

FLG 0244
Sensoriamento Remoto
Aplicado à Geografia

**Princípios Físicos do Sensoriamento Remoto e
suas aplicações na Geografia.**

(Continuação)

Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado

O que é Sensoriamento Remoto?

Arte e ciência da obtenção de informação sobre um objeto *sem contato físico direto* com o 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, equipamentos para processamento dos dados, equipamentos 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).

O que é Sensoriamento Remoto?

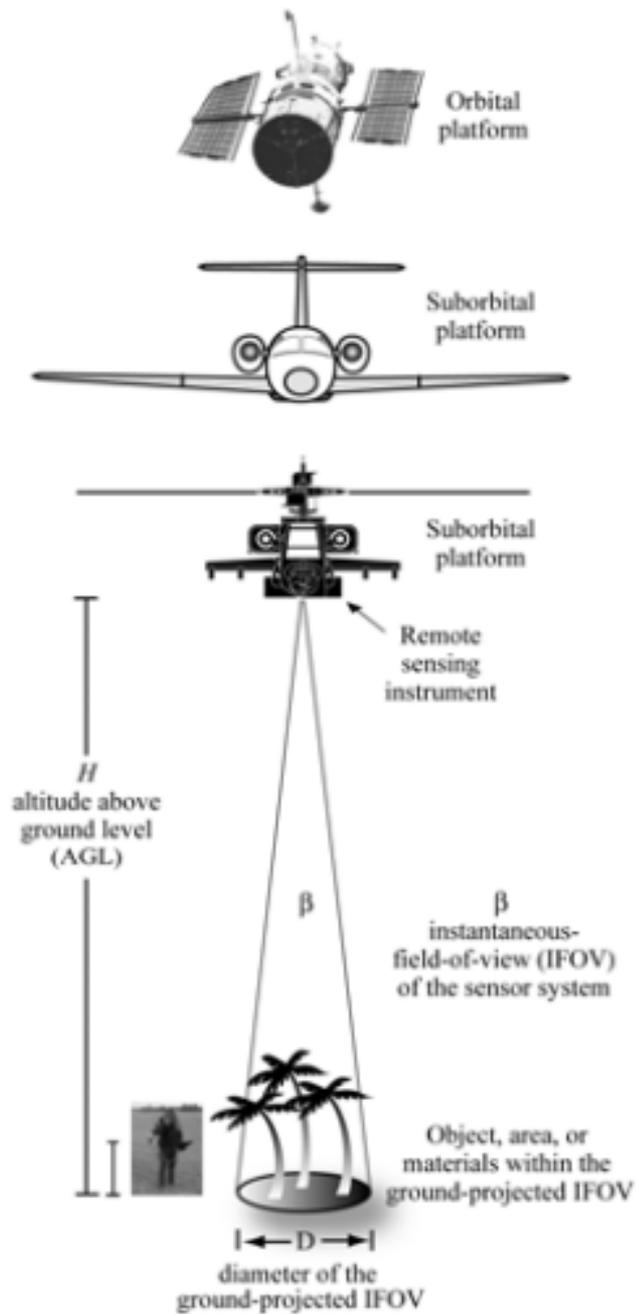
Palavras-chave

- Radiação eletromagnética
- Reflexão e/ou emissão da energia
- Registro da interação da energia com a matéria utilizando sensores fotográficos e /ou imageadores.
- Interpretação de fenômenos geográficos

