

# Satélites de Observação da Terra

## Tecnologias & Aplicações



**Julio C. L. Dalge**  
Junho, 2021

# **Observação da Terra (OTG) no INPE**

## **Missão, Objetivos, Pós-graduação**



# OTG: missão e objetivos

Especificação, avaliação e uso de dados de satélites de Observação da Terra para o desenvolvimento sustentável do Brasil

Suporte ao Programa Espacial Brasileiro (PEB) na concepção de missões, processamento de dados e aplicações pertinentes

Desenvolvimento de software de código aberto para SIG e processamento de imagens

Operação de um centro de dados para o processamento, o armazenamento e a distribuição de imagens no Brasil

Estudos científicos sobre a modelagem ambiental dos ecossistemas brasileiros



# PG em Sensoriamento Remoto

## Mestrado em Sensoriamento Remoto desde 1972

Dedicação plena – 24 meses

## Doutorado em Sensoriamento Remoto desde 1998

Dedicação plena – 48 meses

### Áreas de pesquisa

Séries temporais de observação da Terra; Processamento de imagens

Geoinformática; Análise espacial; Mineração de dados geográficos

Geomorfologia; Processos na hidrosfera

Ecossistemas terrestres; Comportamento espectral de alvos

Sensoriamento aplicado aos recursos florestais

Sensoriamento remoto aplicado à agricultura

Sensoriamento remoto aplicado às geociências

Métodos de gestão territorial; Gerenciamento e planejamento urbano



# Satélites de Observação da Terra



CBERS 04



Landsat-8



Sentinel-2



Amazonia-1



SPOT-7

Programa CBERS

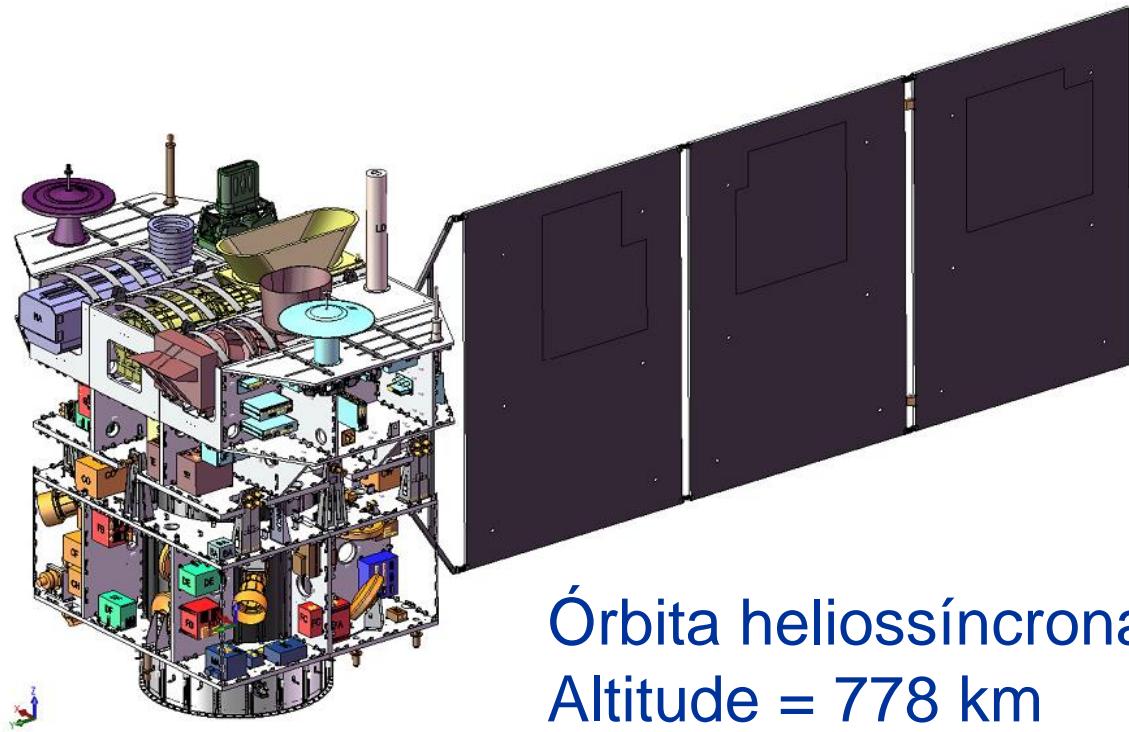
**China-Brazil Earth Resources Satellite**



# CBERS 04 e 04A – 2<sup>a</sup> geração CBERS

1 <sup>a</sup> geração	2 <sup>a</sup> geração	
CBERS 1, 2, 2B	CBERS 03, 04	CBERS 04A
1.450 kg	2.020 kg	1.730 kg
1.100 W	2.300 W	2.100 W
100 Mbit/s	300 Mbit/s	900 Mbit/s
2 anos	3 anos	5 anos

# CBERS 04 – características orbitais



Órbita heliosíncrona

Altitude = 778 km

Inclinação = 98,5º

Revisão = 26 dias

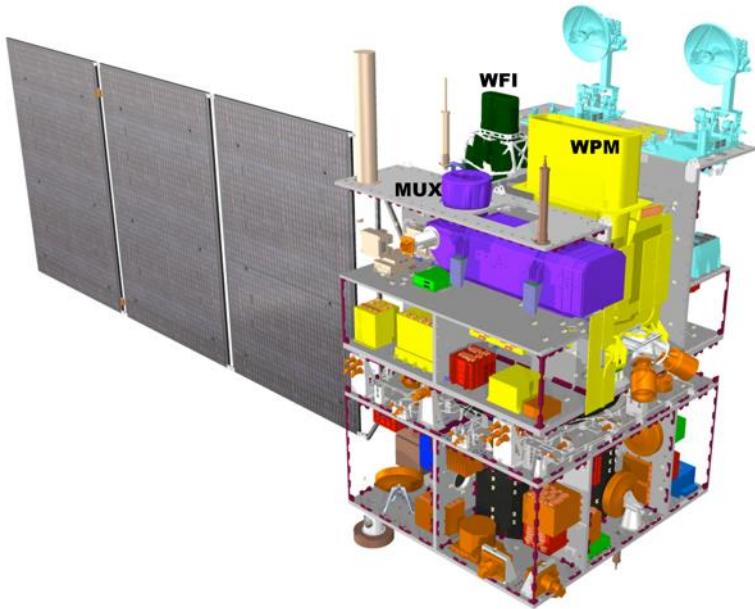
Nodo descendente às 10h30 hora local

# Câmeras do CBERS 04

Câmeras	MUX	PAN	IRS	WFI
Banda 1	0.45 - 0.52 µm	0.51 - 0.73 µm	0.77 - 0.89 µm	0.45 - 0.52 µm
Banda 2	0.52 - 0.59 µm	0.52 - 0.59 µm	1.55 - 1.75 µm	0.52 - 0.59 µm
Banda 3	0.63 - 0.69 µm	0.63 - 0.69 µm	2.08 - 2.35 µm	0.63 - 0.69 µm
Banda 4	0.77 - 0.89 µm	0.77 - 0.89 µm	10.4 - 12.5 µm	0.77 - 0.89 µm
Resolução	20 m	5 m, 10 m	40 m, 80 m	64 m
Cobertura	120 km	60 km	120 km	866 km



