes dos desajustes na calibração dos detetores e erros esporádicos na transmissão dos dados. As principais correções radiométricas são o “stripping” aplicado ao longo das linhas com base em padrão sucessivo, que aparecem na imagem, em decorrência da diferença ou desajuste de calibração dos detetores, e o “dropped lines”, aplicado entre linhas com base em padrão anômalo na imagem, que ocorre pela perda de informações na gravação ou na transmissão dos dados.

A interferência atmosférica é um dos principais fatores de degradação nas imagens, muitas vezes comprometendo a análise e interpretação das mesmas. A intensidade deste efeito depende do comprimento de onda, portanto, ele afeta de modo diferente a cada uma das bandas espectrais.

A correção da imagem pode ser feita por meio de modelos matemáticos baseados em parâmetros atmosféricos que normalmente são desconhecidos, dificultando a aplicação dos modelos. Estes parâmetros devem ser obtidos na hora e data da passagem do satélite, por meio de estações meteorológicas e isto é um procedimento difícil.

Na prática utiliza-se técnicas mais simples, que produzem resultados satisfatórios. A técnica *mínimo histograma* é uma delas, e baseia-se no fato de que sombras de nuvens densas e de relevo e corpos d’água limpa, por hipótese, deveriam ter radiância nula, conseqüentemente níveis de cinza zero. Portanto, valores de níveis de cinza não nulos encontrados nestas áreas são considerados provenientes de efeito aditivo do espalhamento atmosférico. A técnica consiste em subtrair de cada pixel de cada banda espectral de toda a imagem, o menor valor medido nestas áreas.

Um outro método alternativo é a regressão de bandas. Este método assume que entre duas bandas altamente correlacionadas, a equação da reta de melhor ajuste deveria passar pela origem dos eixos, caso não houvesse efeito aditivo da atmosfera. Porém, devido a este efeito, a reta corta o eixo y em algum ponto maior que zero. O valor da ordenada do ponto de interceptação representa o valor adicionado devido a efeitos atmosféricos naquela banda. Este valor, que é a constante da reta, é subtraído da banda considerada.

Outro tipo de distorção das imagens brutas são as chamadas distorções geométricas, que diminuem a precisão espacial das informações. Várias aplicações como a cartografia, a confecção de mosaicos, sistemas de informações geográficas, a detecção e acompanhamento de mudanças espaciais em feições terrestres, necessitam de dados com boa precisão espacial, exigindo a correção de tais distorções.

Uma das causas das distorções geométricas são as oscilações do satélite em torno de eixos definidos por um sistema cartesiano posicionado no mesmo. As oscilações provocam desalinhamentos no processo de varredura da superfície terrestre, feita pelo sensor.

Outros fatores provocam distorções geométricas nas imagens. A variação da altitude do satélite afeta a escala da imagem. A variação da velocidade do satélite provoca uma superposição ou afastamento de varreduras consecutivas. O movimento de rotação da Terra provoca deslocamentos laterais gradual das linhas ao longo da imagem. Imperfeições do mecanismo de varredura do sensor, também provocam distorções geométricas.

Estas distorções podem ser corrigidas, pelo menos parcialmente, por meio de modelos matemáticos que descrevem as distorções existentes. Após a aquisição dos coeficientes deste modelo, uma função de mapeamento é criada para a construção da nova imagem corrigida. Um modelo freqüentemente utilizado é o polinomial, cujos coeficientes são estimados a partir de pontos de controle identificáveis na imagem, e com localização geodésica precisamente conhecida. Cruzamento de estradas, pontes, feições geológicas podem ser tomados como pontos de controle. Os pontos de controle devem ser igualmente distribuídos em toda a imagem, caso contrário as regiões com poucos ou nenhum ponto podem sofrer mais distorções ainda. É importante também que os pontos sejam posicionados com precisão, sobre a imagem.

Um método alternativo de correção geométrica baseia-se nos dados de altitude do satélite (posição, velocidade, altitude, dados orbitais, etc.). Este método é menos trabalhoso, mas menos preciso, podendo, portanto, ser utilizado como uma aproximação preliminar do processo de correção geométrica.

