

Sensoriamento Remoto Orbital e Cartografia Derivada para Florestas e Meio Ambiente

- . Afinal de contas, como tudo isso começou?
- . Conceitos básicos
- . Principais sensores orbitais
- . Cartografia para Florestas e Meio Ambiente

Sergio Penna Laskowski

Desenvolvimento de Negócios

Senografia Sensoriamento Remoto

Afinal de contas, como tudo isso começou?

- O interesse do homem pelo meio que o cerca
- *Quanto mais alto, melhor se vê!*



Gaspard-Felix Tournachon (Nadar)



Boston, 13 oct 1860. 1600 feet

*Primeiro uso militar
do sensoriamento
remoto: 1865, EUA,
Guerra da Secessão*

Afinal de contas, como tudo isso começou?

- O interesse do homem pelo meio que o cerca
 - Quanto mais alto, melhor se vê!



**Equipamento de Julius Neubronner,
1903**



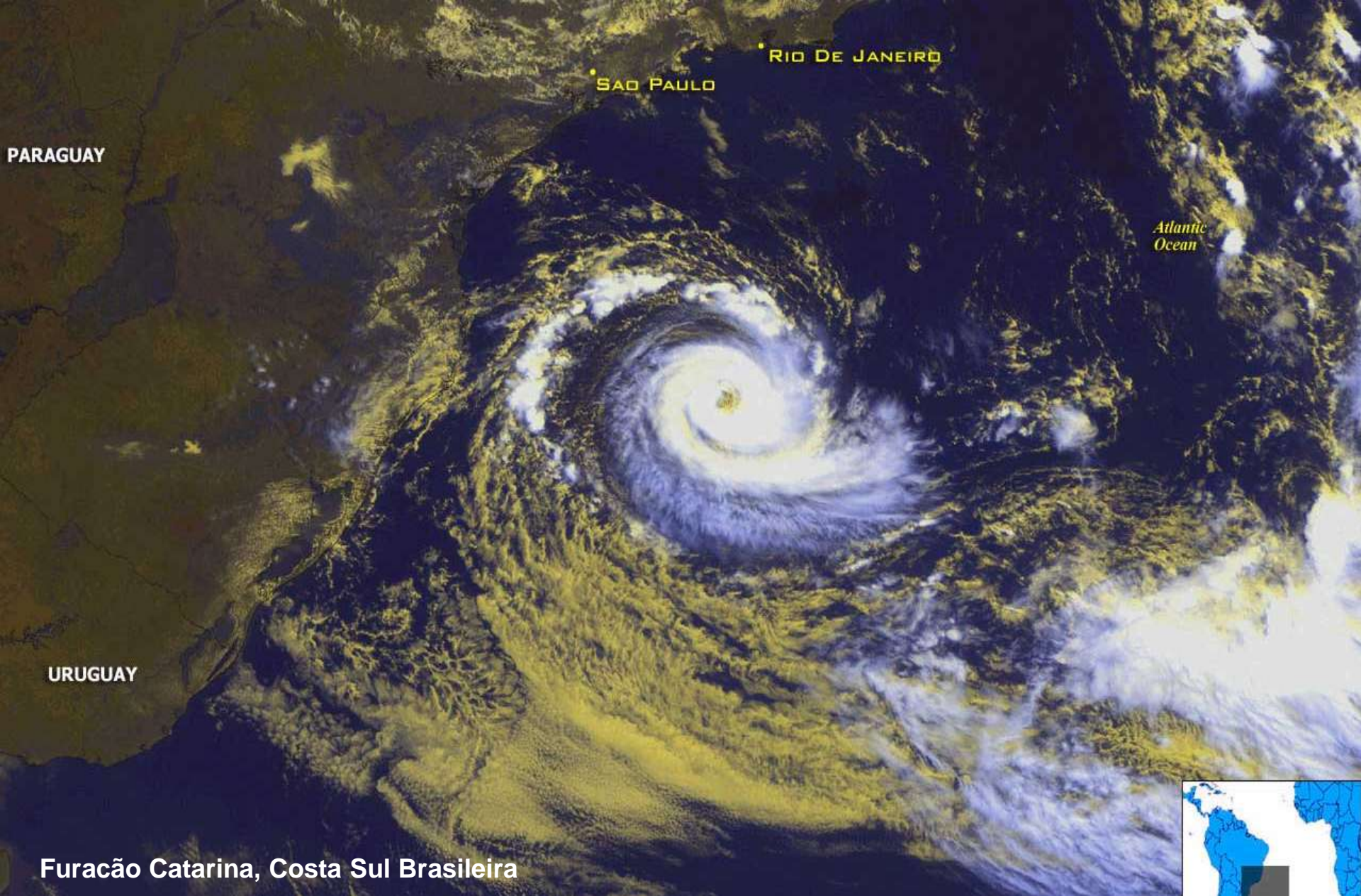
Kronberg, 1908



Interior de Portugal

Imagem do satélite QUICKBIRD
São Paulo - SP





Furacão Catarina, Costa Sul Brasileira



Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens

Alguns conceitos importantes em imagens de satélite:

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

- **NEWTON, 1822:** estudos sobre a luz e espectro luminoso. Constatou que um raio luminoso (luz branca) ao atravessar um prisma desdobrava-se em um feixe colorido.

Ao decompor a luz branca, Newton estava observando visualmente uma pequena faixa do espectro eletromagnético...

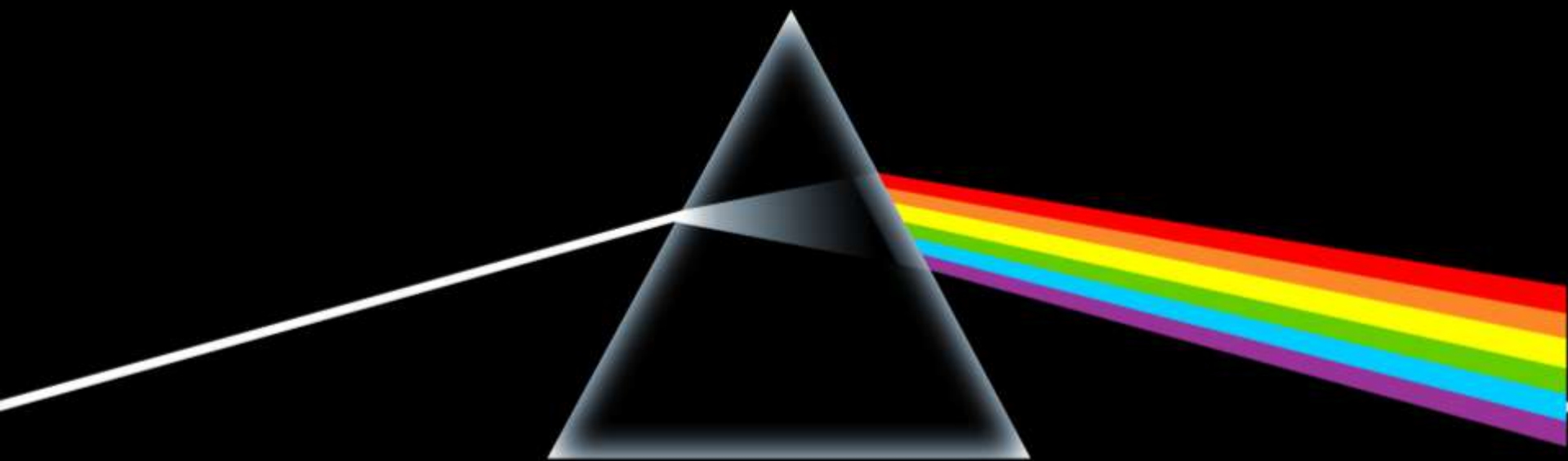
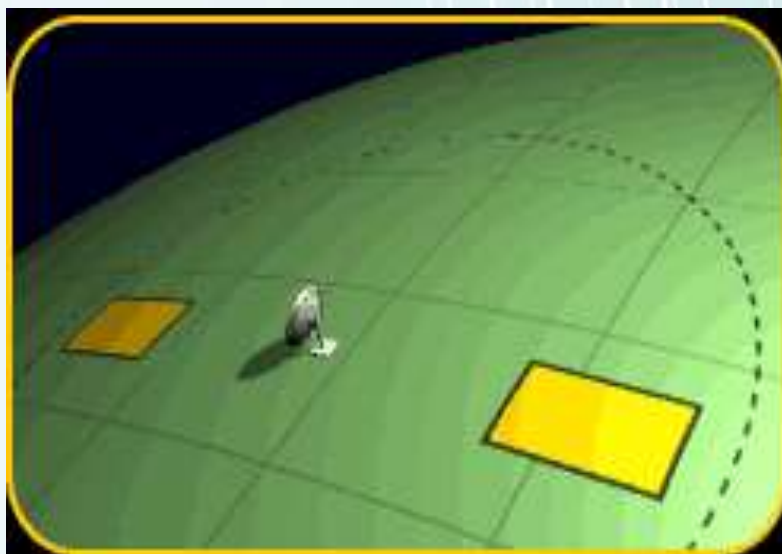


Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens

- **SENSOR:** Carregados a bordo dos satélites, são dispositivos que captam e registram a energia eletromagnética refletida ou emitida pela superfície do terreno, objetos e acontecimentos, incluindo os acidentes artificiais, os fenômenos físicos e as atividades humanas.



© 2000 Imagesat International

Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens


Assim, classificamos os principais sensores, de acordo com sua capacidade de "dividir o espectro eletromagnético" em mais ou menos bandas/faixas como:



- **Sensores pancromáticos** – A faixa imageada do espectro em apenas uma banda/faixa (imagem em tons de cinza)



- **Sensores multiespectrais** – Dividem a faixa do espectro imageada em várias bandas/faixas (até dezenas)



- **Sensores hiperespectrais** – Dividem a faixa do espectro imageada em muitas várias bandas/faixas (até centenas)

Cada banda em particular, carrega consigo a característica de melhor este ou aquele objeto-alvo (reflexões, absorções, etc.)

Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens

Cada banda/faixa do espectro imageado gera um arquivo de imagem independente;

A aplicação destas bandas (previamente seleccionadas de acordo com a necessidade do usuário) sobre os canais RGB (red, green, blue) é que gera a COMPOSIÇÃO COLORIDA, que pode ser em cores verdadeiras, falsas cores, cores naturais, etc.