# CBERS 04A – características orbitais



Órbita heliosíncrona

Altitude = 628 km

Inclinação = 97,89º

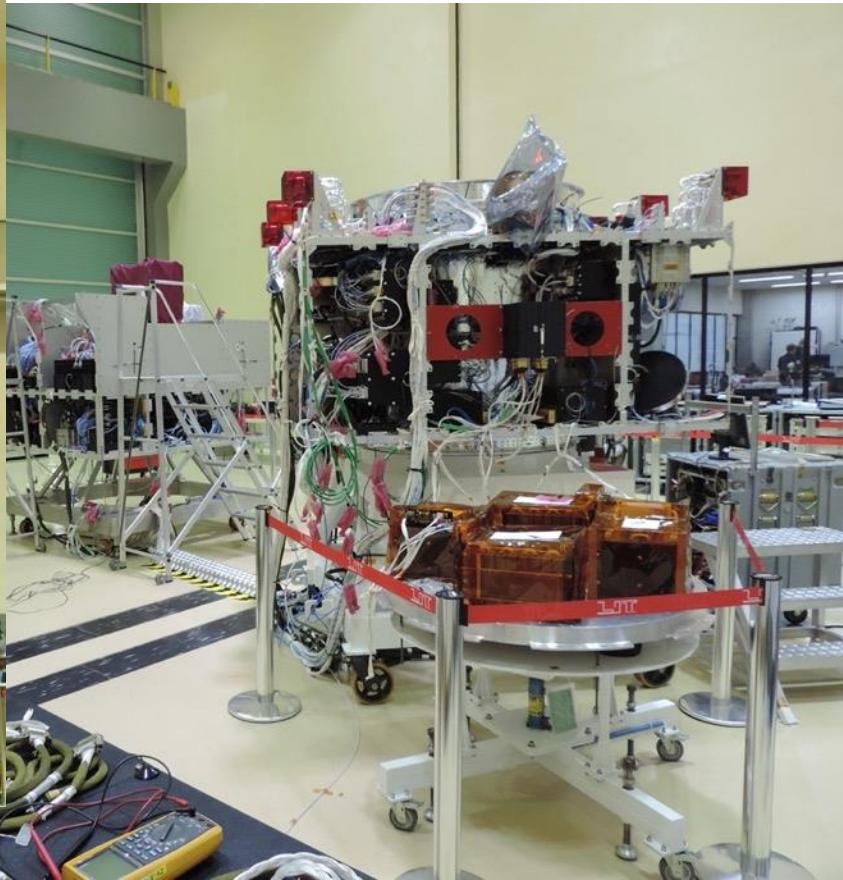
Revisita = 31 dias

Nodo descendente às 10h30 hora local

# Câmeras do CBERS 04A

Câmeras	MUX	WPM	WFI
Banda 1	0.45 - 0.52 µm	0.45 - 0.52 µm	0.45 - 0.52 µm
Banda 2	0.52 - 0.59 µm	0.52 - 0.59 µm	0.52 - 0.59 µm
Banda 3	0.63 - 0.69 µm	0.63 - 0.69 µm	0.63 - 0.69 µm
Banda 4	0.77 - 0.89 µm	0.77 - 0.89 µm	0.77 - 0.89 µm
Banda 5 (PAN)		0.45 - 0.90 µm	
Resolução	16 m	2 m, 8 m	55 m
Cobertura	95 km	95 km	684 km

# CBERS 04A – integração e testes no LIT



# Programa Amazonia

# **Plataforma Multimissão PMM**



# Satélites PMM para Observação da Terra



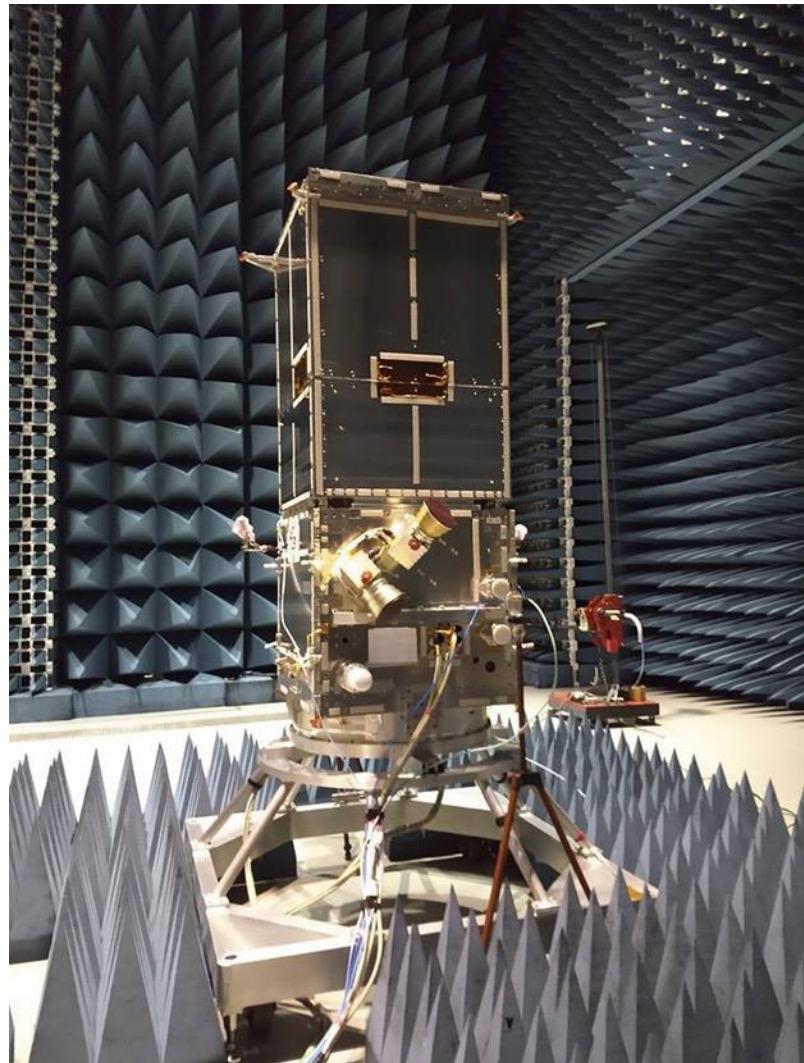
**Amazonia-1**

Primeira missão da PMM

Monitoramento de florestas

**Lançamento: 28/2/2021**

# Amazonia-1 – integração e testes no LIT



# Câmera do Amazonia-1

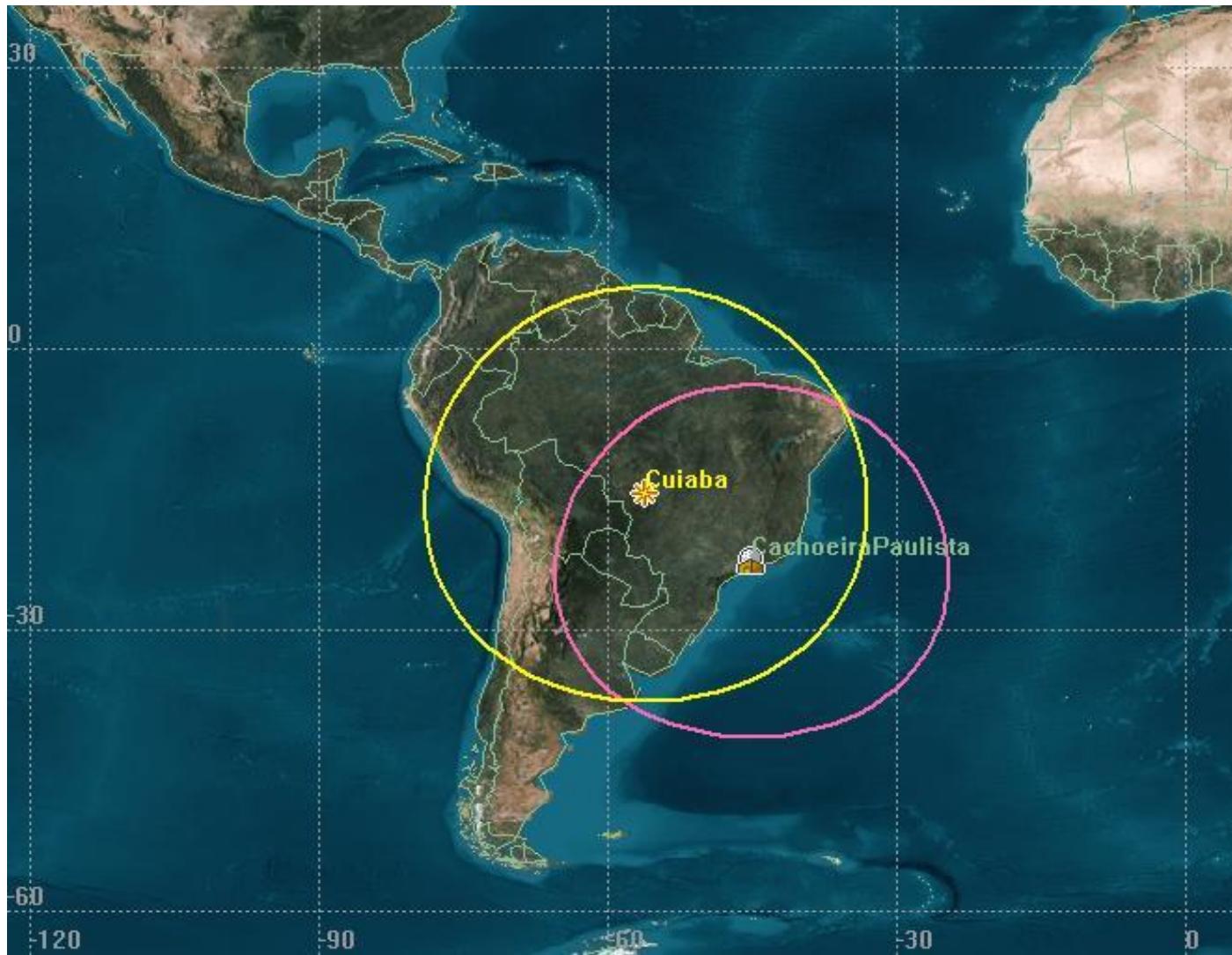
Parâmetro	WFI
Banda 1	0.45 - 0.52 µm
Banda 2	0.52 - 0.59 µm
Banda 3	0.63 - 0.69 µm
Banda 4	0.77 - 0.89 µm
Resolução	64 m
Cobertura	853 km
Revisita	5 dias

