



# Sensoriamento Remoto Aplicado à Geografia

Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado



# Fundamentos de Sensoriamento Remoto

- Apresentação do Programa
- 

# OBJETIVOS DO CURSO

- Fornecer os princípios básicos do Sensoriamento Remoto enquanto técnica de obtenção, registro e interpretação de dados para a análise geográfica.
- Avaliar o potencial das imagens obtidas através de plataformas aéreas ou orbitais como subsídios à análise temporal e espacial dos fenômenos geográficos.



# Conteúdo

- Histórico e conceito
- Princípios Físicos do Sensoriamento Remoto
- O espectro eletromagnético
- Interação da energia com a matéria e comportamento espectral dos alvos
- Sistemas Sensores Aéreos. O sensor fotográfico
- Sistemas Sensores Orbitais
- Aplicações na Geografia



# Metodologia de Ensino

- Aulas teóricas
- Exercícios práticos
- Leituras

# Avaliação

- Prova: 60%

Primeira metade de setembro de 2013  
(aprox. 4 aulas)

- Laboratórios + relatórios: 40%  
(até o final do semestre)

# O que é Sensoriamento Remoto?

- Arte e ciência da obtenção de informação sobre um objeto *sem contato físico direto* com ele. É a tecnologia científica que pode ser usada para medir e monitorar importantes características biofísicas e atividades humanas (JENSEN, 2000).

# O que é Sensoriamento Remoto?

CRÓSTA & SOUZA (1997) definem como o objetivo do sensoriamento remoto a ***obtenção e análise de informações*** sobre materiais (naturais ou não), objetos ou fenômenos na superfície da Terra ***a partir de dispositivos situados à distância dos mesmos.***




# O que é Sensoriamento Remoto?

- Utilização conjunta de modernos equipamentos *sensores*, equipamento para *processamento* dos dados, equipamento de *transmissão*, aeronaves, espaçonaves etc, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e das *interações entre as radiações eletromagnéticas* e as substâncias componentes do planeta terra em suas mais diversas manifestações (NOVO, 1993).

# Principais Divisões

- Sensoriamento Remoto *Orbital (Satélites)*
- Sensoriamento Remoto *Aéreo (Aviões)*
- Levantamentos em campo



# Breve Histórico do Sensoriamento Remoto

- Desenvolvimento da Fotografia
- Pesquisa Espacial

# Primeira Fotografia

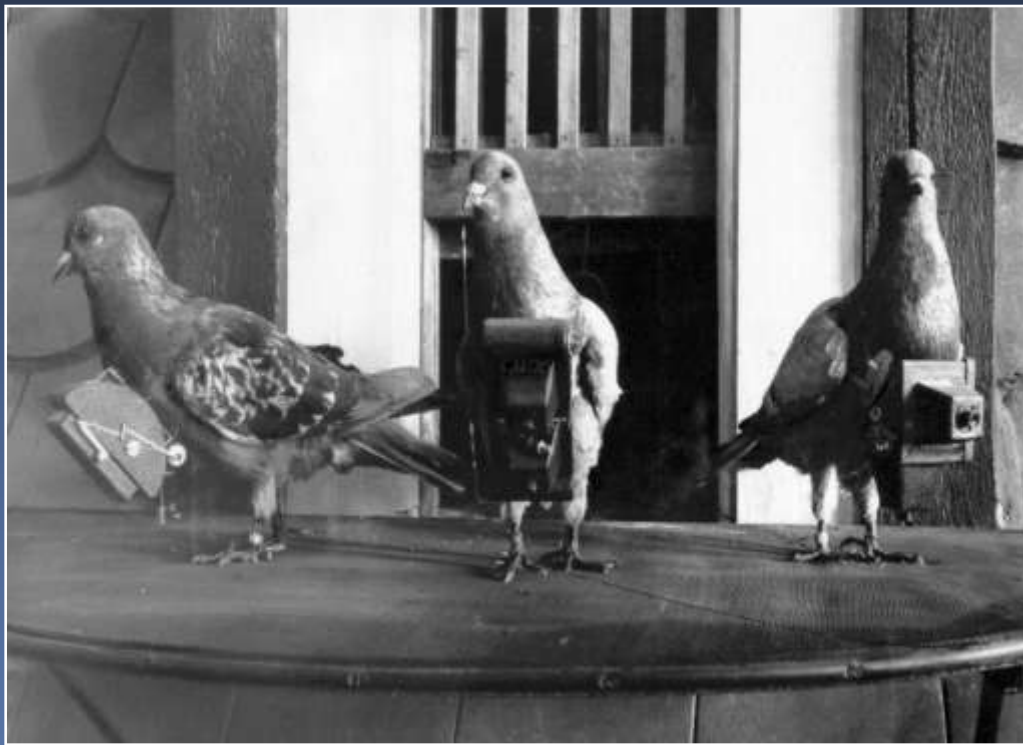
- Daguerre e Niepce em **1839**
- **1840**: recomendação do uso das fotografias em levantamentos topográficos
- **1858**: Corpo de Engenharia da França utiliza fotografias tomadas de balões para levantamento topográfico
- **1909**: Irmãos Wright tomam as primeiras fotografias a partir de avião em território italiano
- **1930**: Primeiras fotografias coloridas