A clássica composição Landsat: bandas 5, 4 e 3 aplicadas sobre os canais R, G e B respectivamente.

Esta composição é chamada “composição cores naturais”

Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens

Alguns conceitos importantes de imagens de satélite:

- **PIXEL:** De maneira simplificada: A menor unidade visível em uma imagem digital (raster).



Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens

Alguns conceitos importantes de imagens de satélite:

- **RESOLUÇÃO ESPACIAL:** a área da superfície terrestre observada instantaneamente por cada sensor, em outras palavras e a grosso modo podemos dizer "área sobre o terreno que um pixel recobre"...



Assim, temos imagens de **ALTA RESOLUÇÃO** (até 5m), de **MÉDIA RESOLUÇÃO** (até 20m) e de **BAIXA RESOLUÇÃO** (até 1Km)

Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens



*Imagem de BAIXA
RESOLUÇÃO
(Sensor Modis
500m, observamos
fitoplânctons em
suspensão na costa
da Argentina)*

Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens

*Imagem de
MÉDIA
RESOLUÇÃO
(Landsat 7 15m,
observamos
mancha urbana
de Guaratuba
PR. Detalhes de
relevo, áreas de
mangue e
oceano)*



Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens



**Imagem de ALTA
RESOLUÇÃO
(Ikonos PSM 1m
color,
observamos
recorte da região
central de
Curitiba, área da
Rodoferroviária)**

Imagem de Satélite não é fotografia!

Como os sensores remotos (passivos) captam as imagens

DIFERENCIAL IMPORTANTE DAS IMAGENS DE SATÉLITES
EM RELAÇÃO A MERAS IMAGENS DIGITAIS:

"Cada pixel está espacialmente localizado, isto é,
ESTÁ GEORREFERENCIADO

(em diversos níveis de precisão, desde o nível bruto até materiais de alta precisão)."

E FINALMENTE:

A CAPACIDADE DE UM SATÉLITE OU SISTEMA VOLTAR A
IMAGEAR O MESMO LUGAR SOBRE A TERRA É CHAMADO DE
RESOLUÇÃO TEMPORAL

★ 1972



Satélites Imageadores

PROGRAMA LANDSAT

7 satélites do Programa Landsat desde 1972 , sendo que 6 deles forneceram imagens da Terra:

- ENORME BANCO DE IMAGENS PARA TODO A SUPERFÍCIE TERRESTRE
 - CENAS DE 185 X 185 Km
 - RESOLUÇÃO TEMPORAL 16 DIAS
- DADOS ATUAIS SOMENTE DO LANDSAT 5 COM 30m DE RESOLUÇÃO**

Landsat 1: Lançado em 23/07/72 - Desativado em 06/01/78

Landsat 2: Lançado em 22/01/75 - Desativado em 52/02/82

Landsat 3: Lançado em 05/03/78 - Desativado em 31/03/83

Landsat 4: Lançado em 16/07/82 - Não imageia, porém não está desativado

Landsat 5: Lançado em 01/03/84 - Ativo até o momento

Landsat 6: Lançado em 05/10/93 - Perdido após o lançamento

Landsat 7: Lançado em 15/04/99 - Ativo normalmente até 31-05-03, e em modo SLC-OFF depois desta data, com a qualidade das imagens muito prejudicadas

LANDSAT 7 ETM+
15m de resolução espacial
Arapoti e Jaguaíva - PR. Aplicação: Estudos Florestais.

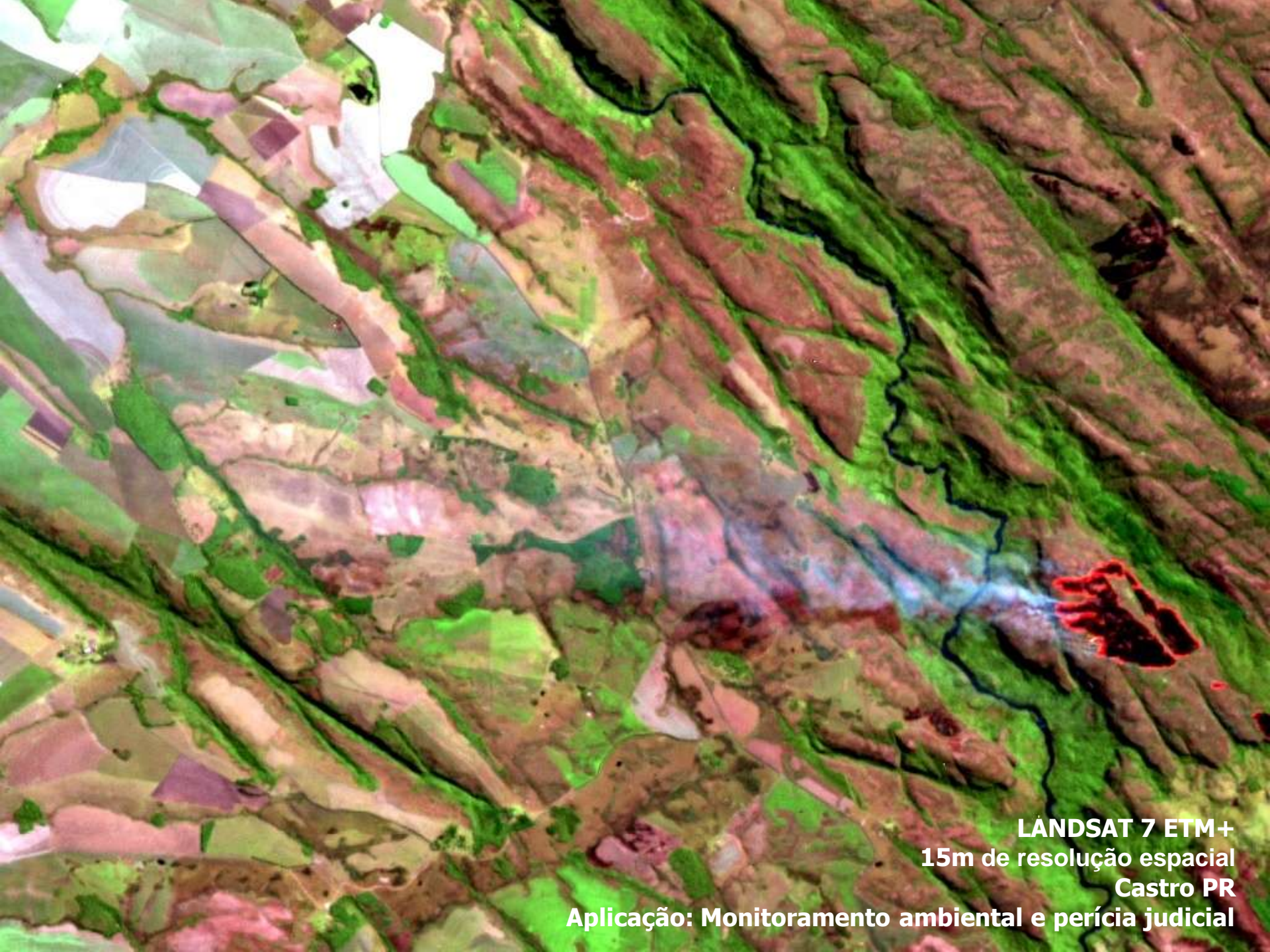


LANDSAT 7 ETM+
15m de resolução espacial
Ilha Bela SP.
Aplicação: Meio Ambiente.





LANDSAT 7 ETM+
15m de resolução espacial
São Carlos SP
Aplicação: Estudos de bacias hidrográficas.