# **Segmento de Aplicações**

# **Recepção, Processamento, Distribuição**



# Estações de recepção de dados



# Infraestrutura de recepção em Cuiabá

Nome da Antena	Satélites	Imagen
CB1 desde 2013 1.5m Banda L	METOP-B NOAA-15 NOAA-18 NOAA-19 FENGYUNG	
CB10 desde 1982 10m Banda X e S	AQUA TERRA CBERS-4 LANDSAT-7 RESOURCESAT-2	
CB11 desde 1998 11.28m Banda X	AQUA TERRA CBERS-4 LANDSAT-7 NPP LANDSAT-8 RESOURCESAT-2	

# Infraestrutura de recepção em C. Paulista

Nome da Antena	Satélites	Imagen
CP1 desde 2012 1.8m Banda L	METOP-B NOAA-15 NOAA-18 NOAA-19	
CP2 desde 2013 1.5m Banda L	NOAA-15 NOAA-18 NOAA-19	
CP3 desde 2014 2.5m Banda L	GOES - 13	
CP4 desde 2014 2.5m Banda L	GOES - 13	
CP5 desde 2009 5.4m Banda X	AQUA TERRA NPP CBERS-4	

# Produtos de imagens CBERS e AMZ

Produtos no formato GeoTiff

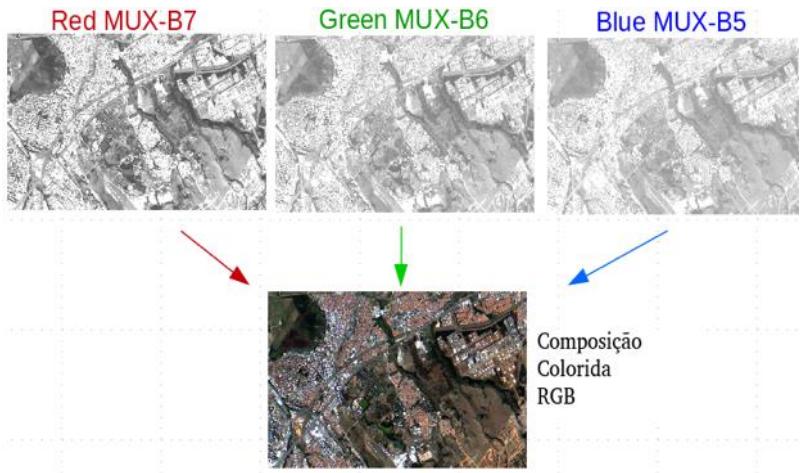
Um arquivo por banda

Níveis de correção das imagens

- ✓ L1: correção radiométrica
- ✓ L2: correção radiométrica e correção geométrica de sistema
- ✓ L3: correção geométrica refinada pelo uso de pontos de controle
- ✓ L4: correção geométrica refinada pelo uso de pontos de controle e de modelos digitais de elevação do terreno

Em fase final de testes para disponibilização aos usuários

- ✓ Imagens de reflectância de superfície (SR) e de topo de atmosfera (ToA)
- ✓ Imagens NDVI e EVI (índices de vegetação normalizados)



# Distribuição de dados: catálogo na Internet

**DIVISÃO DE GERAÇÃO DE IMAGENS**  
INPE | CGOBT | DIDGI

**CATÁLOGO**

Olá, Julio Dalge! 0

**INPE-CDSR**

**CBERS4A\_WFI\_L4\_SR** (45/45)

Lat: -27.39128 | Lng: -56.46973 | 200 km

© 2019 - Catálogo do INPE

Leaflet | Powered by Esri



# Distribuição de dados livres: CBERS 04

Câmeras	MUX	WFI	PAN10	PAN5	IRS
# cenas produzidas	210.245	48.431	171.086	184.838	200.987
# cenas baixadas	764.656	114.783	487.901	438.882	10.408

Estatística do Centro de Dados em 28/06/2021

Controle de Qualidade seleciona as cenas (cobertura de nuvens) que são processadas e distribuídas por meio do catálogo de imagens  
**([www.dgi.inpe.br](http://www.dgi.inpe.br))**