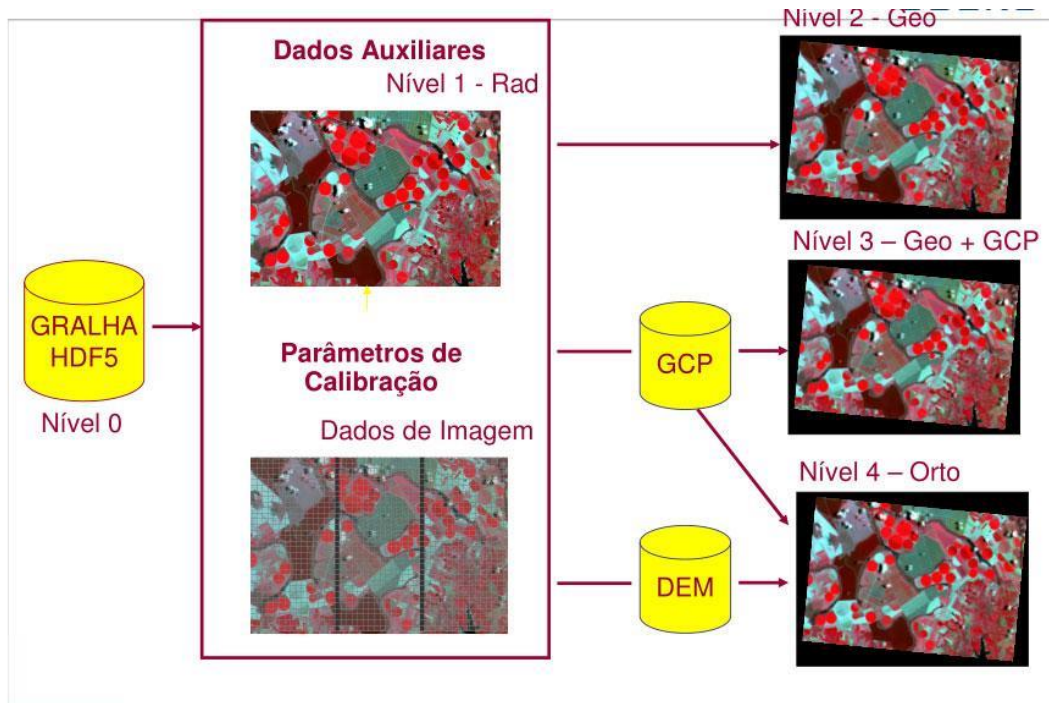


Figura 9: Sistema de Processamento.

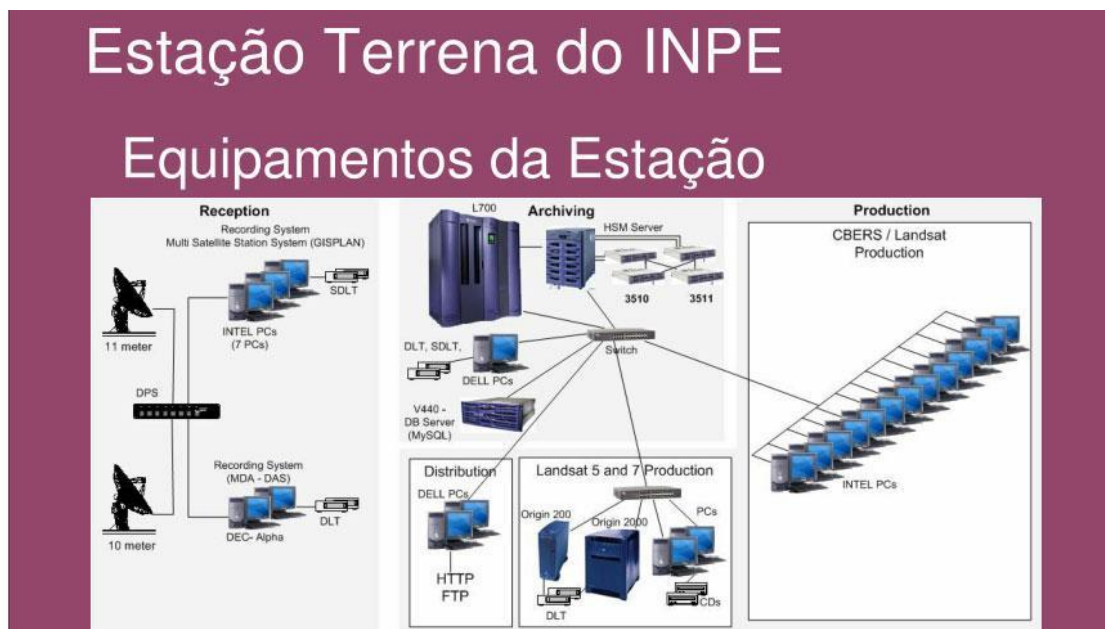


Figura 10: Equipamentos da estação do INPE.