LANDSAT 7 ETM+
15m de resolução espacial
Castro PR

Aplicação: Monitoramento ambiental e perícia judicial

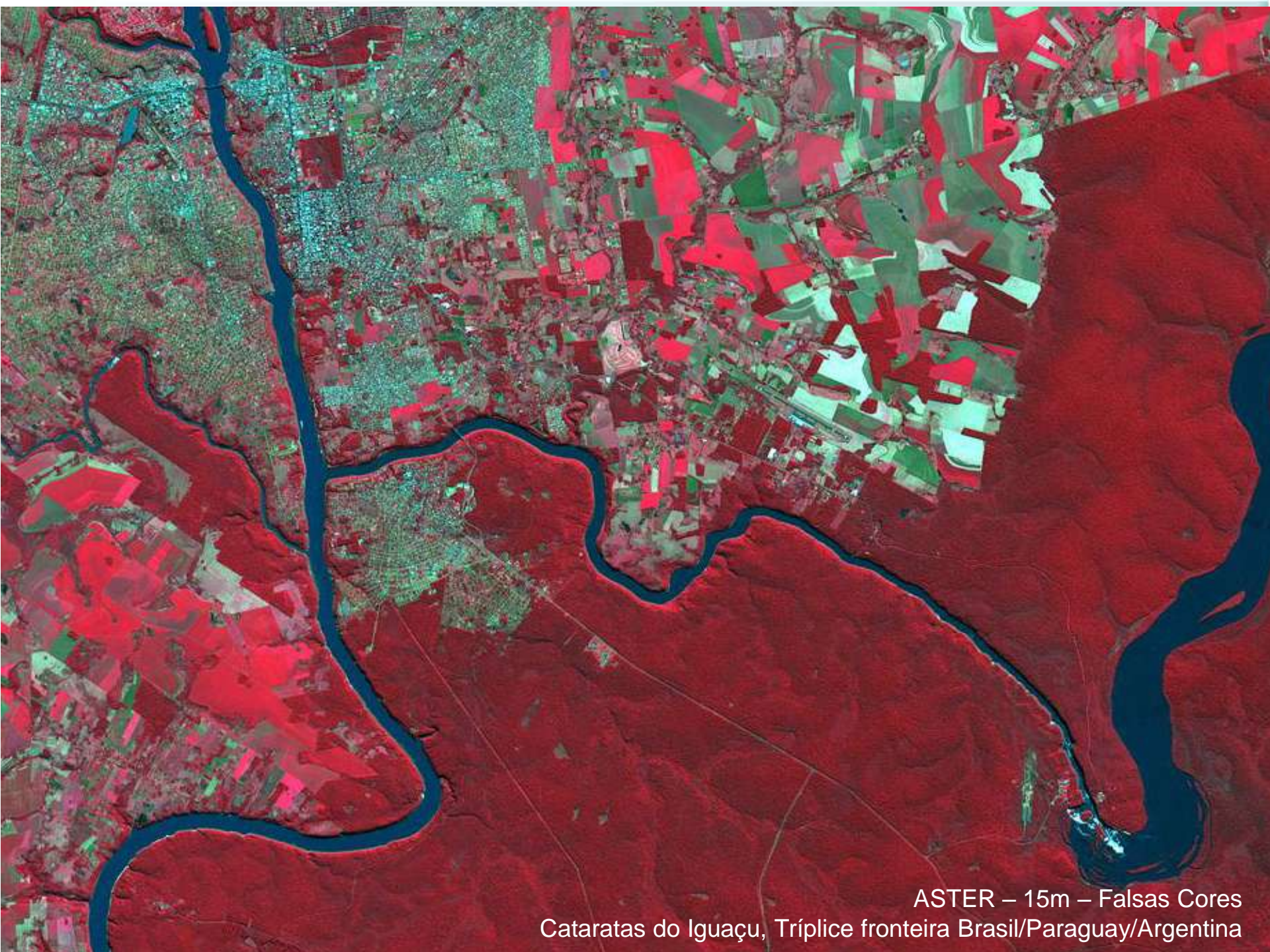
Satélites imageadores



ASTER

Sensor experimental a bordo do EOS-1 - Terra

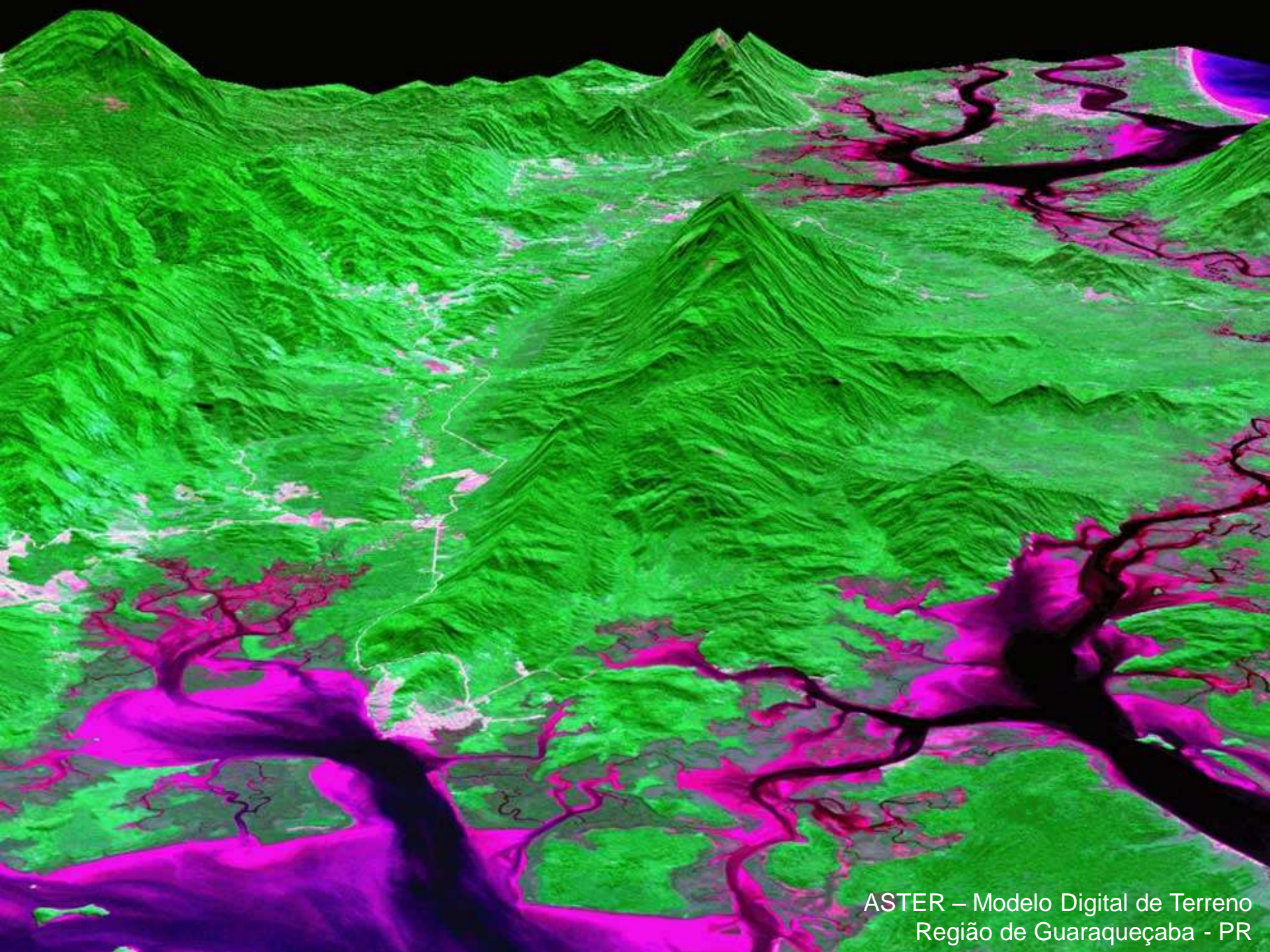
- IMAGENS DE 15 a 90m (nativo)
- POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DO MODELO DIGITAL DO TERRENO (3D a partir de pares estereoscópicos adquiridos na mesma passagem / órbita)
 - IMAGEAMENTO NÃO SISTEMÁTICO
 - TEMPO LIMITADO DE IMAGEAMENTO DURANTE A ÓRBITA
- RESOLUÇÃO TEMPORAL VARIÁVEL (INSTRUMENTO SECUNDÁRIO NA PLATAFORMA)
 - CENAS DE 60 X 60 Km



ASTER – 15m – Falsas Cores
Cataratas do Iguazu, Tríplice fronteira Brasil/Paraguay/Argentina

ASTER – Modelo Digital de Terreno
Monte Ararat – Área de conflito entre Armênia e Turquia





ASTER – Modelo Digital de Terreno
Região de Guaraqueçaba - PR

★ 2008



Satélites imageadores

RAPIDEYE

- CONJUNTO DE 5 SATÉLITES GÊMEOS
- ALTA RESOLUÇÃO TEMPORAL – CAPACIDADE DE REVISITA DIÁRIA
- 6,5m DE RESOLUÇÃO ESPACIAL, REAMOSTRADO A 5m PARA ENTREGA
- PEQUENAS ÁREAS – ENTREGA DE DADOS DE ACERVO MUITO ÁGIL
- PROGRAMAÇÃO MÍNIMA 5.000 km²
- CUSTO ACESSÍVEL



Concepción - Chile



★ 2006

† abril 2011

Satélites Imageadores



ALOS

SENSOR PRISM: Imagens PANCROMÁTICAS de 2,5m nativo
SENSOR AVNIR-2: Imagens MULTIESPECTRAIS de 10m nativo
SENSOR PALSAR: Imagens PANCROMÁTICAS, até 6.25m, Radar (Ativas).

POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DO MODELO DIGITAL DE TERRENO
(visada Triplet do PRISM)

RESOLUÇÃO TEMPORAL DE 40 DIAS

ALOS, sensor AVNIR-2 – 10m
Área agrícola – interior de São Paulo.



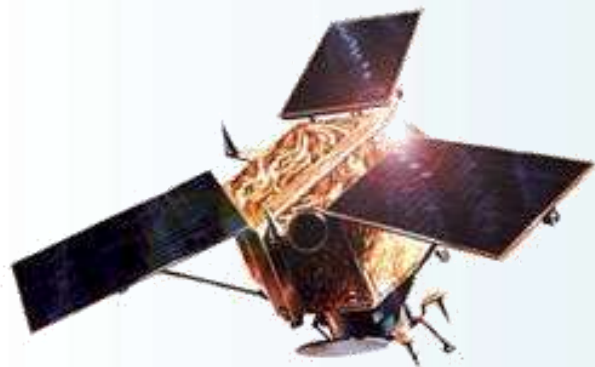
**ALOS, sensor PRISM, fusão com AVNIR-2
2,5m de resolução espacial
Búzios RJ**



ALOS, sensor PRISM, fusão com Landsat
2,5m de resolução espacial
Interior de São Paulo