# Exemplos de Imagens

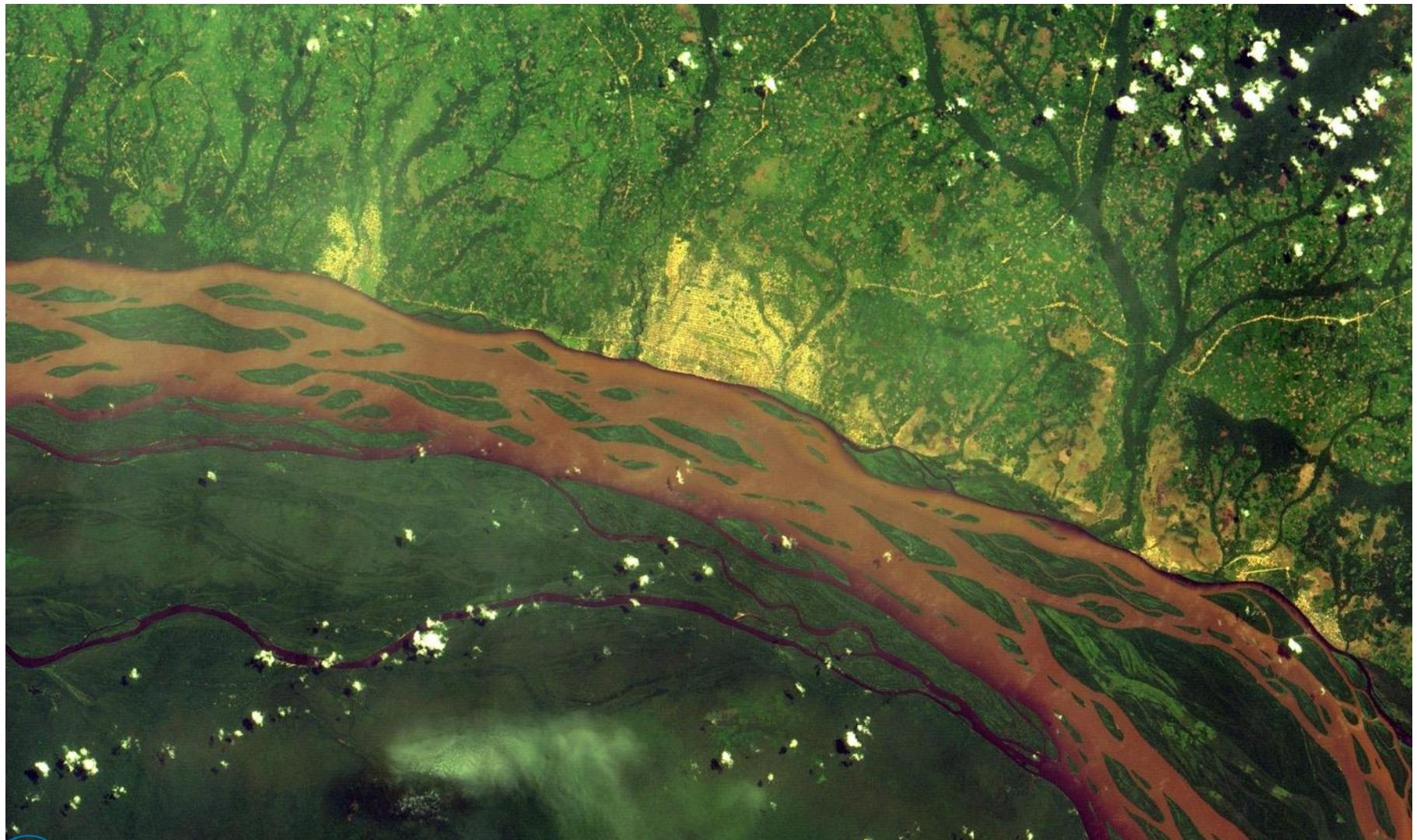
## CBERS 04



# Câmera MUX – Sobradinho, Bahia



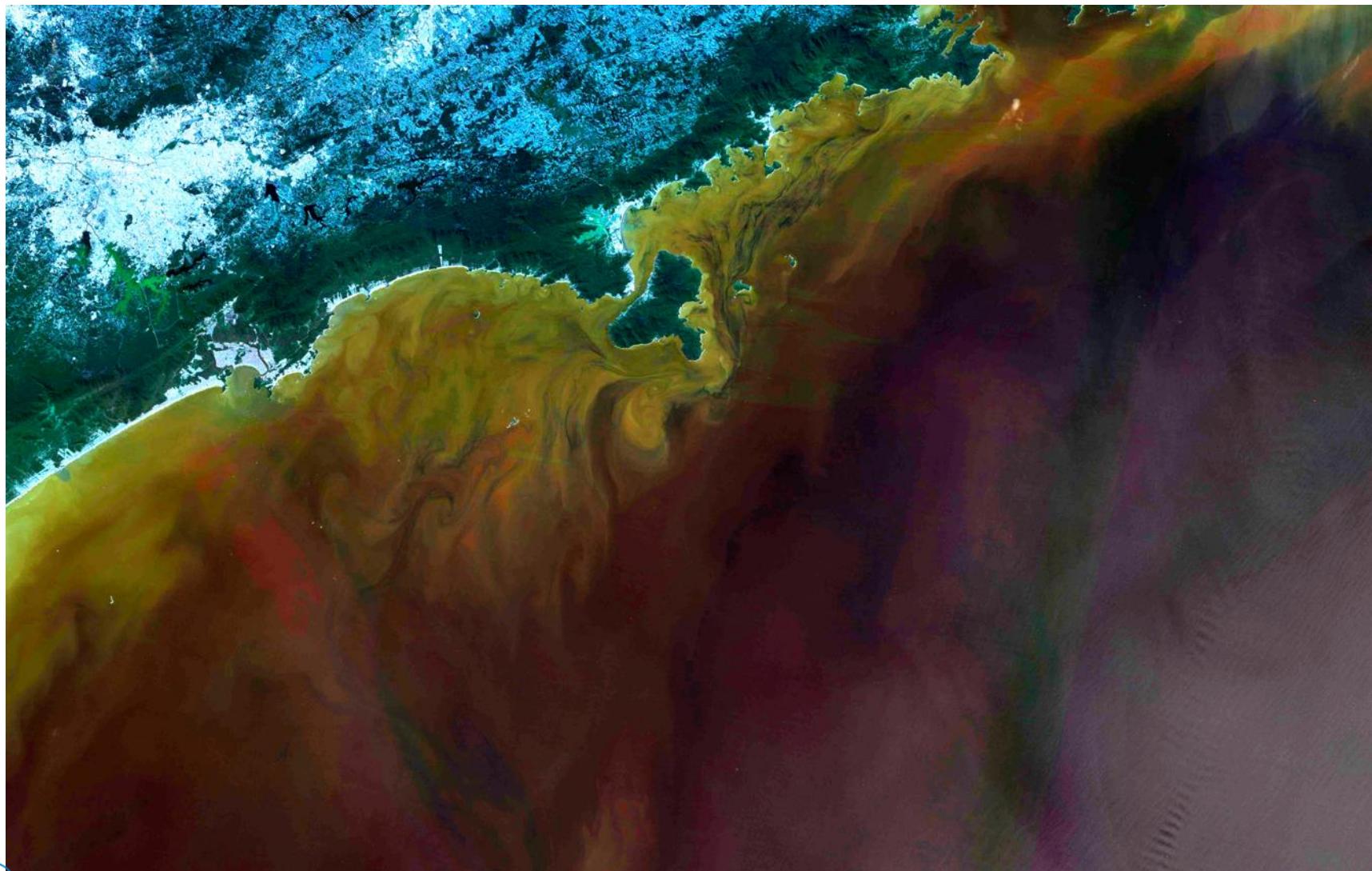
# Câmera MUX – Bacia do Congo, África



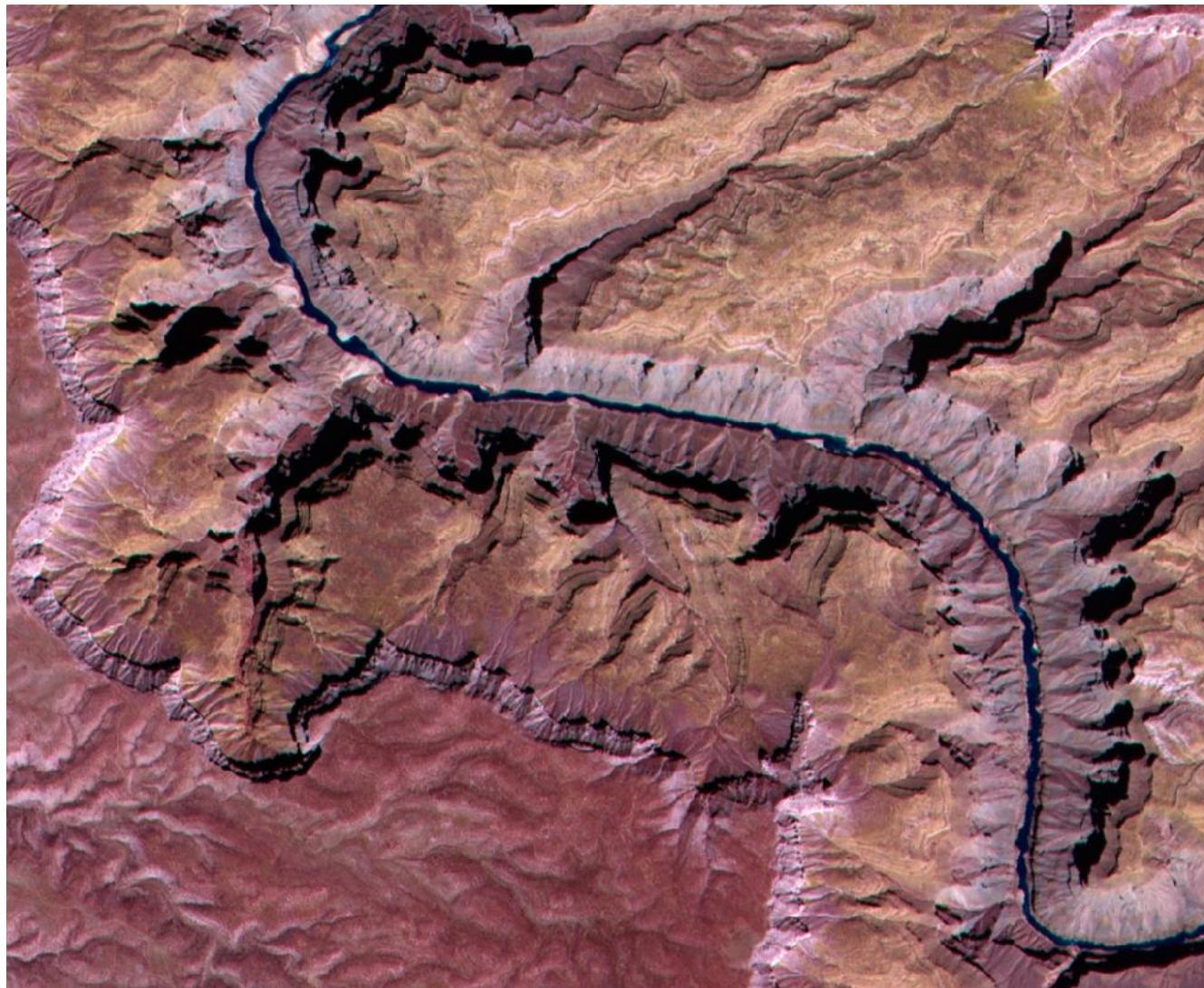
# Câmera WFI – Pantanal Mato-grossense



# Câmera WFI – Fito plânctons, litoral