The first known aerial photograph was obtained by Gaspard Felix Tournachon (Nadar) from a tethered balloon 1,700-ft. above Paris, France in 1858.

This is an oblique photograph obtained from the *Hippodrome* Balloon using a multiband camera.

# Pigeons



In 1903, Julius Neubronner patented a breast-mounted camera for carrier pigeons that weighed only 70 grams.

A squadron of pigeons is equipped with light-weight 70-mm aerial cameras.

Jensen, 2000

Copyright Deutsches Museum, Munich, Germany

# Pigeons



Oblique aerial photograph of a European castle obtained from a camera mounted on a carrier pigeon. The pigeon's wings are visible (copyright Deutsches Museum, Munich, Germany).

# Finalidade Militar

- II Guerra Mundial: desenvolvimento do filme infravermelho
- Período da Guerra Fria: desenvolvimento dos sensores de alta resolução para fins de espionagem
- Fim da Guerra Fria: Dados considerados como Segredos Militares são liberados para Uso Civil



# Primeiras Fotografias Orbitais

- Década de 1960: primeiras **fotografias** obtidas pelos programas espaciais *Mercury*, *Gemini* e *Apollo*
- Missão Apollo 9: fotografias multiespectrais (filmes infravermelho pb e colorido)
- 1960: Primeiro satélite meteorológico da série *TIROS* (primeiro sistema não tripulado)

# Landsat 1, 2 e 3

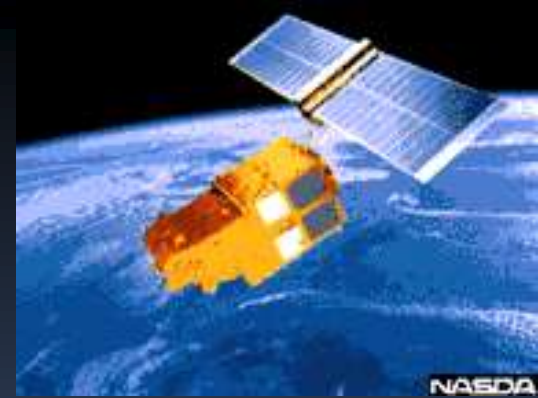
- **1972**: Primeiro satélite de recursos terrestres **ERTS-1** (*Earth Resources Technology Satellites*), mais tarde denominado *Landsat-1*
- Sistema imageador de varredura **MSS** (*Multispectral Scanner System*): 4 bandas
- Sistema de televisão **RBV** (*Return Beam Vidicom*): 3 bandas
- **1973**: Primeiras imagens do Landsat recebidas no Brasil
- **1975**: Landsat-2 – idêntico ao primeiro
- **1978**: Landsat 3