★ 1999



Satélites Imageadores

IKONOS

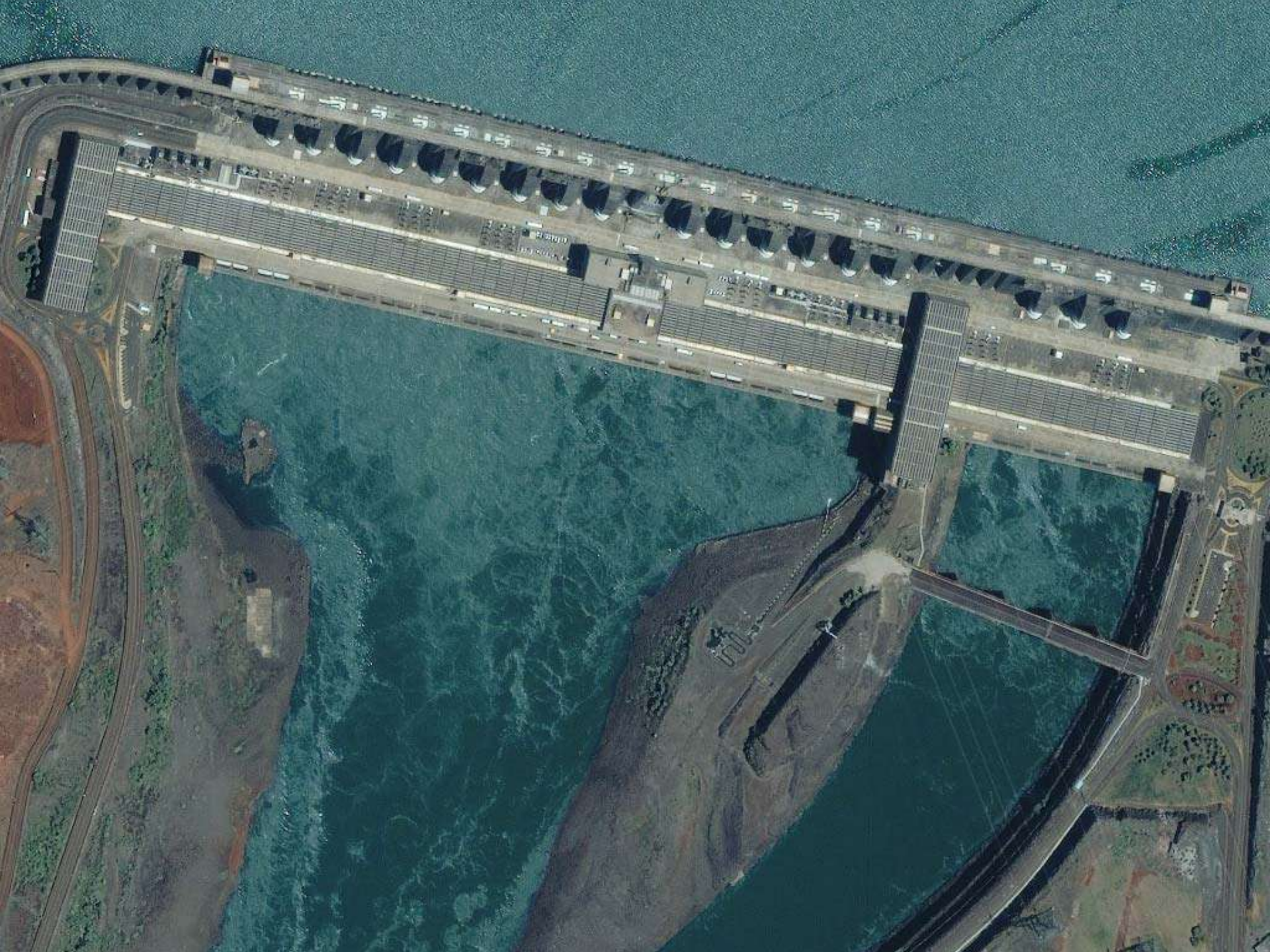
- O PRIMEIRO SATÉLITE COMERCIAL COM IMAGENS DE 1m
- IMAGENS PANCROMÁTICAS DE 1m e MULTIESPECTRAIS DE 4m
 - GERAÇÃO DE IMAGENS COLORIDAS COM 1m
- GERA PARES ESTEREOSCÓPICOS NA MESMA ÓRBITA (PASSAGEM)
- CAPACIDADE DE REVISITA DE 2.9 DIAS NO MODO PAN E 1.5 DIAS NO MS



Ikonos 1m
Itaipu / Foz do Iguacu PR











Ikonos 1m

Rio de Janeiro / Resgate da plataforma P34

Bacia de Campos



★ 2001



Satélites Imageadores

QUICKBIRD

0,60m DE RESOLUÇÃO ESPACIAL NA BANDA PANCROMÁTICA
2,4m DE RESOLUÇÃO ESPACIAL NAS BANDAS MULTIESPECTRAIS
IMAGENS FUSIONADAS COM ATÉ 0,60m
RESOLUÇÃO TEMPORAL 3,5 DIAS

NÃO GERA PARES ESTEREOSCÓPICOS NA MESMA PASSAGEM (órbita)



January 1, 2004



Sri Lanka

Análise Multitemporal

Tsunamis 2004



December 26, 2004

São Paulo - SP



Satélites Imageadores



Geoeye-1

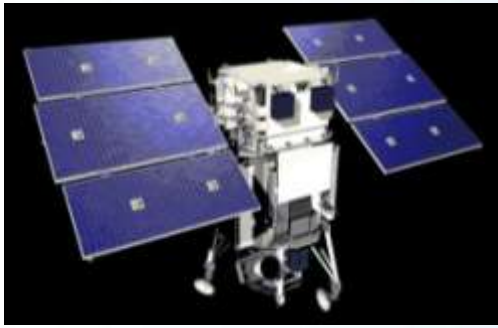
- IMAGENS ENTREGUES COM 0,5 m
- IMAGENS PANCROMÁTICAS DE 0,41 m
- IMAGENS MULTIESPECTRAIS DE 1,64 m
- GERAÇÃO DE IMAGENS COLORIDAS COM 0,5 m
- GERA PARES ESTEREOSCÓPICOS NA MESMA ÓRBITA (PASSAGEM)
- RESOLUÇÃO TEMPORAL DE 3 DIAS

São Paulo - SP



São Paulo - SP





Satélites Imageadores

SOMENTE
PANCROMÁTICO

PANCROMÁTICO E
MULTIESPECTRAL 8 BANDAS

WorldView 1 e WorldView-2

★ 2007

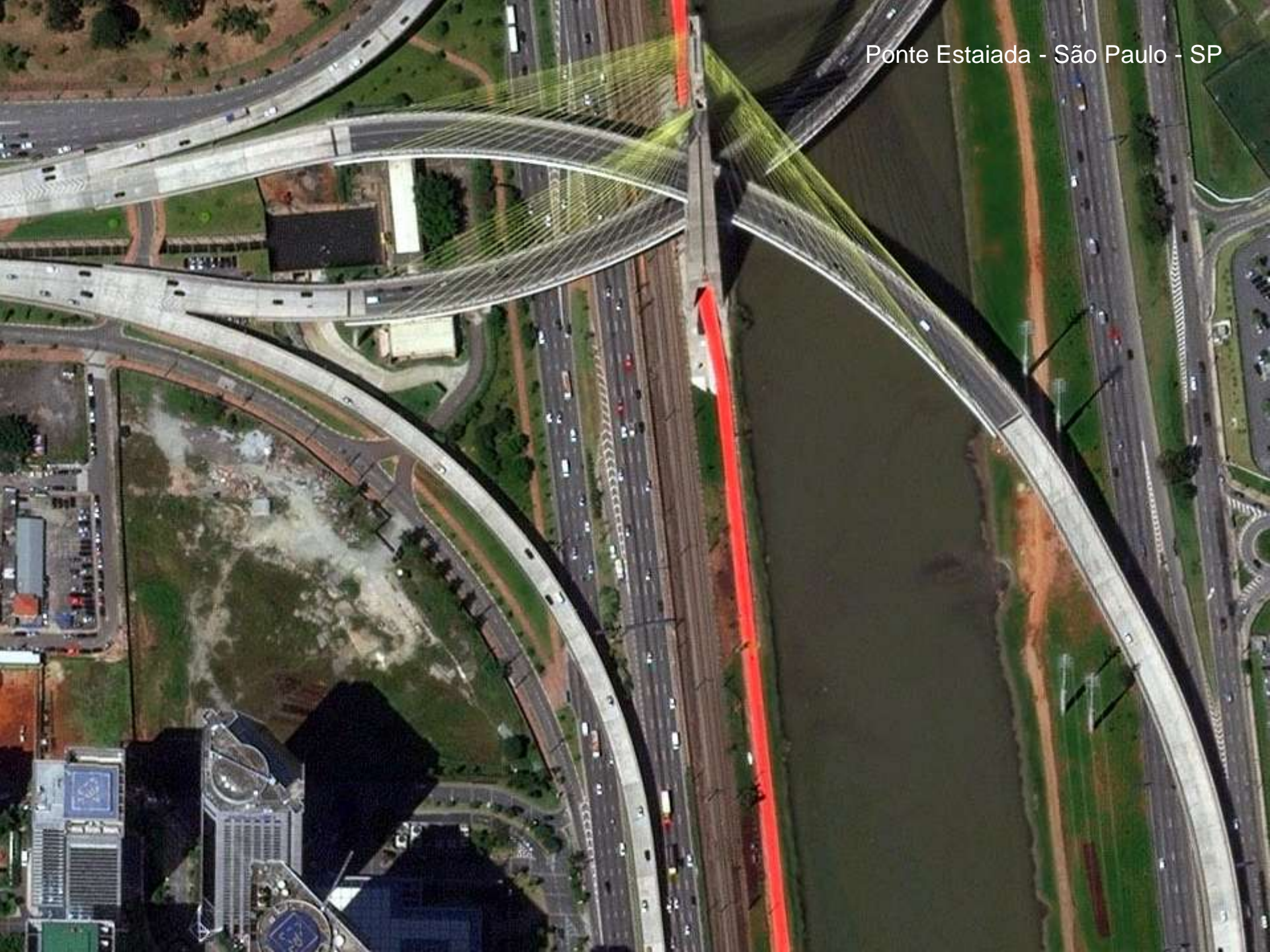
★ 2009

- IMAGENS ENTREGUES COM 0,5 m
- IMAGENS PANCROMÁTICAS DE 0,46 m
- IMAGENS MULTIESPECTRAIS DE 2 m (WV-2)
- GERAÇÃO DE IMAGENS COLORIDAS COM 0,5 m (WV-2)
- GERAM PARES ESTEREOSCÓPICOS NA MESMA ÓRBITA (PASSAGEM)
- RESOLUÇÃO TEMPORAL DE 1,7 DIAS



WorldView-1 – Washington DC

Ponte Estaiada - São Paulo - SP



Principais Sensores Orbitais

Tabela Resumida de Instrumentação Disponível e Resolução Espacial

Satélites:	Instrumentos: PAN: pancromático MS: multiespectral	Resolução Espacial:
WorldView-1	PAN (faz estereoscopia)	0,50m
WorldView-2	PAN + MS (faz estereoscopia)	0,50m
Geoeye-1	PAN + MS (faz estereoscopia)	0,50m
QuickBird	PAN + MS	0,60m
Ikonos	PAN + MS (faz estereoscopia)	1m
ALOS (Prism)	PAN (faz estereoscopia)	2,5m
SPOT	PAN	2,5
Dubaisat	PAN + MS	2,5 e 5m
SPOT	MS	5m
Rapideye	PAN + MS	5m
ALOS (AVNIR-2)	MS	10m
CBERS	PAN + MS	20m
Landsat	PAN + MS	30m

Cartografia Derivada para Florestas e Meio Ambiente

Considere sempre:

Resolução espacial *versus* escala cartográfica

Precisão necessária para seu projeto

Temporalidade das imagens (acervo ou programação)

Dimensão do empreendimento, pixel

Legislação vigente

Quantificação de Produção por Classificação Digital

- Área produtiva
- Área de lavoura
- Tipo de produção
- Contagem digital



Identify Results

Layer: <Top-most layer>

Inter_L_h
Location: (742682,114507)