SP



# Câmera PAN – Grand Canyon, EUA

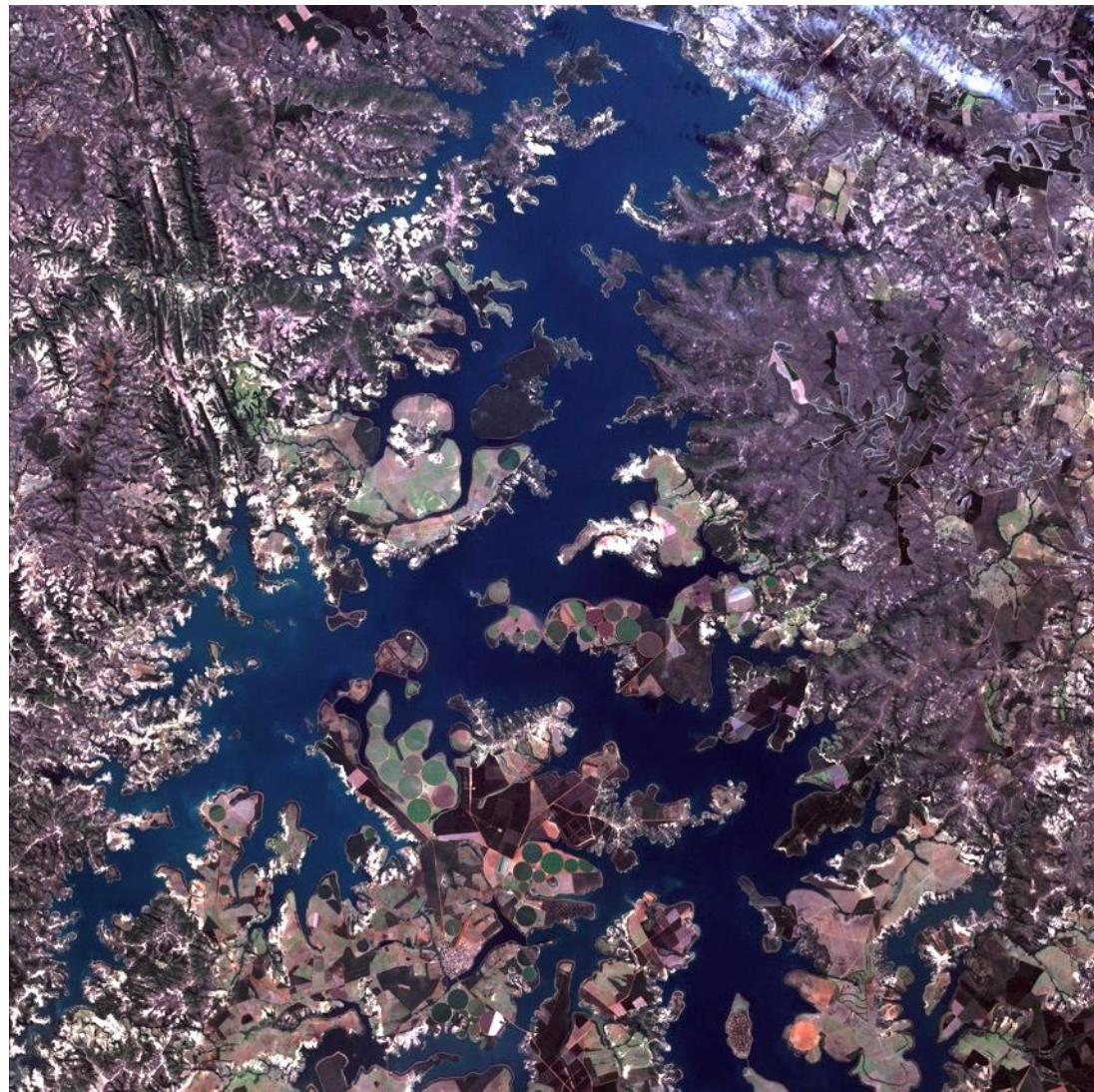


# Exemplos de Imagens

## CBERS 04A



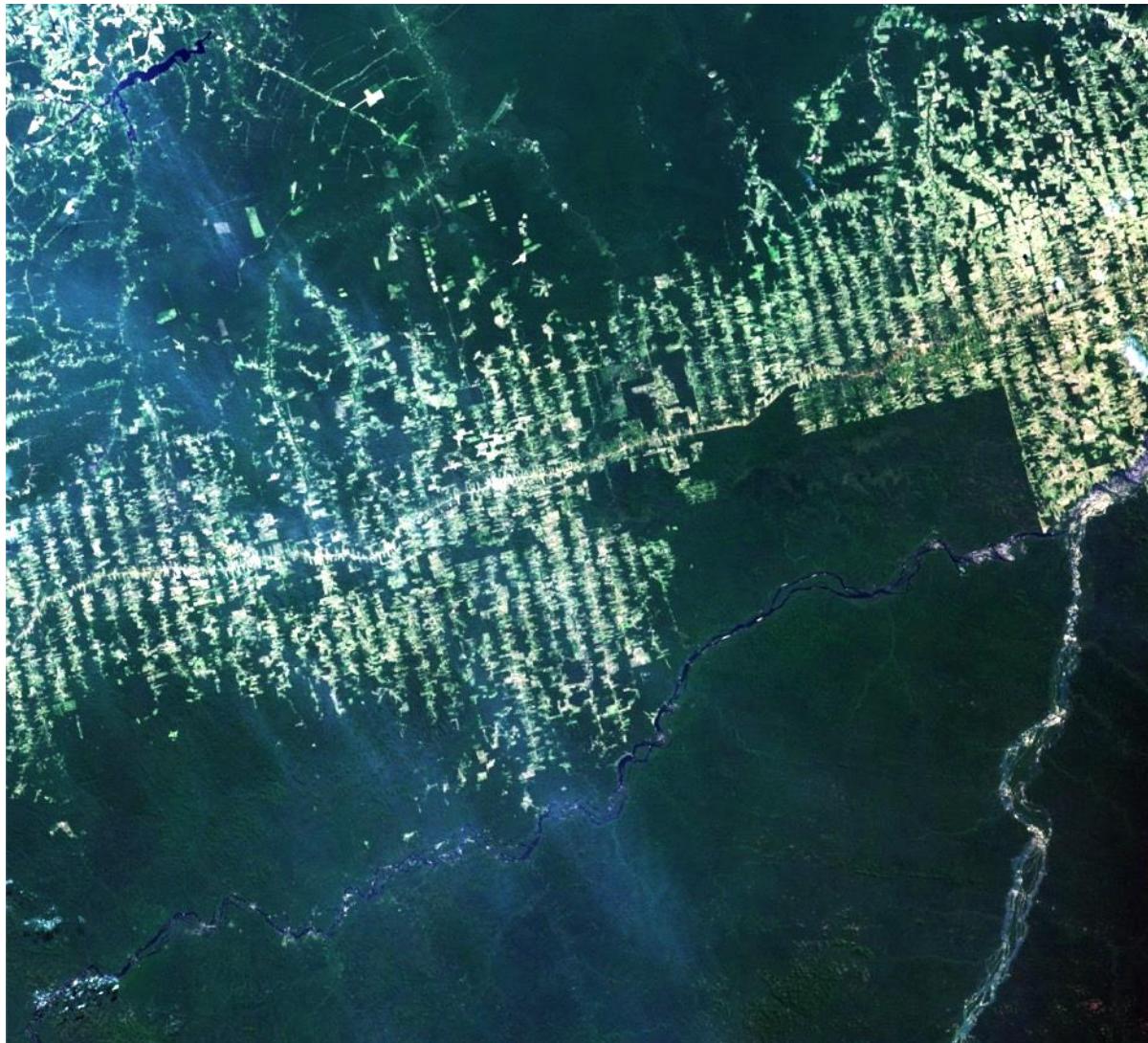
# Câmera MUX – Três Marias, MG



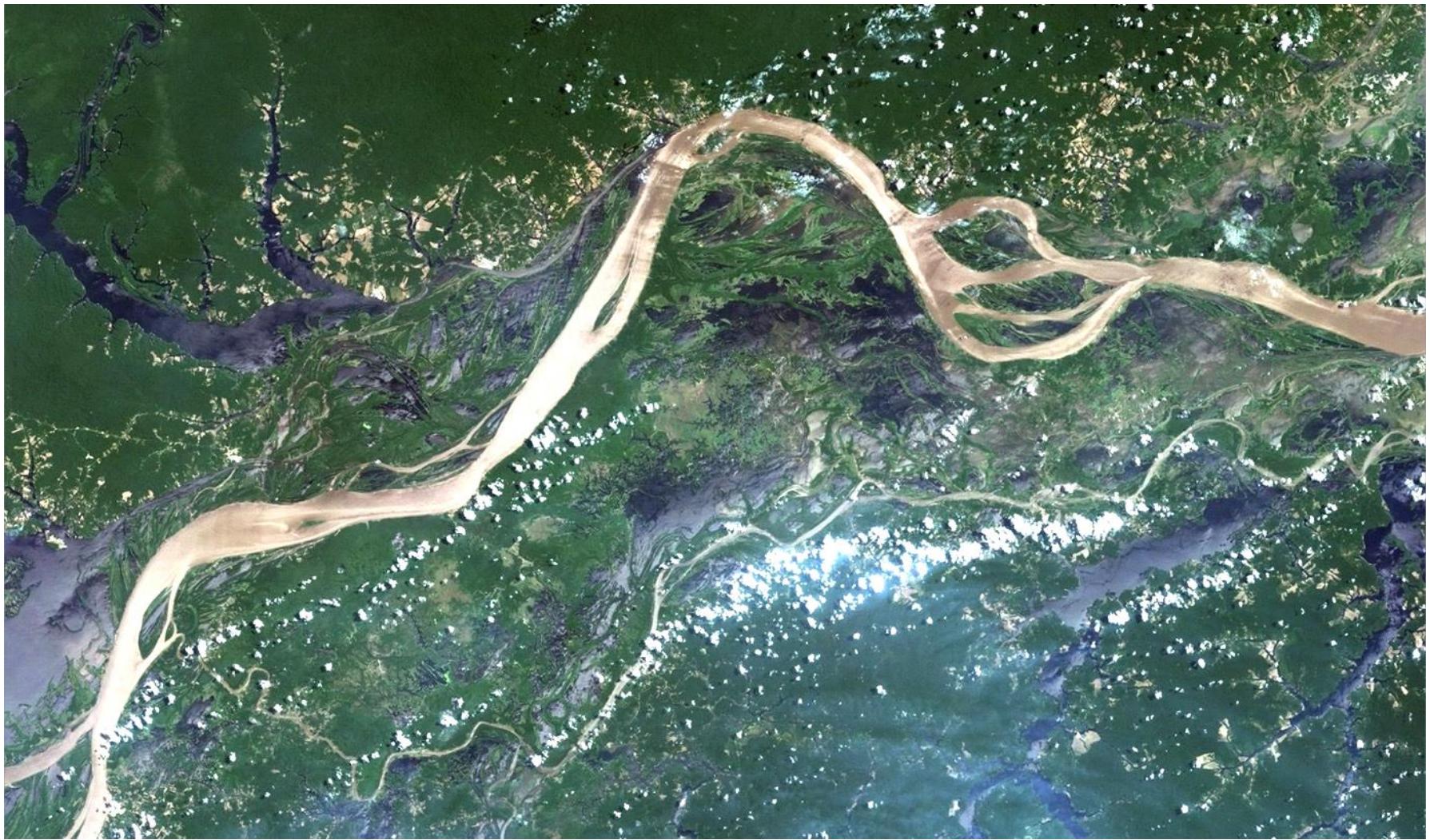
# Câmera MUX – Santa Juliana, MG



# Câmera WFI – Altamira, Pará