# Landsat 4 e 5

- **1982: Landsat 4**
- Aumento da resolução espacial de 80 para 30m
- Banda termal (Banda 8)
- TM (*Thematic Mapper*)
- Falha na transmissão dos dados
- **1984: Landsat 5**
- 7 bandas espectrais

# SPOT 1, 2 e 3



- **1986: Spot** (*Système Pour L'Observation de la Terre*) – França, Bélgica e Suécia
- 2 sensores idênticos: **HRV** (*Haute Resolution Visible*) nos Spot's 1, 2 e 3
- 20m no multiespectral e 10m no pancromático
- Imagens com estereoscopia

# Spot 4



- 1998: Spot 4
- HRVI (*Haute Resolution Visible et Infrarouge*)
- Banda do infravermelho médio
- Substituição da banda pancromática pelo vermelho (20 e 10m)

# Landsat 6 e 7



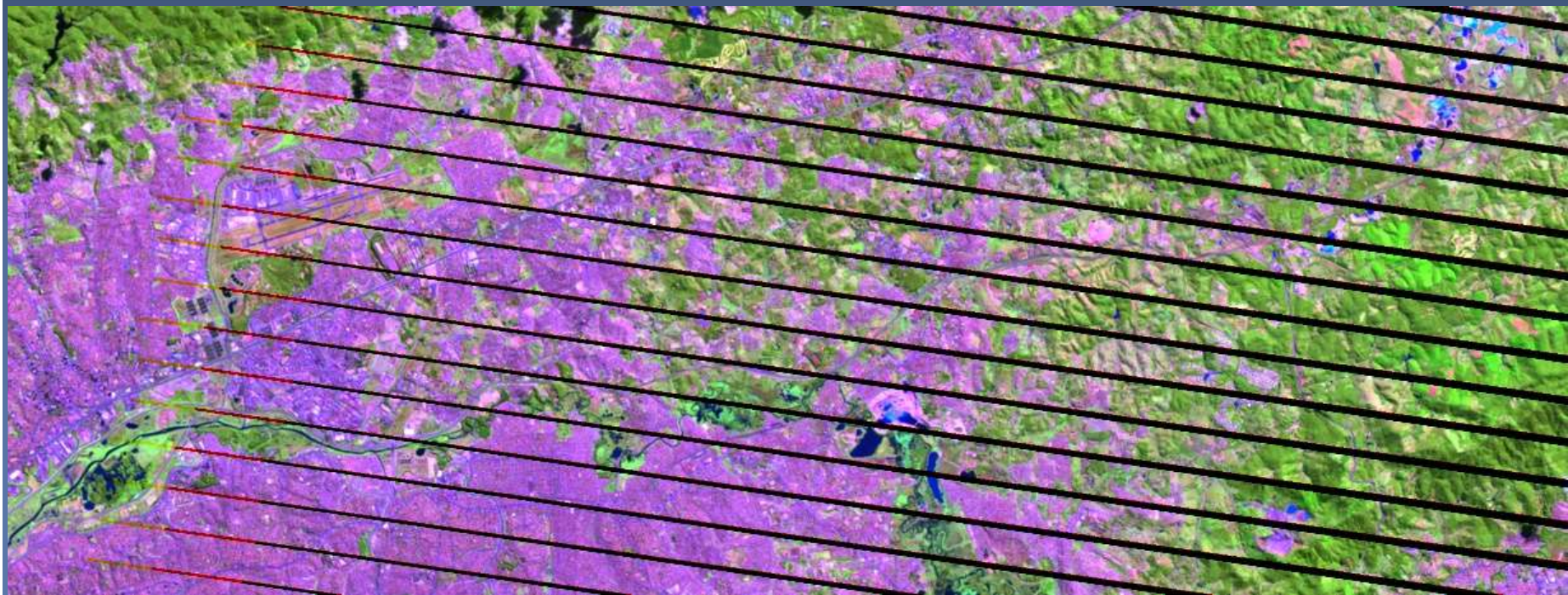
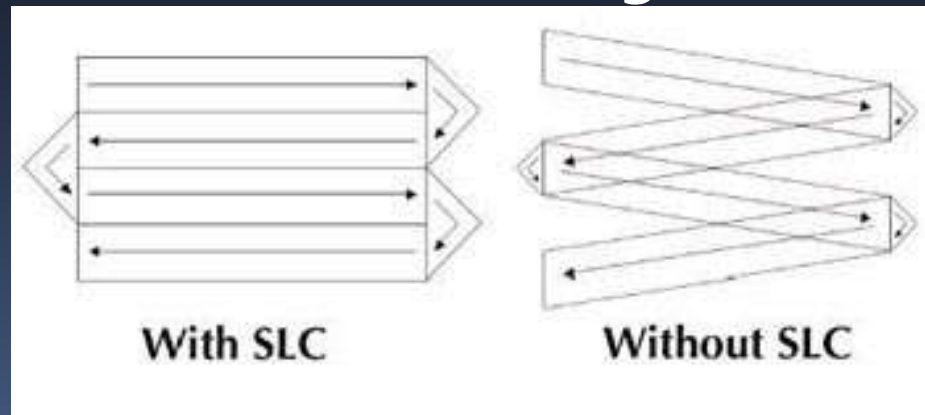
- **1993: Landsat 6**
- ETM (*Enhanced Thematic Mapper*)
- Mesmas bandas do TM mais a pancromática com 15m
- Sem sucesso no lançamento
- **1999: Landsat 7**
- ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*)
- Mesmas bandas do predecessor
- Aumento da resolução no infravermelho termal de 120 para 60m
- Falha no imageamento a partir de 31/05/2003 (SLC-off)