# Estação Terrena do INPE

## Receiving and Processing Systems

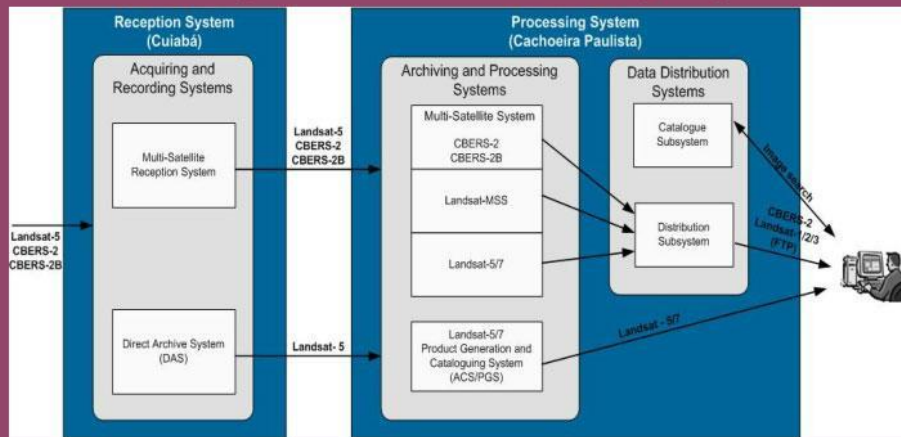


Figura 11: Sistemas de recebimento e processamento.

#### 4. DISTRIBUIÇÃO:

A disseminação das imagens também compete à Divisão de Geração de Imagens. Na figura 11 podemos ver um esquema do sistema de distribuição. Em 2004 foi lançado o projeto Centro de Dados de Sensoriamento Remoto, que implementa uma política agressiva e facilitadora do uso de dados de SR no país.

Em relação O CDSR:

- Objetivo interno: garantir a segurança no armazenamento dos dados de Sensoriamento Remoto
- Objetivo externo: Disponibilização de dados de Sensoriamento Remoto em forma expedida e integrada para a comunidade de usuários
- Justificativa do projeto: Necessidade de unificação dos dados de S.R. de diversos satélites e sensores espalhados por diversos sistemas e alguns sem catalogação e produção. Considerado um dos maiores patrimônios do INPE, é responsabilidade da OBTE, a preservação, manutenção, gerenciamento e disponibilização dos mesmos.

Em 2004, o projeto implementava a distribuição sem custos de imagens CBERS pela internet. Em 2006, o catálogo (Figura 12) foi aberto para a América do Sul e em 2007 para o mundo. Juntamente com o programa CBERS, o projeto CDSR, colocou o Brasil na posição de maior distribuidor mundial de imagens por satélite, com um atendimento rápido e facilitado. Até o momento, totalizam-se mais de 2 mi e 700 mil imagens distribuídas, conforme apresentado nas estatísticas semanais (Figura 13).