# Câmera WFI – Rio Amazonas, AM



# Câmera WPM – Rio de Janeiro, RJ



# Câmera WPM – São Paulo, SP



# Exemplos de Imagens

## Amazonia-1



# Câmera WFI – Burketown, Austrália



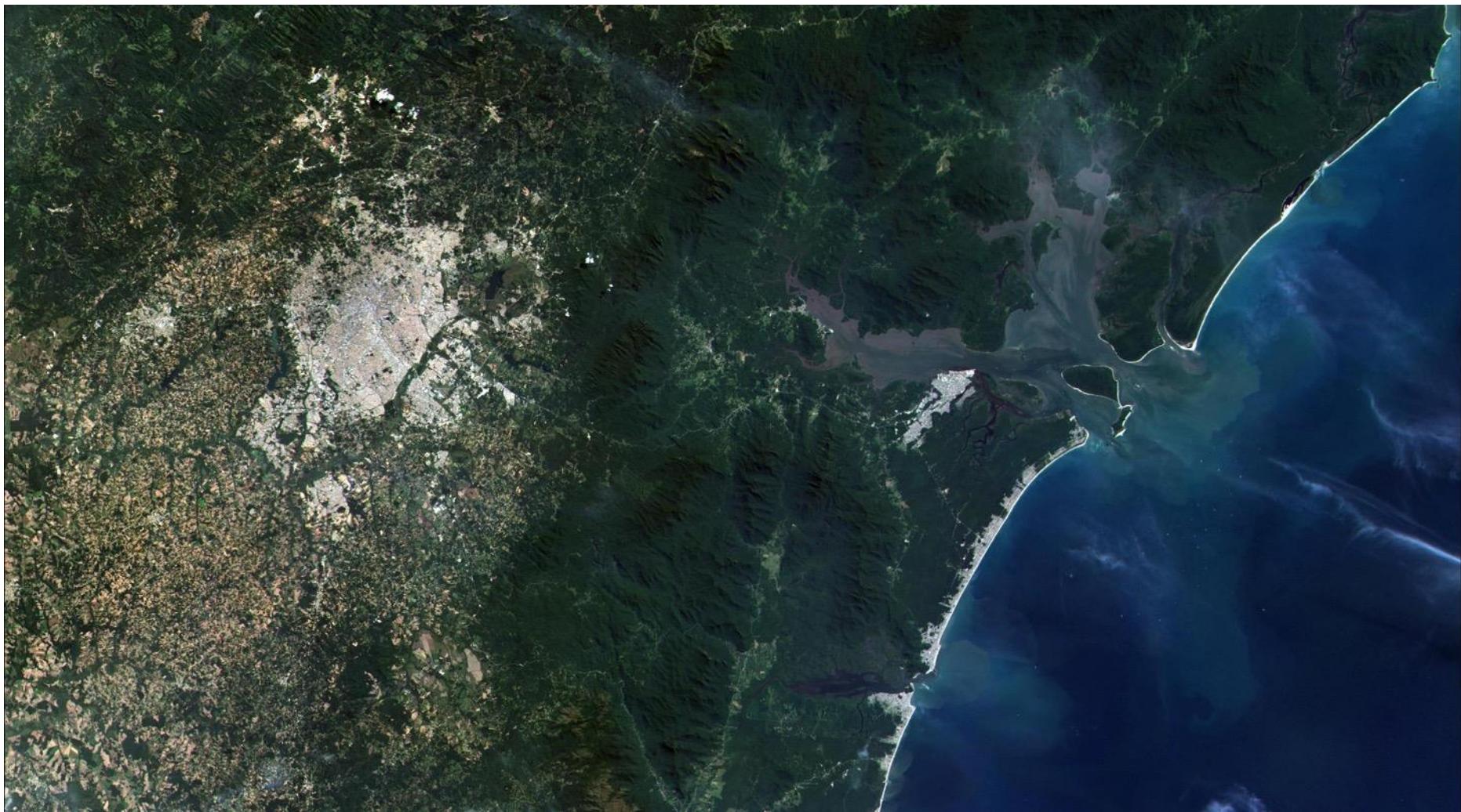
# Câmera WFI – L.E. Magalhães, Bahia



# Câmera WFI – Las Vegas, EUA



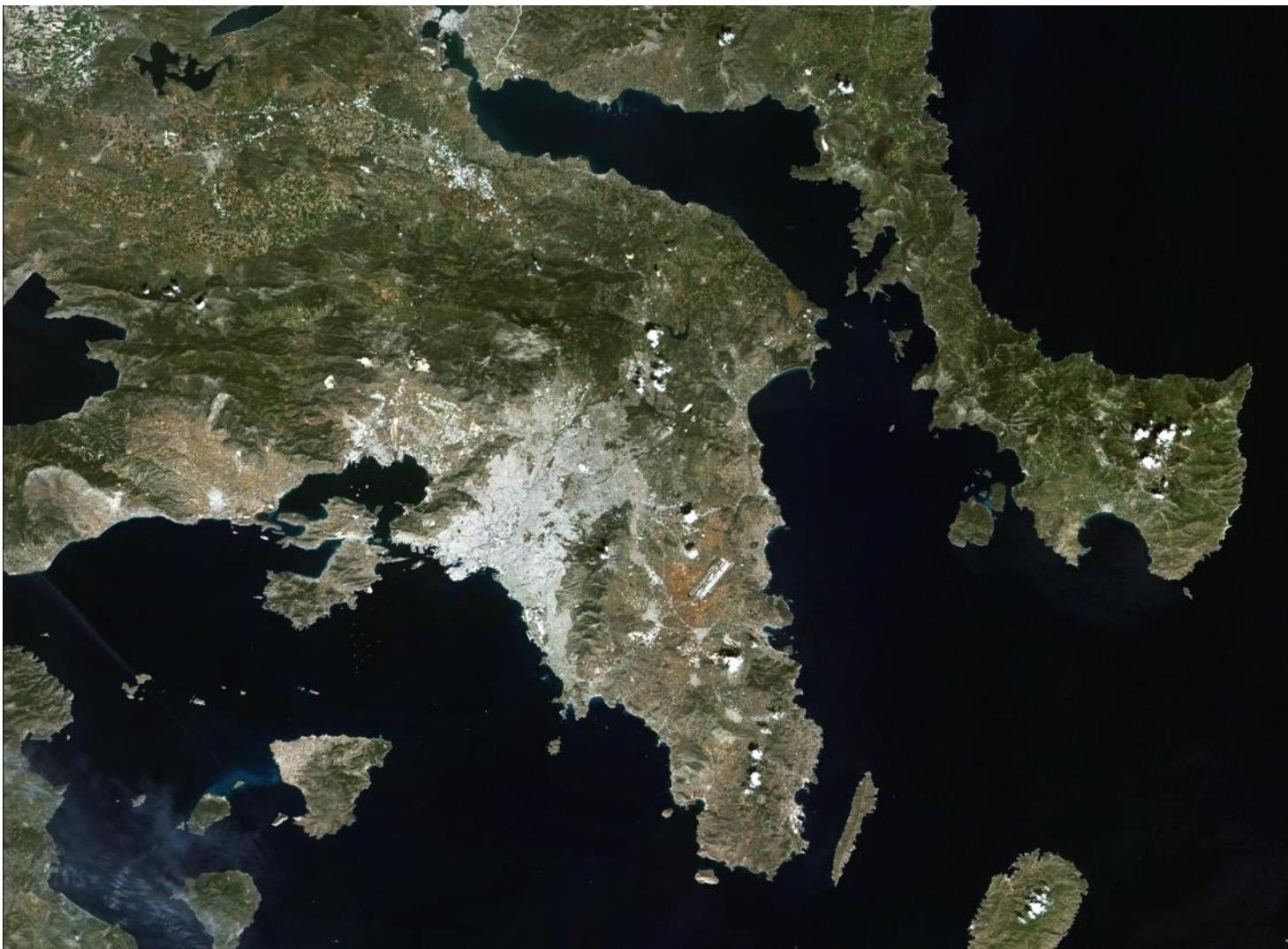