# Landsat 7

Efeitos do Scan Line Corrector sobre as imagens do sensor ETM+.

Fragmento de cena na Região de Guarulhos.

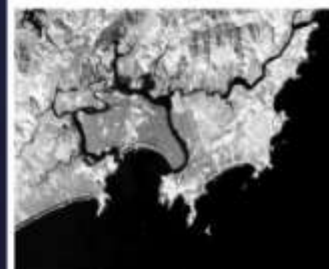


# Landsat 7 (07/08/2001)

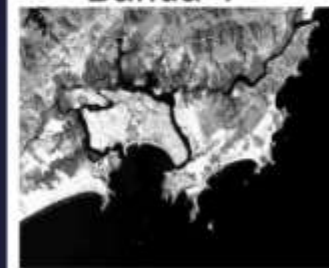
Imagem Landsat 7 ETM+ da região de Santos - SP  
Composição colorida 5 (R), 4 (G), 3 (B) - órbita 219/77 data 07/08/01



Banda 3



Banda 4



Banda 5

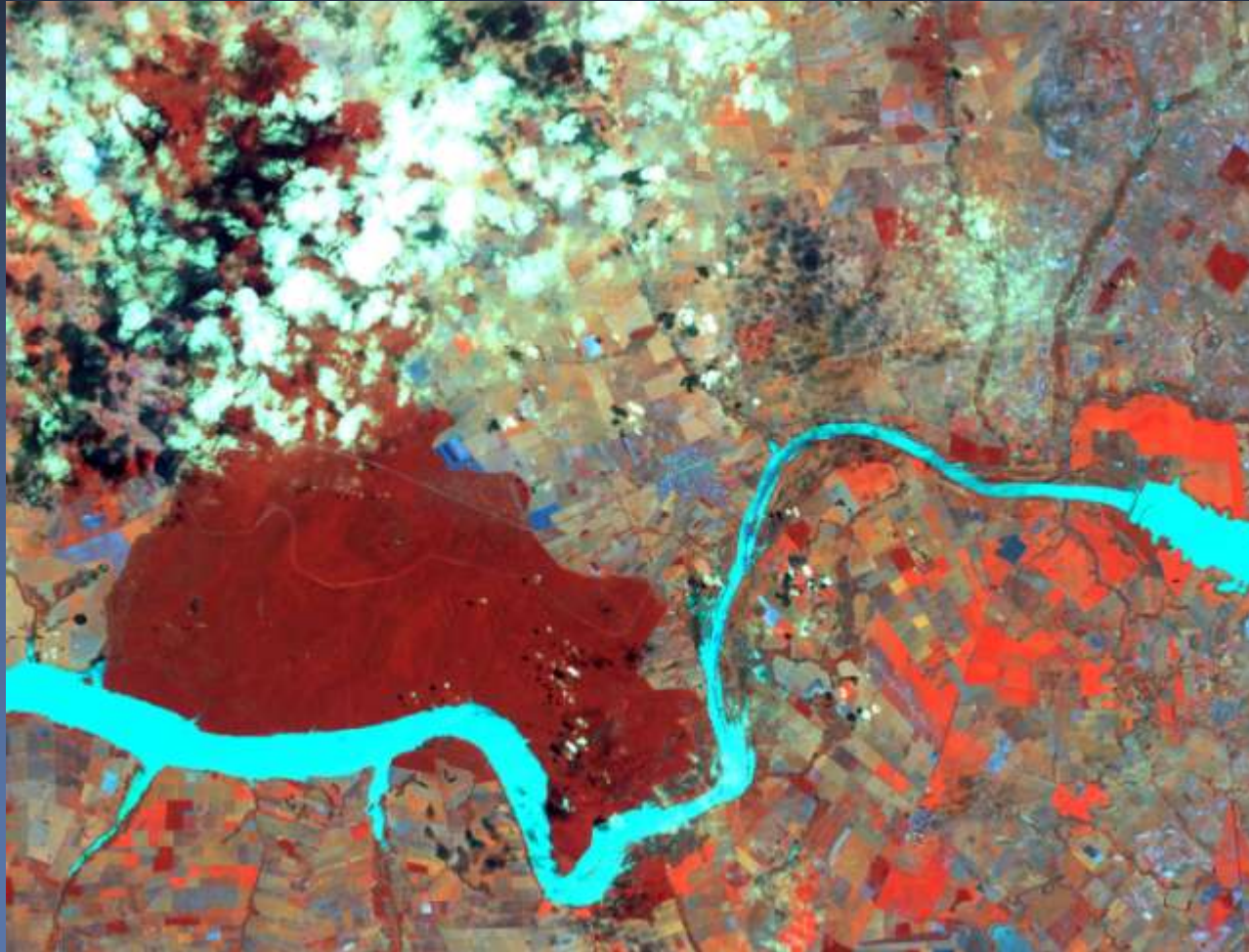


# Spot 5








- **1999: Spot 5**
- **HRVIR:** 10m multiespectral e 20 no infravermelho médio
- **HRS** (*Haute Resolution Stereoscopique*)
- Volta da pancromática: 5m
- Imagens com estereoscopia com 20m

# Spot 5 (24/02/2003)



## Chronological Launch History of the SPOT Satellites

1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
 1				 2			 3					 4					 5	

**Launch Dates**  
 SPOT 1 - February 21, 1986  
 SPOT 2 - January 22, 1990  
 SPOT 3 - September 25, 1993  
 SPOT 4 - March 24, 1998  
 SPOT 5 - May 3, 2002

Jensen (2004)

# CBERS 1 e 2



- *China-Brazil Earth Resources Satellite*
- 3 câmeras
- **CCD** – Câmera Imageadora de Alta Resolução: 5 bandas – 20m
- **IRMSS** – Imageador por Varredura de Média Resolução: 4 bandas - 80 e 160m
- **WFI** – Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada: 2 bandas – 260m
- CBERS 2B – 1 banda pan - 2,7 m. Em 15 de Janeiro 2009 este satélite deixou de funcionar