Field	Value
FID	88252
Shape	Polygon
AREA	10,65625
PERIMETER	15,127332
INTER_L_H	88254
INTER_L_H1	88253
TAL_LA3_	109
TAL_LA3_2D	245
ESTRATO	1
DIST_LIN	41,180000
PE_LIN	7
DIS_ELIN	55,26
PE_ELIN	8
SM	6
FOTO	0
DIST_PE_L1	5,883
DIST_PE_EL	6,907
AREA_CITRU	
NLM_TALHAO	1479
DIF_TEXT	1479
LA3_DISS_	95873
LA3_DISS_I	95872
DISS	1
NB_PES	1



PINUS

ESCALA 1:20.000



3118140,08

3208108,7

205264,86

245681,41

3118140,08

15296,11

11087,5

1446020,94

537104,92

74818,78

30387,5

17203,72

51981,24

42015,62

26046,88

110796,86

104919,74

214871,41

75899,36

PINUS

40459,37

6906039,16

234946,87

253000,01

253510,33

21828,13

459634,39

155225

964955,33

782300,83

0

635943,21

89550

35128,13

13120,24

570052,15

950160,03

131656,48

335588,71

41400

375539,28

281100000

147015,62

254446,88

423570,32

ESCALA 1:20.000



Mapeamento multitemporal

Cerro Azul - PR



Attributes of Area_Araucaria_1991			
Id	Area_hectares	Area_km2	Descricao
1	757,977	7,580	Mata de Araucárias
2	1909,637	19,096	Mata de Araucárias

Record: 1 2 Show: All Selected Records (1 out of 2 Selected.) Options

Attributes of Area_Araucaria_1999			
Id	Area_hectares	Area_km2	Descricao
1	757,977	7,580	Mata de Araucárias
2	1460,102	14,601	Mata de Araucárias

Record: 1 Show: All Selected Records (1 out of 2 Selected.) Options

495000

496000

497000



CARTA IMAGEM DE SATÉLITE

LEGENDA

- Perímetro
- Hidrografia
- Estradas
- Curvas
- Nativa Estágio Inicial
- Nativa Estágio Avançado
- Áreas Abertas
- Corpos d'Água
- Reflorestamento
- Área de APP Preservadas
- Área de APP a Recompôr

USO DO SOLO		
	ha	%
Nativa Estágio Inicial	8,19	0,44
Nativa Estágio Avançado	156,39	8,42
Áreas Abertas	109,17	5,85
Estradas	0,55	0,03
APP Preservada	104,45	5,60
APP a Recompôr	37,65	2,02
Total da Área de Preservação Permanente	142,10	7,62
Reserva Legal (Prevista em Lei, 20%)	89,96	4,60
Área Total	419,89	22,61

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Imagem Spot 5
 Órbita ponto: 708/400
 Data do imageamento 02/09/2005
 Composição colorida 4R,1G,2B
 com 5 metros de resolução .

OBSERVAÇÕES

Perímetro fornecido pelo contratante.

ESCALA 1:15.000

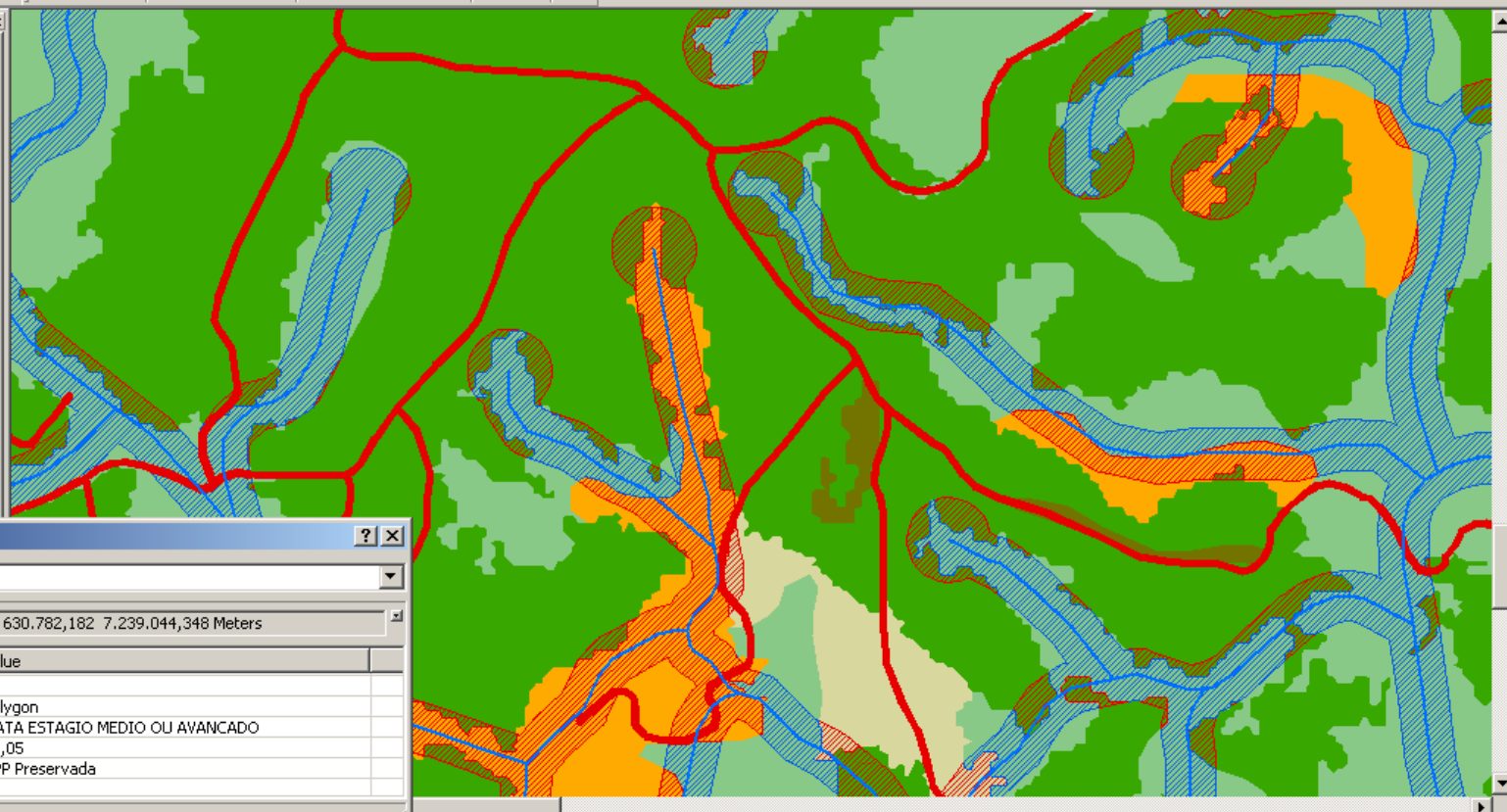
7264000

7263000

7262000

FAZENDA AMBIENTAL PARANA

- PERIMETRO
- HIDROGRAFIA
 - APP
 - APP_USO
 - APP Preservada
 - APP a Recompôr
- USO_SOLO
 - classe
 - AREA DE CAMPO
 - AREA DE CAPOEIRA
 - CORPO D'AGUA
 - MATA NATIVA ESTAGIO MEDIO C
 - REFLORESTAMENTO
 - REFLORESTAMENTO FALHA
 - SOLO EXPOSTO
 - URBANIZACAO
 - VIAS



Identify

Identify from: <Top-most layer>

Location: 630.782,182 7.239.044,348 Meters

Field	Value
FID	61
Shape	Polygon
classe	MATA ESTAGIO MEDIO OU AVANÇADO
AREA_HA	36,05
APP	APP Preservada

Identified 1 feature

484000 486000 488000 490000



USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

LEGENDA

- Perímetro
- Hidrografia
- Estradas
- Contorno
- Matas Residuais
- Matas Residuais Avulsas
- Áreas Alagadas
- Cursos d'Água
- Reflorestamento
- Área de APP Florestada
- Área de APP Não Florestada

USO DO SOLO		
	Ha	%
Matas Residuais	8.10	0,49
Matas Residuais Avulsas	100,00	5,24
Áreas Alagadas	100,00	5,25
Cursos d'Água	1,00	0,01
APP Florestada	100,00	5,25
APP Não Florestada	11,42	0,62
Área de APP Florestada (Reserva Legal - 20%)	100,00	5,25
Área de APP Não Florestada (Reserva Legal - 20%)	23,40	1,23
Área Total	164,92	8,71

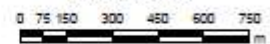
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Imagem Spot 5
 Órbita ponto: 708/400
 Data do imageamento 02/09/2005
 Composição colorida 4R, 1G, 2B
 com 5 metros de resolução .

OBSERVAÇÕES

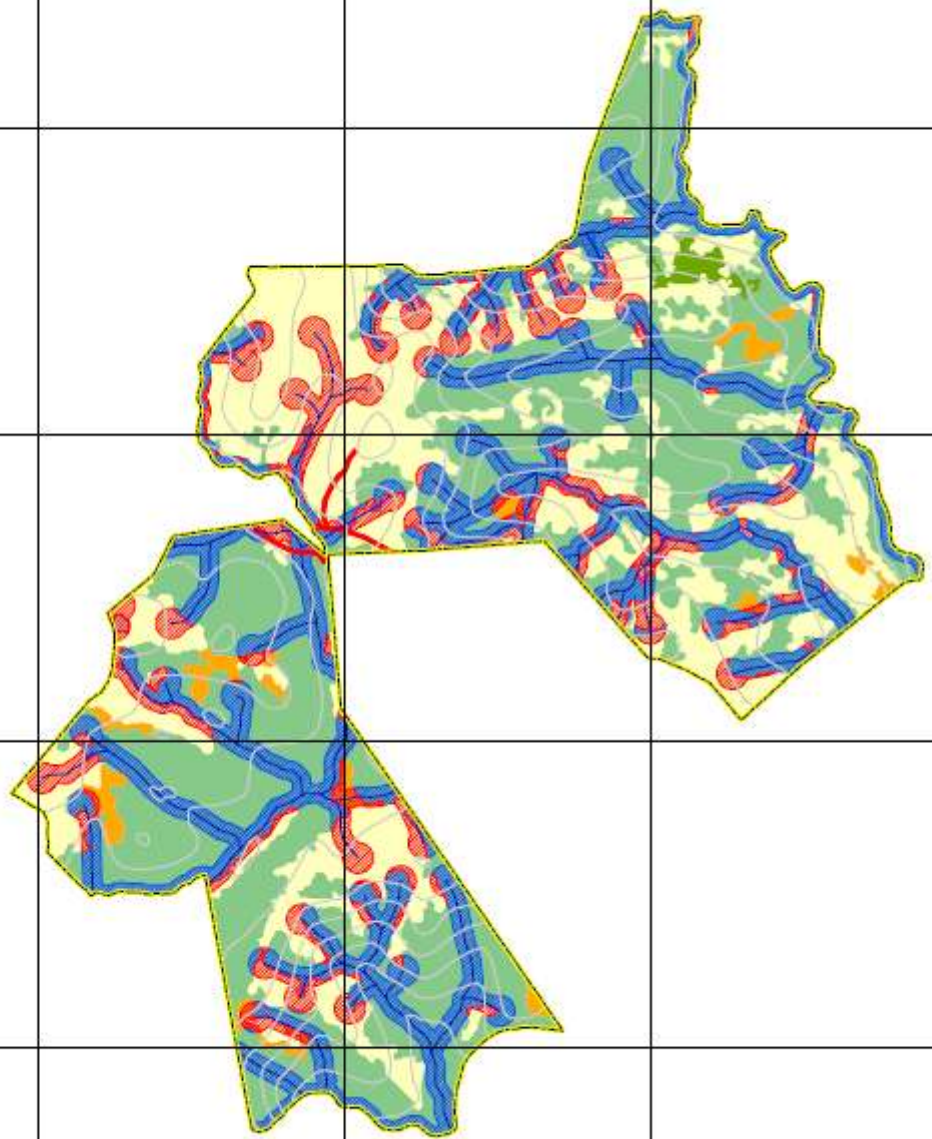
Perímetro fornecido pelo contratante.