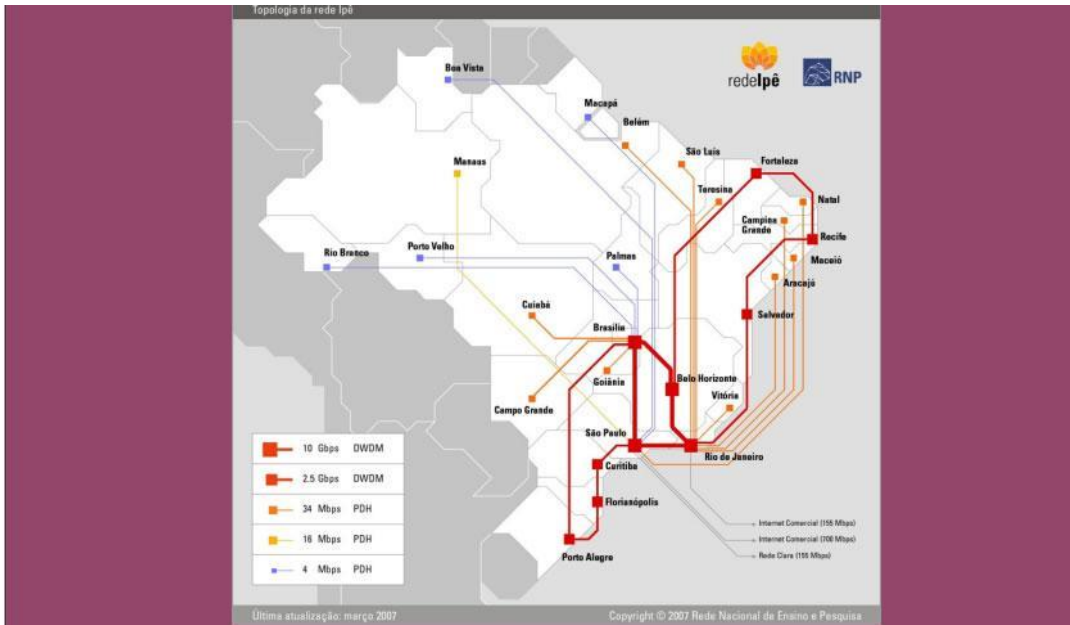


Figura 11: Sistema de distribuição.

Português

**INPE** Catálogo de Imagens [Cadastro](#) [Entrar](#) [Sair](#) [Carrinho](#) [Histórico](#) [Ajuda](#)

ACOS

**Parâmetros Básicos**

Satélite: CBERS 2B

Intervalo de Tempo:  Sazonal

De: 09/05/1973 Até: 13/09/2015

Cobertura Máxima de Nuvens: Q1: Q2: Q3: Q4:

Quick Look:  Pequeno  Grande

**Mosaico da Passagem**

Data: ou Órbita: Executar

**Pais**: BRASIL **Município**: São José dos Campos **Estado**: SP

**Órbita**: De: 153 Até: De: Até: Executar

**Por Região**

Oeste: 20. Sul: 40. Leste: 30. Executar

**Interface Gráfica**

Lat: 23.179 Lon: 46.887 Navegar

Figura 12: Catálogo de Imagens do projeto CDSR.



<b>Total de imagens distribuídas hoje</b>		
<b>600</b>		
<b>Semana</b>	<b>Data</b>	<b>Soma das imagens por dia</b>
Terça-Feira	01-09-2015	740
Quarta-Feira	02-09-2015	927
Quinta-Feira	03-09-2015	670
Sexta-Feira	04-09-2015	683
Sábado	05-09-2015	185
Domingo	06-09-2015	220
Segunda-Feira	07-09-2015	276
Terça-Feira	08-09-2015	901
Quarta-Feira	09-09-2015	730
Quinta-Feira	10-09-2015	889
Sexta-Feira	11-09-2015	496
Sábado	12-09-2015	211
Domingo	13-09-2015	159
Segunda-Feira	14-09-2015	600
<b>Total</b>		<b>7687</b>
<b>Total de imagens distribuídas até este momento</b>		
<b>2.752.920</b>		

Figura 13: Número de Imagens distribuídas

#### 4.1 Aplicativo MapSAT

Para atender a demanda por imagens de satélites meteorológicos, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) oferece o aplicativo para celulares MapSAT. Desenvolvido recentemente pela equipe da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), o aplicativo é gratuito e está disponível no Google Play desde meados de Agosto deste ano.

Com o MapSAT é possível visualizar as imagens mais recentes do satélite GOES-13 nos canais vapor d'água, infra-vermelho e visível. É possível verificar também a imagem do canal infra-vermelho com realce do topo das nuvens (realçada) e uma imagem combinada do canal infra-vermelho com as cores azul e verde (colorida). O aplicativo mostra uma animação com as 10 últimas imagens do canal infra-vermelho "realçado".