Níveis de Aquisição

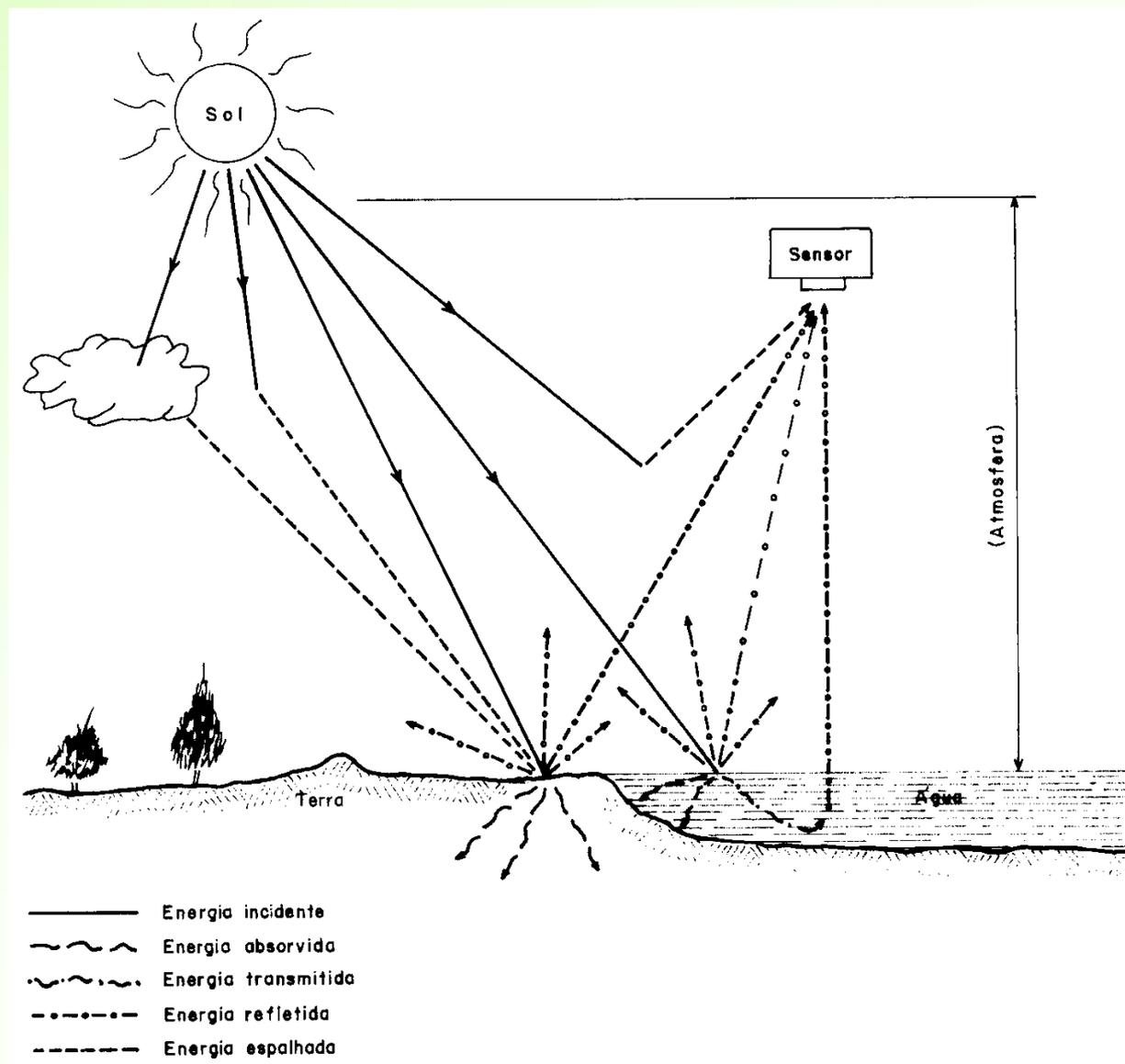
- Sensoriamento Remoto *Orbital* (*Satélites*)
- Sensoriamento Remoto *Aéreo* (*Aviões*)
- Levantamentos em campo

Remote Sensing Measurement



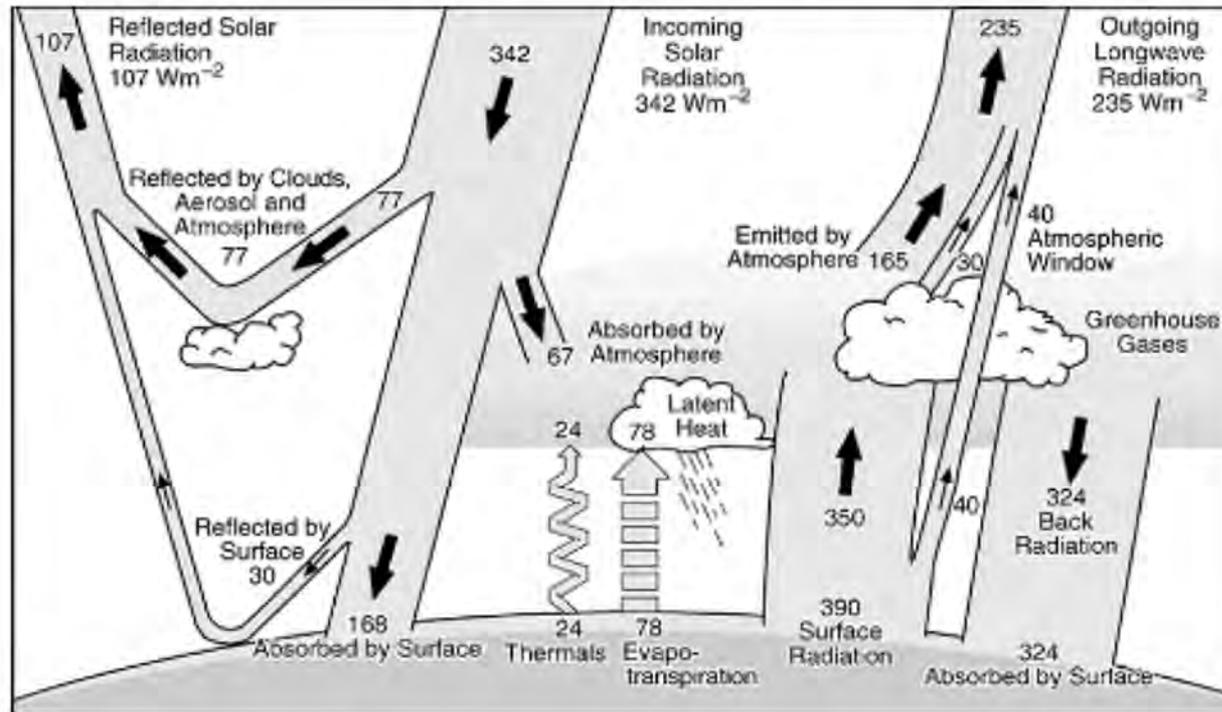
(Jensen, 2000)