ESCALA 1:15.000



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM)
 Origem da Quilometragem UTM: Equador e Meridiano 51° W Gr
 Acrescidas das Constantes 10.000 Km e 500 Km, respectivamente
 Datum Horizontal: SAD - 69

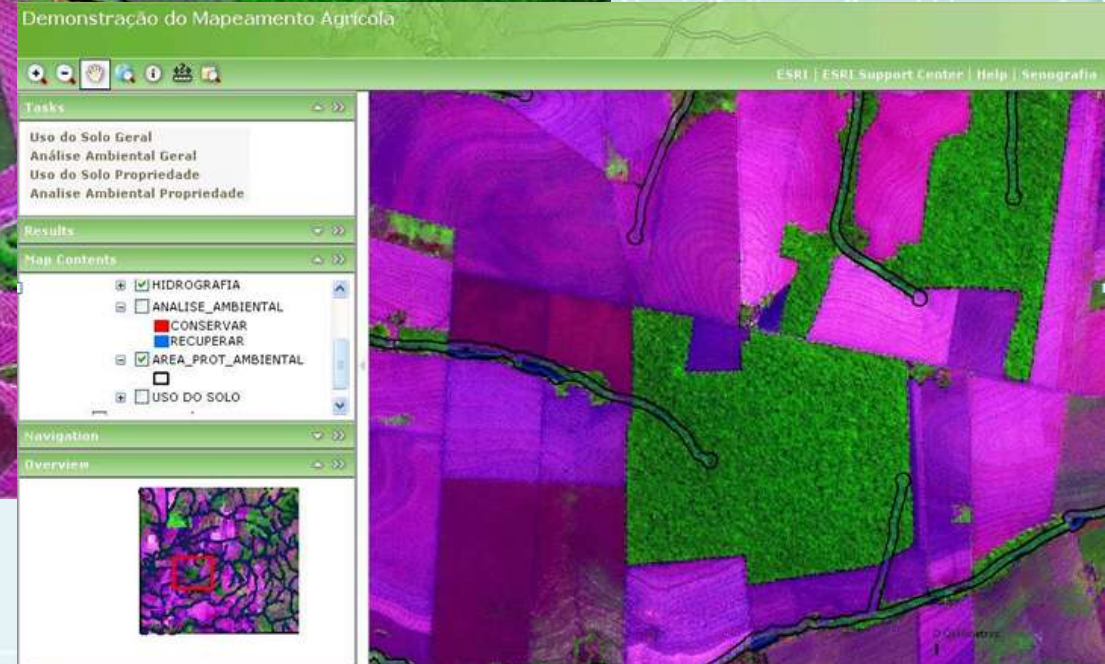
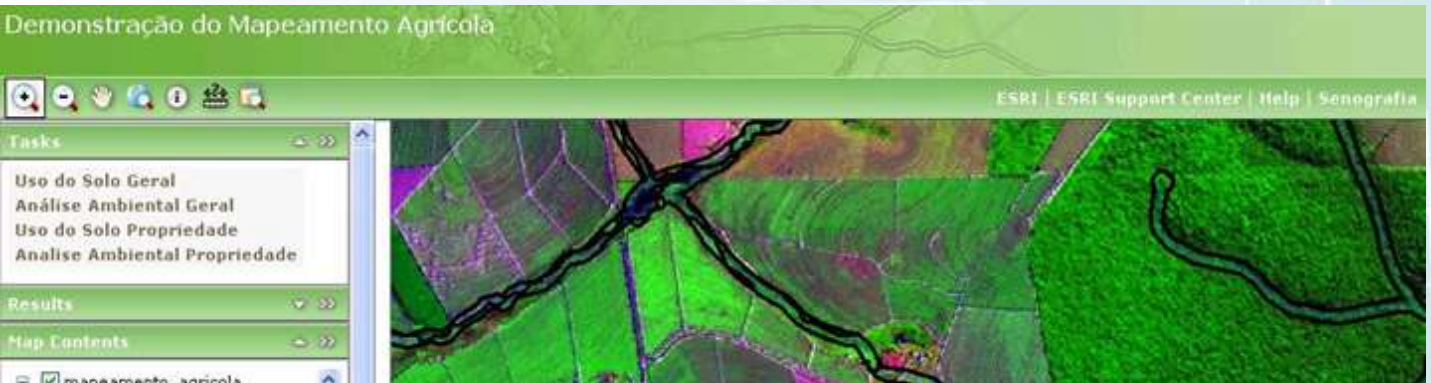
LOCALIZAÇÃO