# CBERS 2



# Ikonos

- 1999
- 4 bandas multiespectrais: 4m
- 1 pancromática: 1m



# Itaipu



<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/ikonos.html>

# Quick Bird

- 2000
- 3,4m no multiespectral
- 0,68m no modo pancromático





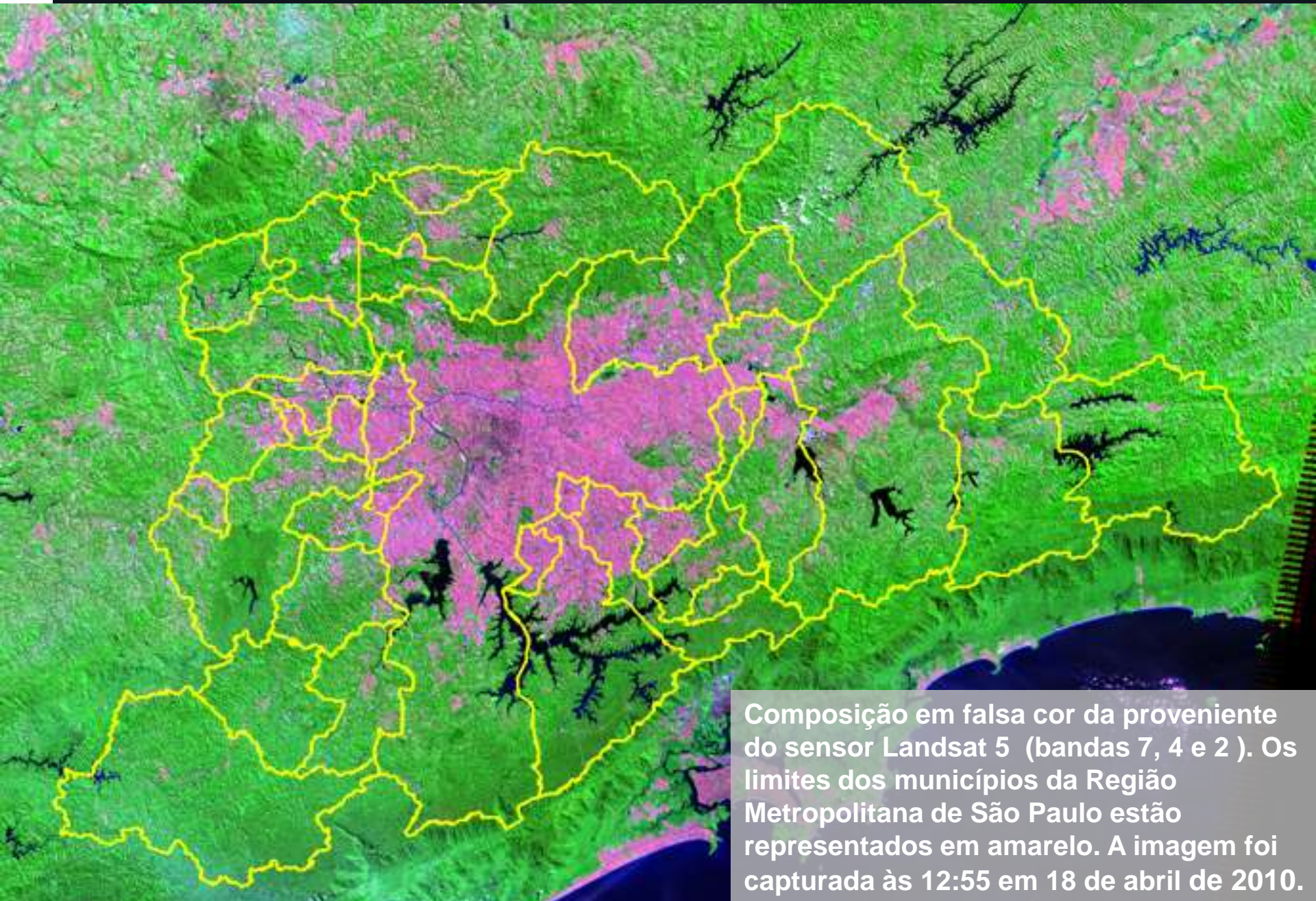
# Parque do Ibirapuera



<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/satelite/quickbird.html>



# PARA FINALIZAR



Composição em falsa cor da proveniente do sensor Landsat 5 (bandas 7, 4 e 2). Os limites dos municípios da Região Metropolitana de São Paulo estão representados em amarelo. A imagem foi capturada às 12:55 em 18 de abril de 2010.