# Câmera WFI – Ilha do Mel, Paraná



# Câmera WFI – Buenos Aires, Argentina



# Câmera WFI – Atenas, Grécia

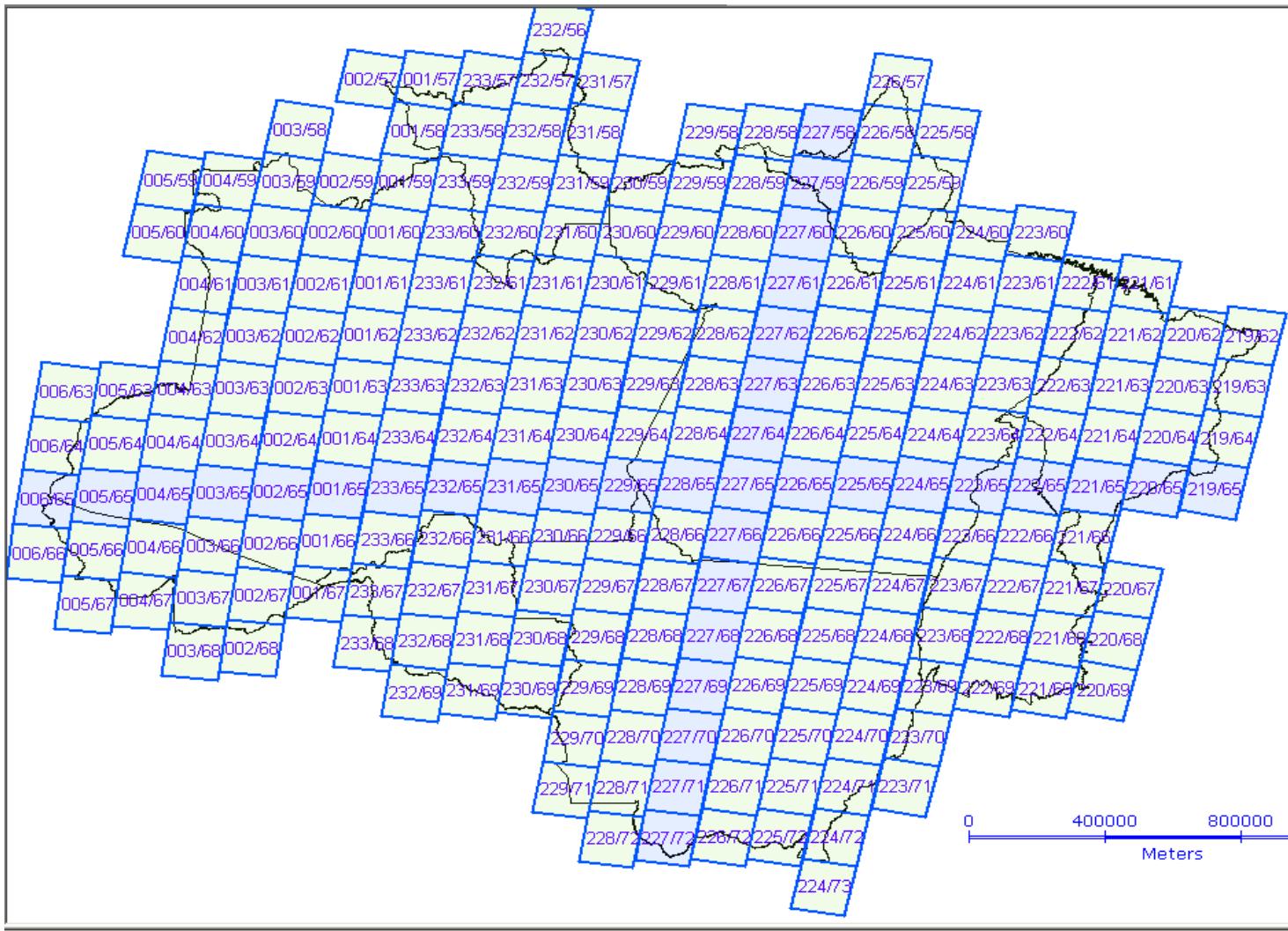


# Monitoramento de Florestas na Amazônia

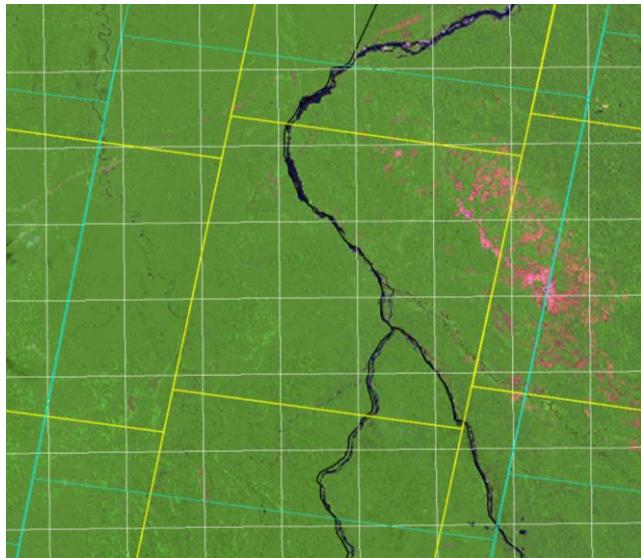
## **Corte Raso & Alertas em Tempo Real**