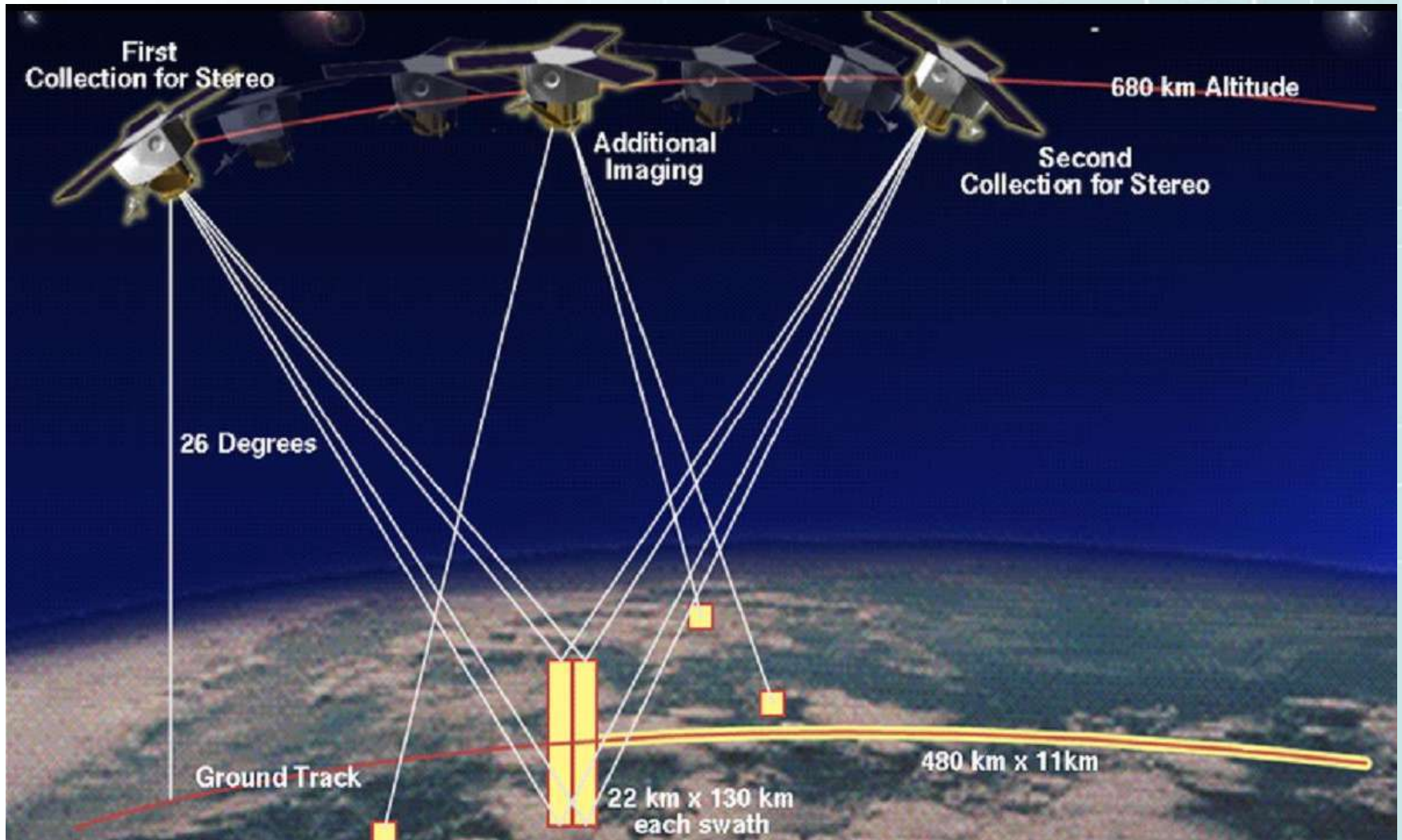
484000 486000 488000 490000

Zoneamento agropecuário

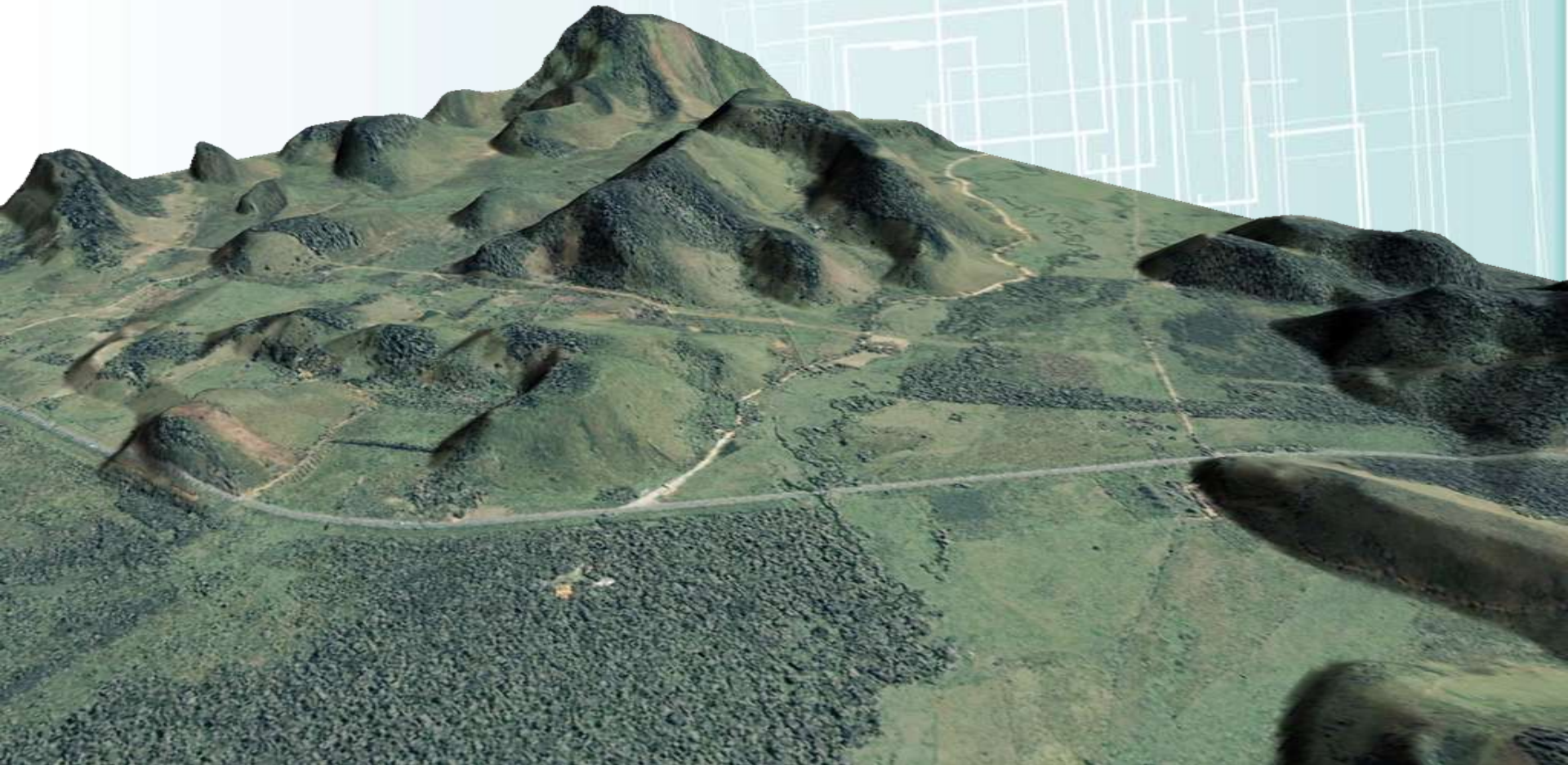
Monitoramento de produção de safras



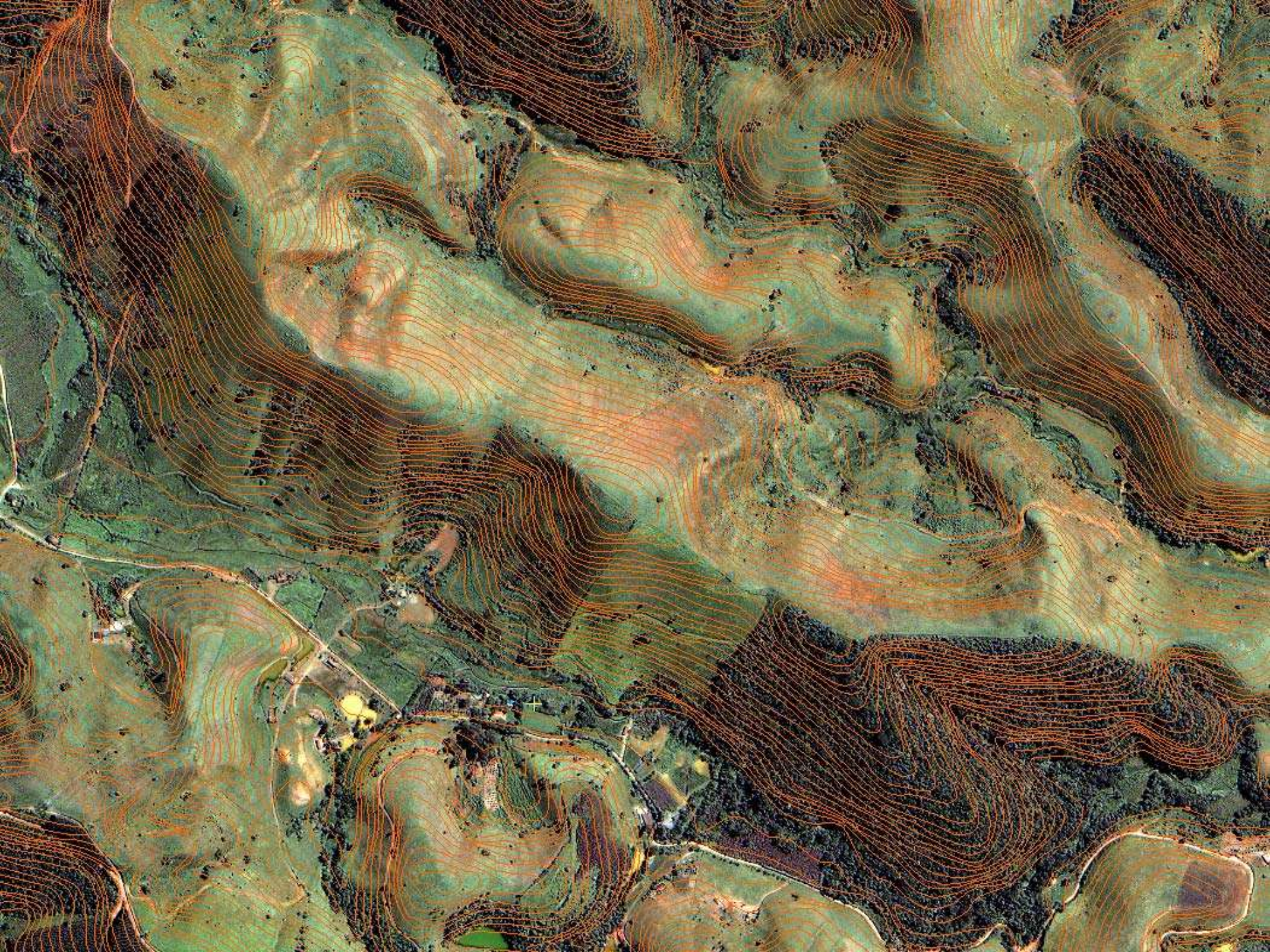
MDT com Fins Altimétricos ESTEREOSCOPIA



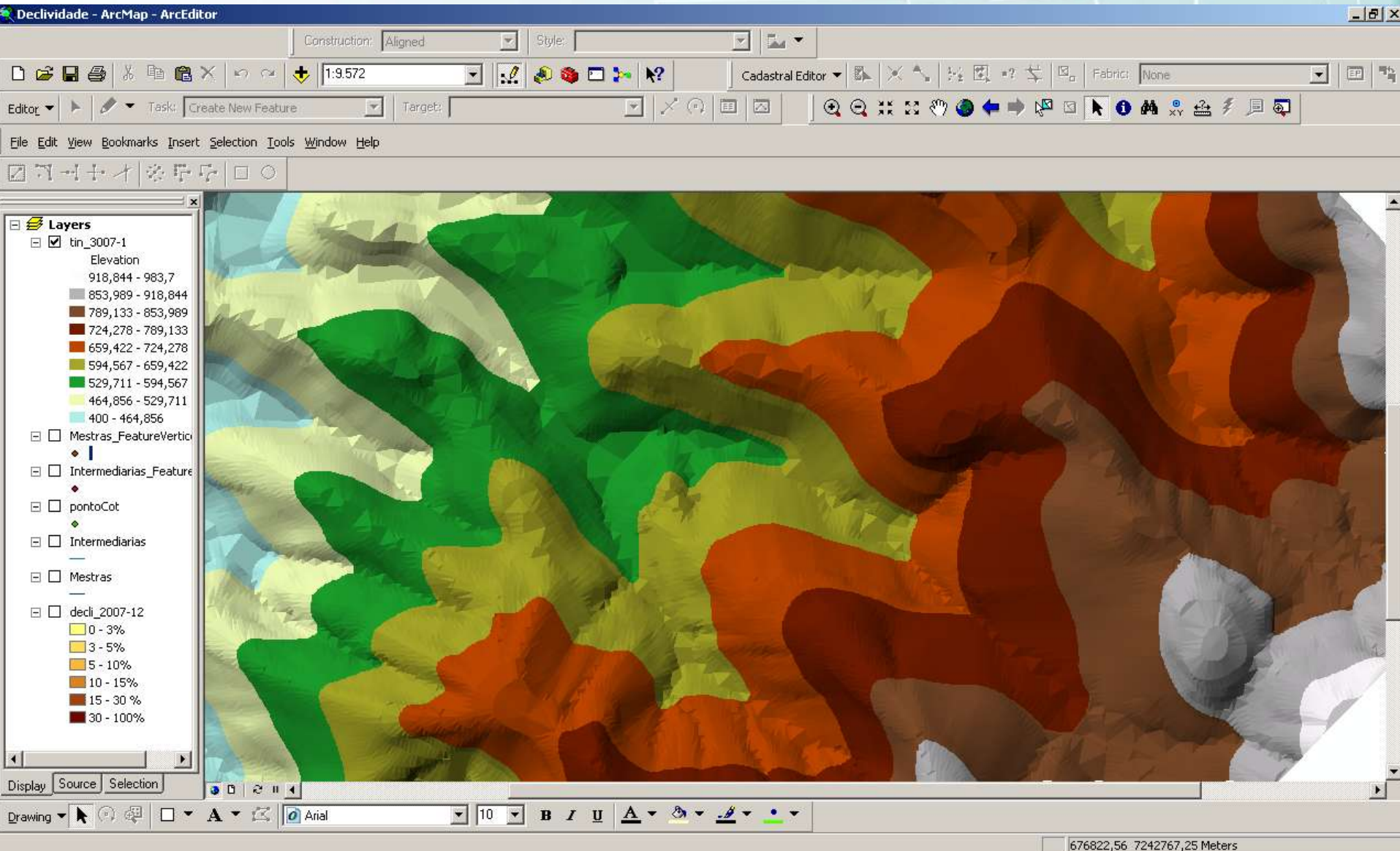
MDT com Fins Altimétricos

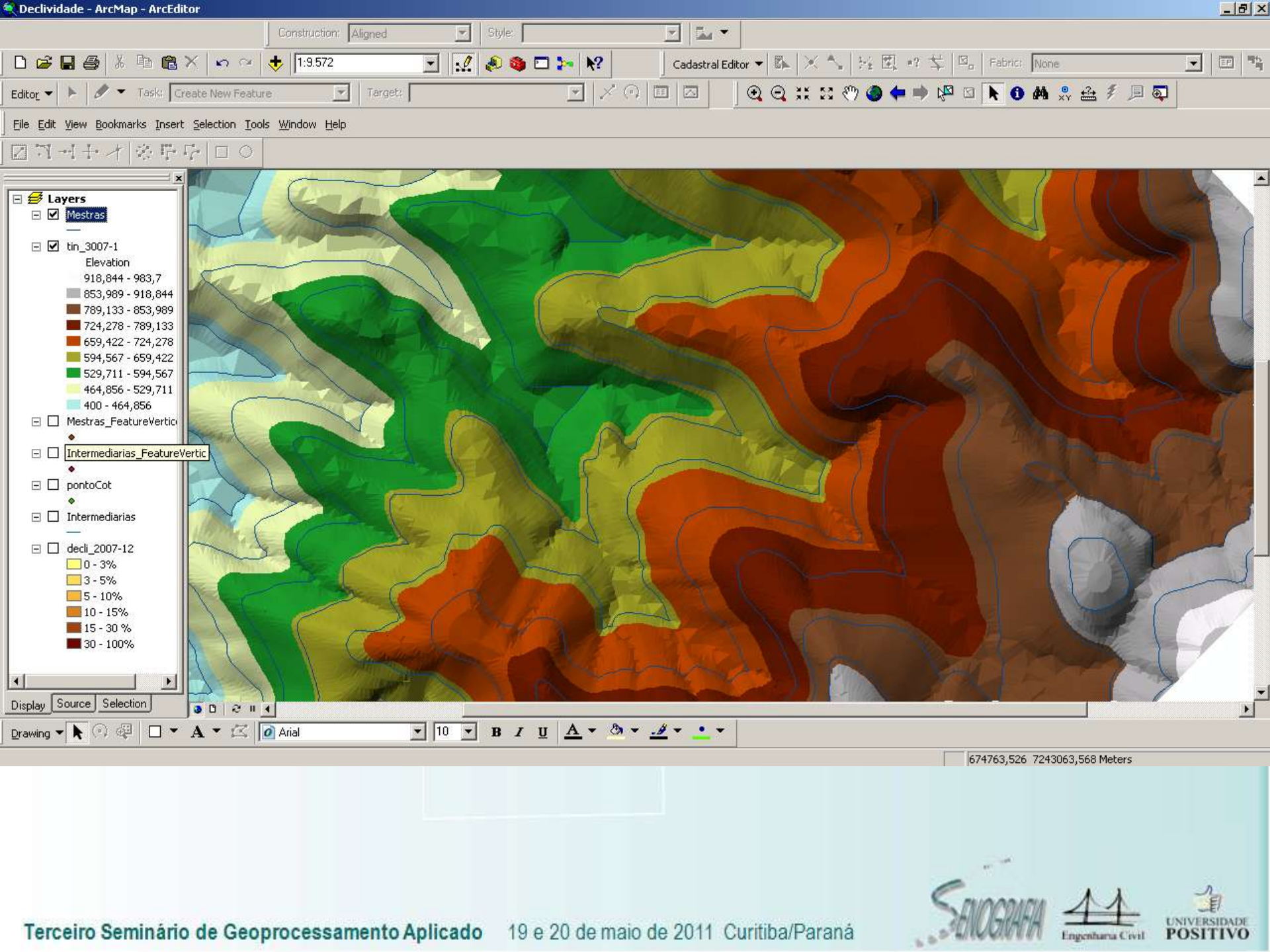






Mapeamento da Declividade do Terreno





Layers

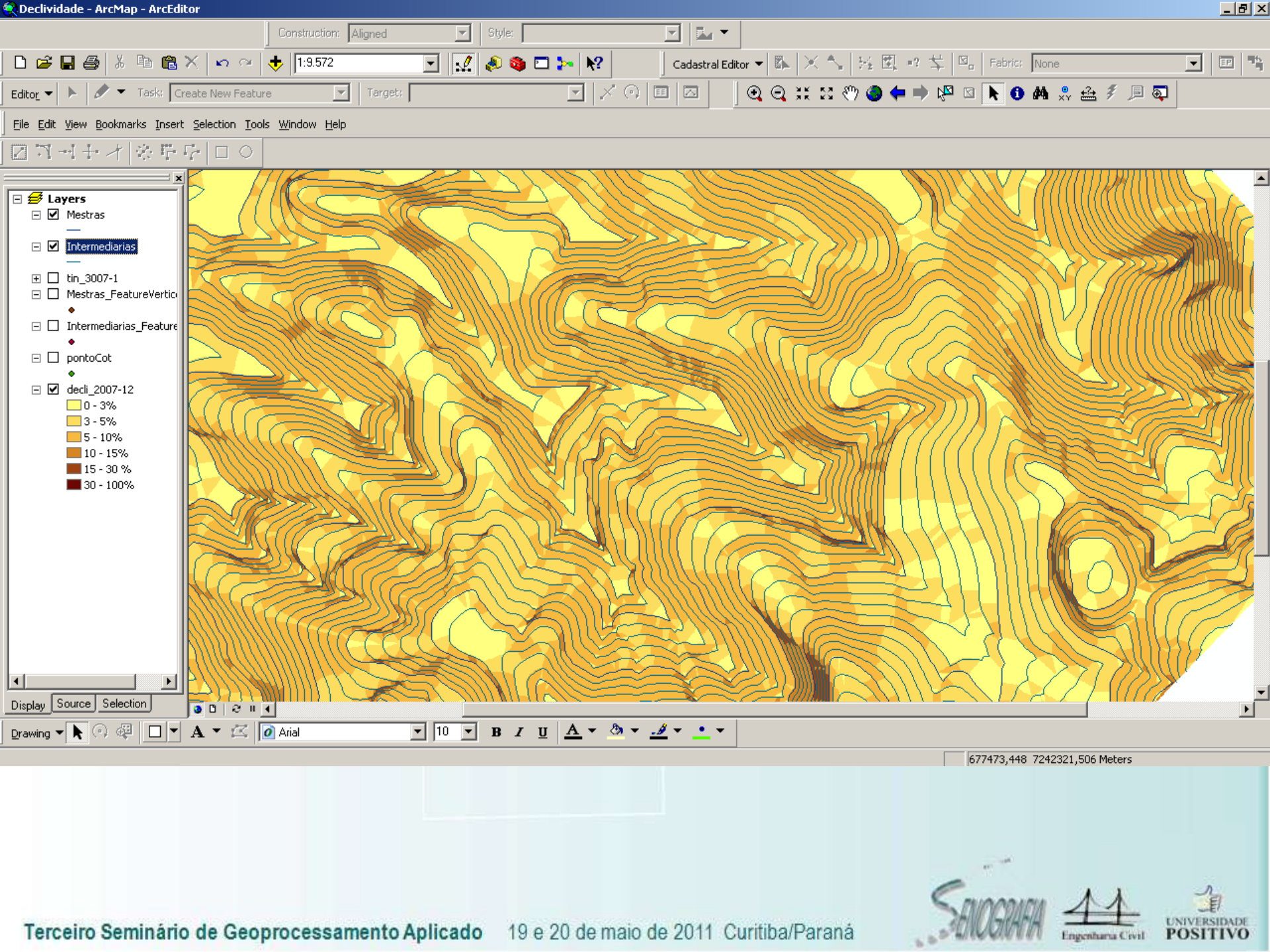
- Mestras
- tin_3007-1
 - Elevation
 - 918,844 - 983,7
 - 853,989 - 918,844
 - 789,133 - 853,989
 - 724,278 - 789,133
 - 659,422 - 724,278
 - 594,567 - 659,422
 - 529,711 - 594,567
 - 464,856 - 529,711
 - 400 - 464,856
- Mestras_FeatureVertic
- Intermediarias_FeatureVertic
- pontoCot
- Intermediarias
- decli_2007-12
 - 0 - 3%
 - 3 - 5%
 - 5 - 10%
 - 10 - 15%
 - 15 - 30 %
 - 30 - 100%

Display Source Selection

Layers

- Mestras
- Intermediarias
- tin_3007-1
 - Elevation
 - 918,844 - 983,7
 - 853,989 - 918,844
 - 789,133 - 853,989
 - 724,278 - 789,133
 - 659,422 - 724,278
 - 594,567 - 659,422
 - 529,711 - 594,567
 - 464,856 - 529,711
 - 400 - 464,856
- Mestras_FeatureVertic
- Intermediarias_Feature
- pontoCot
- decli_2007-12
 - 0 - 3%
 - 3 - 5%
 - 5 - 10%
 - 10 - 15%
 - 15 - 30 %
 - 30 - 100%





OBRIGADO!

Sergio Penna Laskowski
Desenvolvimento de Negócios

SENOGRAFIA SENSORIAMENTO REMOTO
(41) 3201-3201
Lsergio@senografia.com.br

Skype: Lsergio_senografia