Segundo os desenvolvedores, as próximas versões do MapSAT poderão incluir a visualização de imagens de radar, animação para todos os canais do GOES-13 e imagens de outros satélites, como o Meteosat. Também

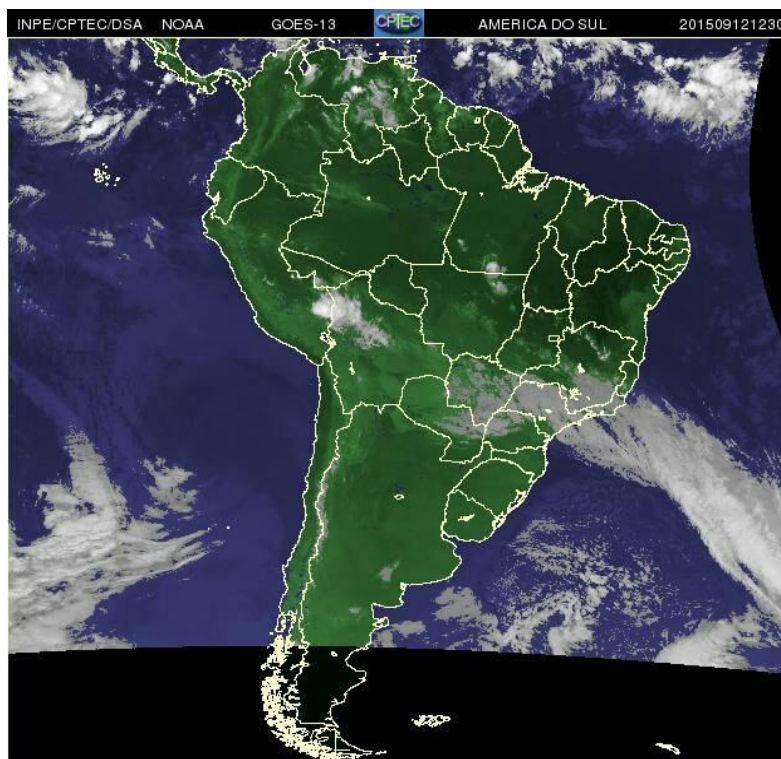
se pretende disponibilizar a previsão de tempo e produtos associados, versão em inglês e o compartilhamento das imagens em mídias sociais a partir do aplicativo, além da configuração da quantidade de imagens na animação.

O aplicativo disponibiliza também animações com até 24 imagens. Mais de 50 milhões de downloads de imagens de satélite dos servidores do INPE/CPTEC/DSA são realizados todo ano.

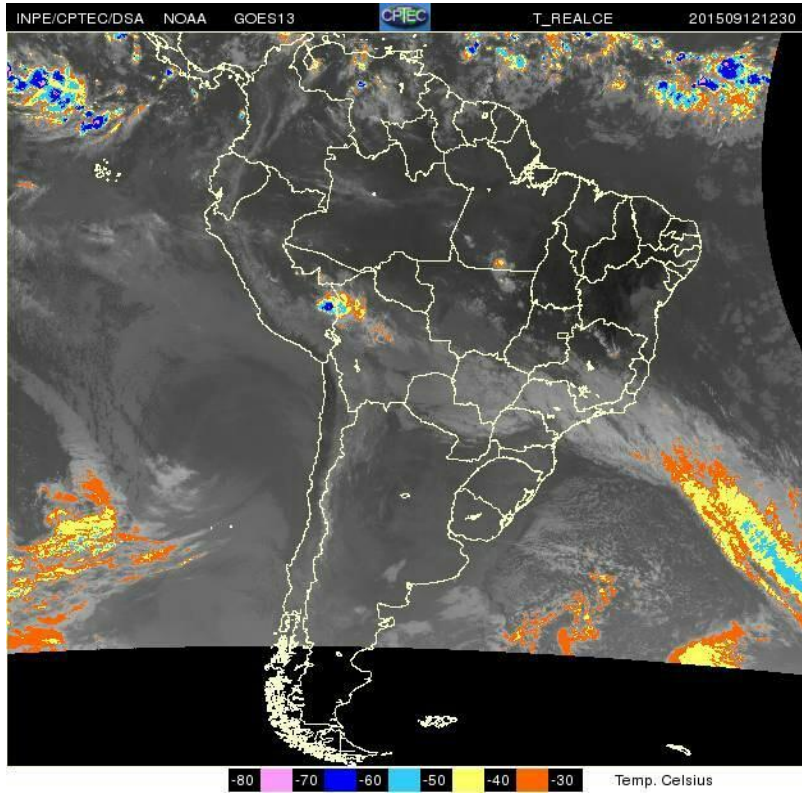
As imagens processadas dos satélites são usadas para:

- Classificação de nuvens;
- Detecção de potencial precipitação;
- Precipitação por satélite;
- Sistemas convectivos;
- Vento na troposfera.