# Monitoramento da floresta Amazônica

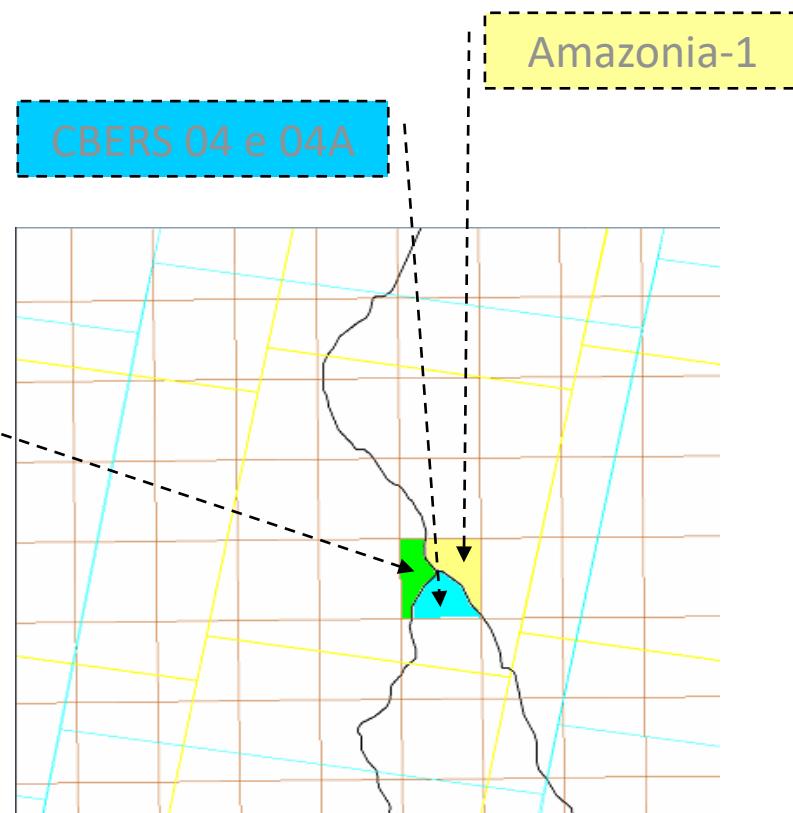


# Vários satélites para “driblar” as nuvens



Landsat-8

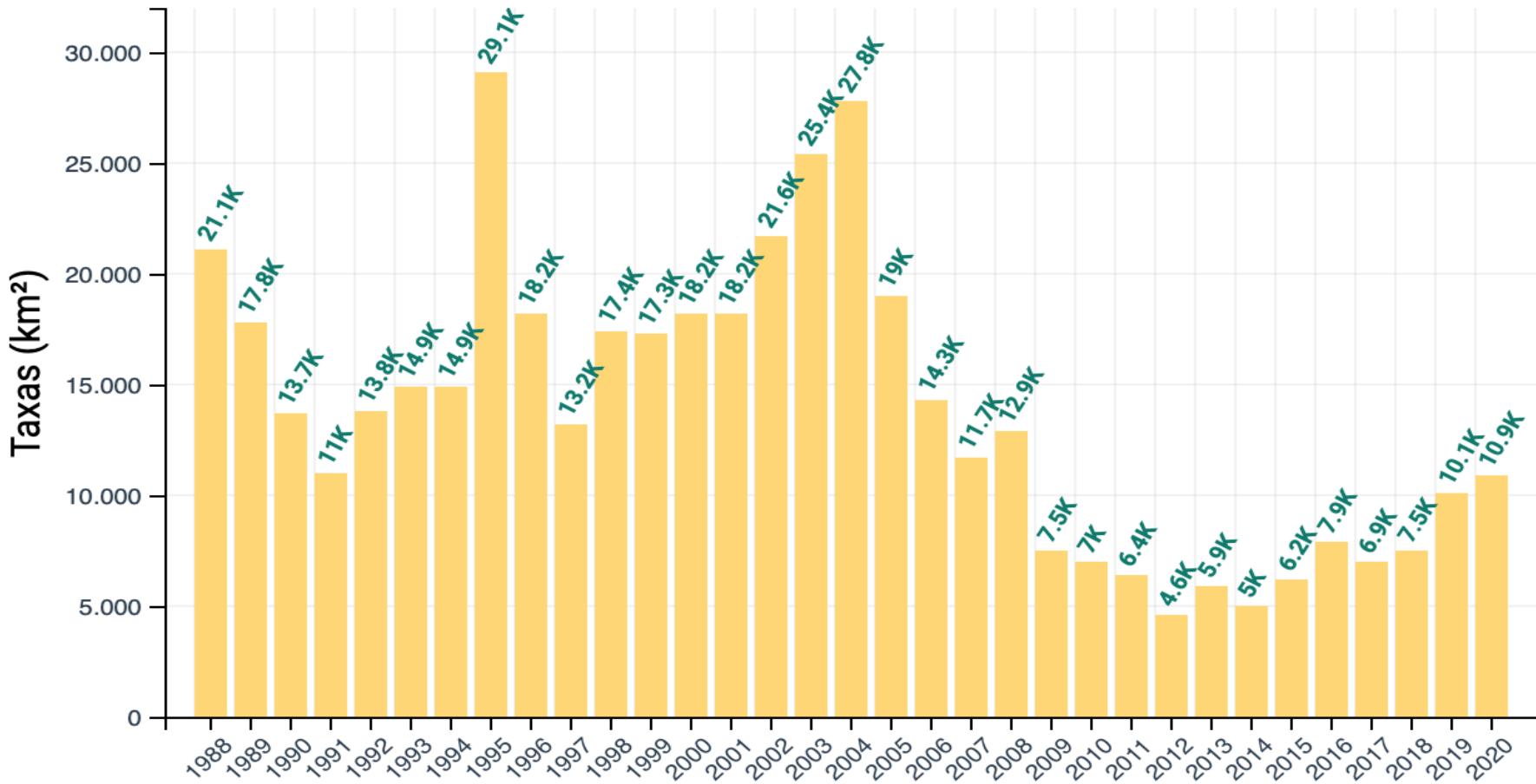
- LANDSAT
- CBERS
- SISPRODES
- Divisas de estados



# PRODES – corte raso desde 1988



## Taxas de desmatamento - Amazônia Legal - Estados



# DETER – alertas em tempo real

 TerraBrasilis  
DETER (Avisos)

Gráficos - Avisos Diários

-  Amazônia Legal
-  Bioma Cerrado

Gráficos - Agregado Mensal

-  Amazônia Legal
-  Bioma Cerrado

Ferramentas

-  Baixar Dados
-  Imprimir Gráficos

Análise - Amazônia Legal

Área dos avisos (km<sup>2</sup>)  Número de avisos

Username \_\_\_\_\_ Password \_\_\_\_\_ Entrar

Avisos de desmatamento **9.506,37 km<sup>2</sup>**

Avisos de degradação

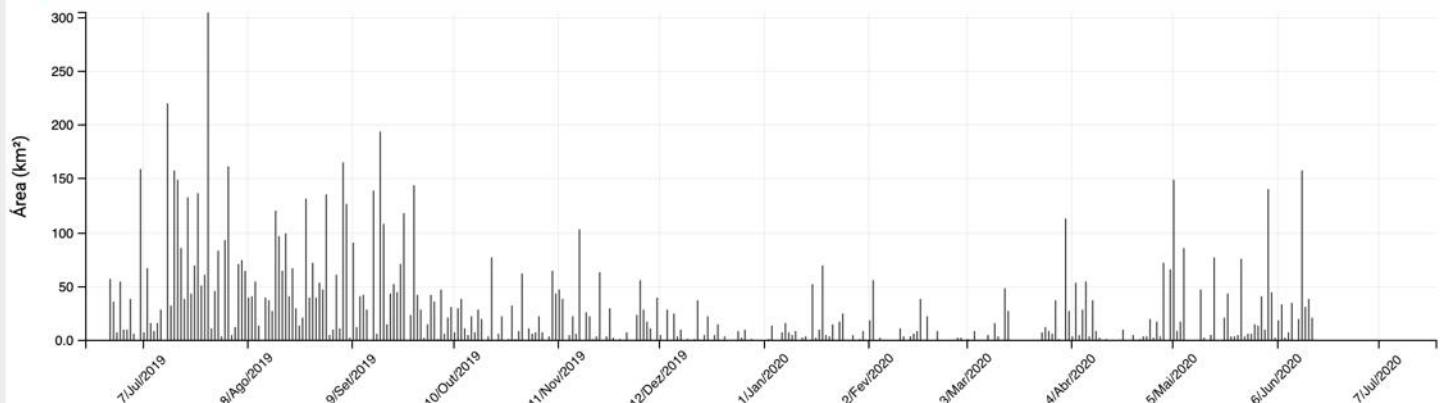
Todas as classes de aviso

Número de avisos **41.950**

Distribuição de área ao longo do tempo  
Exibindo dados para todo o intervalo do gráfico: 21/06/2019 - 11/06/2020

Atualizado até: 6/11/2020

Área (km<sup>2</sup>)



7.Jul/2019 8/Ago/2019 9/Sep/2019 10/Oct/2019 11/Nov/2019 12/Dec/2019 1/Jan/2020 2/Fev/2020 3/Mar/2020 4/Abr/2020 5/Mai/2020 6/Jun/2020 7/Jul/2020

TerraBrasilis 

# “Mais verdadeiro” se publicado em inglês?

## Improved Monitoring of Rainforests Helps Pierce Haze of Deforestation

Deforestation produces a significant amount of greenhouse gas emissions through burning, clearing, and decay. But exactly how much?

Twenty-five years ago, the best way for Brazilian scientists to gauge the rate of deforestation in the Amazon was to superimpose dots on satellite photos of the world's largest rainforest that helped them measure the size of the affected area. INPE, the government agency responsible for remote deforestation monitoring, didn't release regional maps and refused to explain its analytical methods. The result was data that few experts found credible.

Today, Brazil's monitoring system is the envy of the world. INPE has its own remote-sensing satellite, a joint effort with China launched in 1999, that allows it to publish yearly totals of deforested land that scientists regard as reliable. Using data from NASA's 7-year-old Terra satellite, INPE also provides automated weekly clear-cutting alerts that other tropical nations would love to emulate.

And image-analysis algorithms have eliminated the need for measurement dots. “They've really turned things around,” says forestry scientist David Skole of Michigan State University in East Lansing.

Generating good data on deforestation is more than an academic exercise. The process of cutting down forests and clearing the land—by burning the wood, churning soil for agriculture or grazing, and allowing the remaining biomass to decay—produces as much as 25% of the world's yearly emissions of greenhouse gases. That makes keeping tabs on deforestation a crucial issue for government officials negotiating future climate agreements—including a meeting next month in Bonn, Germany, and one next year in Bali to extend the 1997 Kyoto agreement after its 2012 expiration.

SCIENCE VOL 316 27 APRIL 2007



# Satélites de Observação da Terra

Tecnologias & Aplicações

[julio.dalge@inpe.br](mailto:julio.dalge@inpe.br)

# Obrigado!