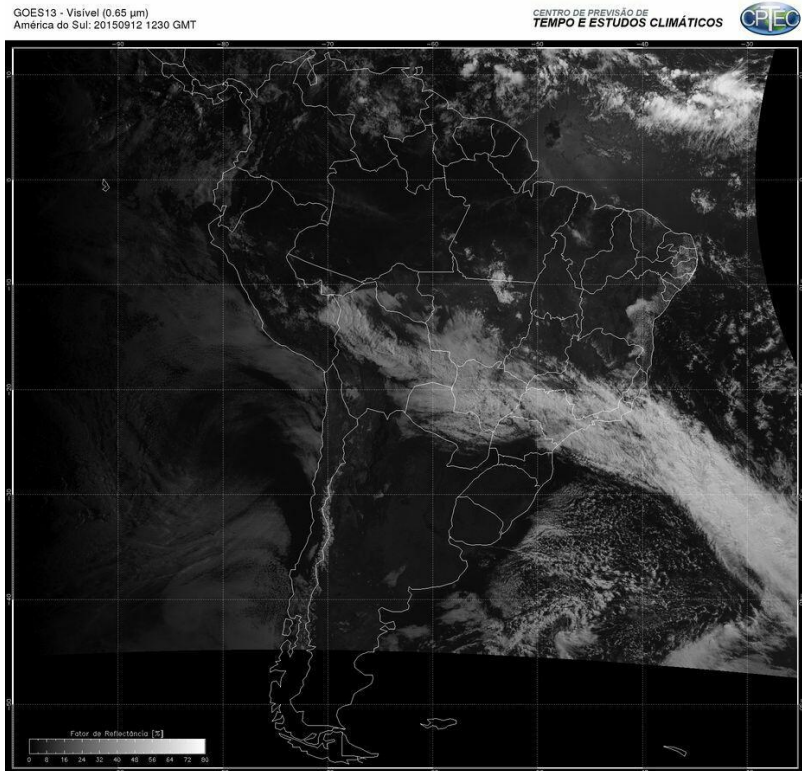
A seguir, algumas imagens da América do Sul obtidas através do aplicativo no dia 12/09/2015:



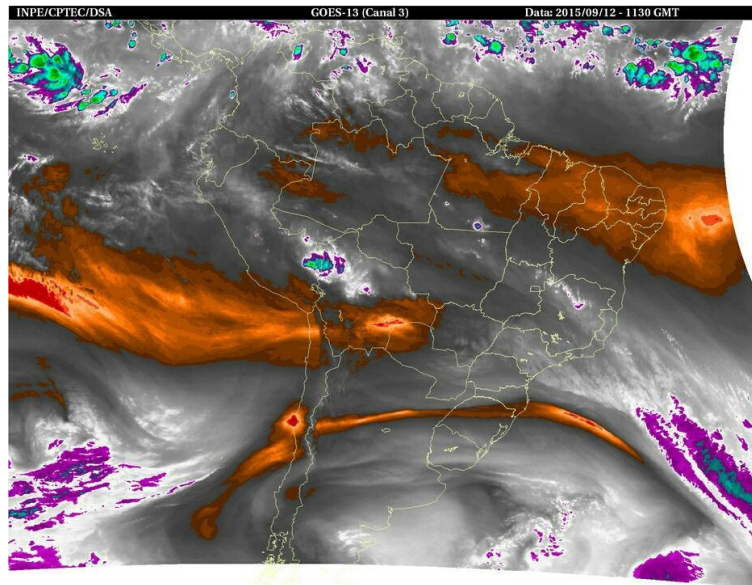
*Canal Colorful*



*Canal Infra-vermelho com realce do topo das nuvens*



*Canal Visible*



*Canal Infra-vermelho com realce*

## 5. Satélites NOAA

A série de satélites NOAA é controlada pela National Oceanic Atmospheric Administration e desenvolvida em cooperação com a Agência Espacial Americana (NASA). Integra, em conjunto com o satélite europeu MetOp, o sistema POES (Polar Operational Environmental Satellite).

A história do NOAA iniciou-se em 1960 com os satélites da série TIROS que foram implementados pelo U.S. Defense e pela NASA, para atuarem na área de meteorologia.

A série realizou o lançamento de mais de uma dezena de satélites e diversos instrumentos operacionais (sondas e imageadores). O sistema opera com, no mínimo, dois satélites posicionados em órbita quase-polar heliosíncrona a aproximadamente 835 km de altitude. Atualmente a série possui cinco satélites operacionais: NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18 e NOAA-19.

O sistema atual obtém imagens multiespectrais da superfície terrestre (captadas pelo sensor AVHRR-3) e também adquire dados numéricos coletados por meio de sondas (obtidas pelo sensor ATOVS). Os dados gerados pelos satélites NOAA são utilizados, sobretudo, em modelos climáticos e de previsão do tempo atmosférico. No entanto, servem de material para vários projetos que envolvem o sistema Terra x Oceano X Atmosfera e podem apoiar diversos tipos de monitoramentos, como por exemplo, detecção de focos de queimadas.

### 5.1 Escritório de Operações de Satélite (OSO)

O Escritório de Operações de Satélite (OSO), figura 14, controla o lançamento (junto com a NASA), a operação e a manutenção dos satélites NOAA. Se encarrega da operação dos satélites NOAA nas estações em terra que recebem os dados em Wallops Island, Fairbanks e Suitland. Comanda, controla e se comunica com os satélites em órbita GOES, POES, DMSP, 24 horas por dia. Recebe dados do GOES, POES, DSMP e Jason-2.



Figura 14: Escritório de Operações de Satélite (OSO)

## 5.2 Escritório de Processamento e Distribuição de dados do Satélite (OSDPD)

O Escritório de Processamento e Distribuição de dados do Satélite (OSDPD), figura 15, gerencia o sistema de processamento operacional que converte os dados dos satélites em produtos para o usuário. Fornece análise e interpretação de dados do satélite.



Figura 15: Escritório de Processamento e Distribuição de dados de Satélite (OSDPD)

Dentro da OSDPD existe a Divisão de Serviços de Satélite(SSD) (figura 16), que se apresenta como a principal interface de produtos do satélite para o usuário (figura 17). Trabalha em conjunto com a pesquisa, no desenvolvimento de produtos e serviços de satélites do NOAA. Fornece análise e interpretação dos produtos do satélite, fornece também serviços únicos como OSEI, GIS e Google Earth. O SSD também fornece conhecimentos científicos no campo de sensoriamento remoto com aplicações ambientais, e trabalha em estreita colaboração com o comunidade de investigação para o desenvolvimento de tais produtos.



Abaixo temos um esquema sobre onde e como os dados são processados (ESPC) e analisados (SAB).

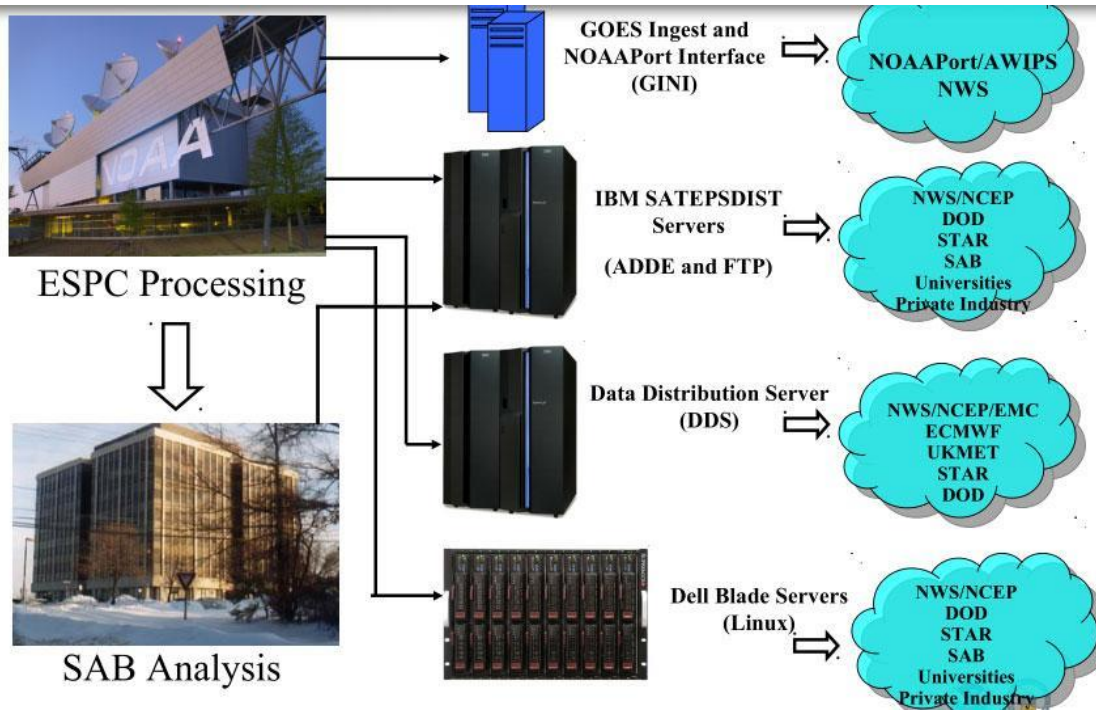


Figura 18: Esquema sobre onde e como os dados do satélite são processados e analisados.



## 6. BIBLIOGRAFIA

American Society of Photogrammetry - Manual of Remote Sensing - Falls Church – 1983

Câmara G., Davis C., Monteiro A.M.V., D'Alge J.C.L., Felgueiras C., Freitas C.C., Fonseca L.M.G., Fonseca F. Introdução à Ciência da Geo-informação, www.dpi.inpe.br

Novo, E. M. L. M, - Sensoriamento Remoto, Princípios e Aplicações - Edgard Blucher, 1998.

Schowengerdt, R. A., - Remote Sensing - Models and Methods for Image Processing, Ed. Academic Press, 1997.

Slater, P. N. - Remote Sensing: Optics and Optical Systems - Addison-Wesley, 1980

Sites da internet:

[http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index\\_pt.php](http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index_pt.php)

<http://www.cbbers.inpe.br/>

[http://www.cbbers.inpe.br/sobre\\_satelite/lancamento\\_cbbers1.php](http://www.cbbers.inpe.br/sobre_satelite/lancamento_cbbers1.php)

<http://www.aeb.gov.br/2013/12/comite-analisa-falhas-e-antecipacao-do-lancamento-do-cbbers-4/>

<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1222.pdf>

<http://www.aeb.gov.br/2013/12/comite-analisa-falhas-e-antecipacao-do-lancamento-do-cbbers-4/>

<http://www.aeb.gov.br/satelite-cbbers-4a-tem-plano-de-trabalho-para-lancamento-em-2018-3/>

<http://www.dgi.inpe.br/html/arquivos/artigos/Luiz%20Tadeu%20da%20Silva%20-%20INPE-Brasil%20-%20PesqCBERS-EvMexico.pdf>

[http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/cbbers-3.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/cbbers-3.htm)

[http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=3939](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3939)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.inpe.dsa.app.mapsat>

<http://www.amskepler.com/engenharia-espacial/>

<http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/eusisser-5/AMS-Kepler/V-EUslSSeR-AMS-Kepler.pdf>

<http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/Chamaestatistica.php>

[http://www.dgi.inpe.br/html/arquivos/palestras/2013SBSR\\_ShowCase\\_do\\_INPE.pdf](http://www.dgi.inpe.br/html/arquivos/palestras/2013SBSR_ShowCase_do_INPE.pdf)

[http://www.dgi.inpe.br/html/arquivos/palestras/CBC\\_Maio2010.pdf](http://www.dgi.inpe.br/html/arquivos/palestras/CBC_Maio2010.pdf)

<http://www.dgi.inpe.br/html/arquivos/artigos/Luiz%20Tadeu%20da%20Silva%20-%20INPE-Brasil%20-%20PesqCBERS-EvMexico.pdf>

[https://www.ssec.wisc.edu/mcidas/mug\\_meeting/2007/presentations/espc\\_noaa\\_satellites.pdf](https://www.ssec.wisc.edu/mcidas/mug_meeting/2007/presentations/espc_noaa_satellites.pdf)

<http://www.cimss.ssec.wisc.edu>

<http://www.dtr.ufrpe.br/geosere/noaa.html>