Interação da radiação eletromagnética (REM) com os objetos



Balanço energético da Terra

The Earth's Energy Budget

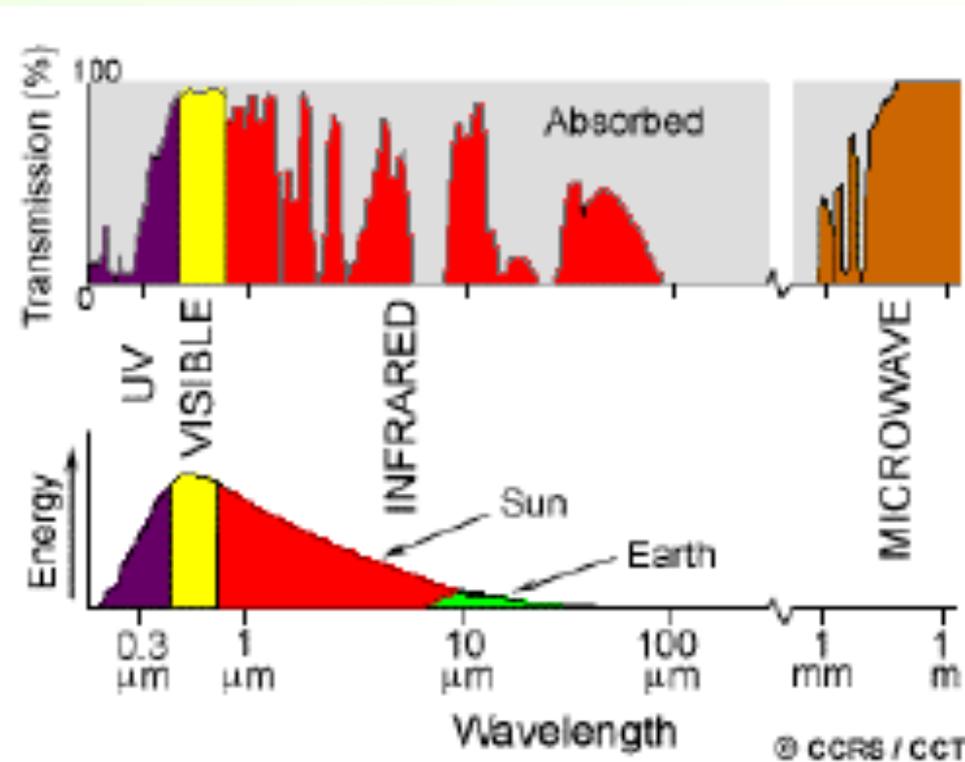


The Greenhouse gases (Water vapour, Carbon Dioxide, Methane) absorb and re-emit Longwave (LW) radiation from the earth. The planet is warmer (by about 30C) than one would expect based on the shortwave radiation intercepted from the sun. The extent this LW recycling depends on the absorption properties of the atmosphere.

Interações com a Atmosfera

Absorção

- Principais componentes:
 - Ozônio → Radiação UV
 - Dióxido de Carbono → Radiação no infravermelho distante
 - Vapor d'água → no infra-vermelho próximo e nas micro-ondas.
- Janelas Atmosféricas
- Quantidade de energia inversamente proporcional ao comprimento de onda



Interação REM / Alvo

- Interação com os alvos
 - Energia Incidente (I):
 - Absorção;
 - Transmissão;
 - Reflexão;
 - A quantidade de energia de cada tipo de interação é determinada pelas propriedades físico químicas do alvo.



Aquisição e processamento dos Dados

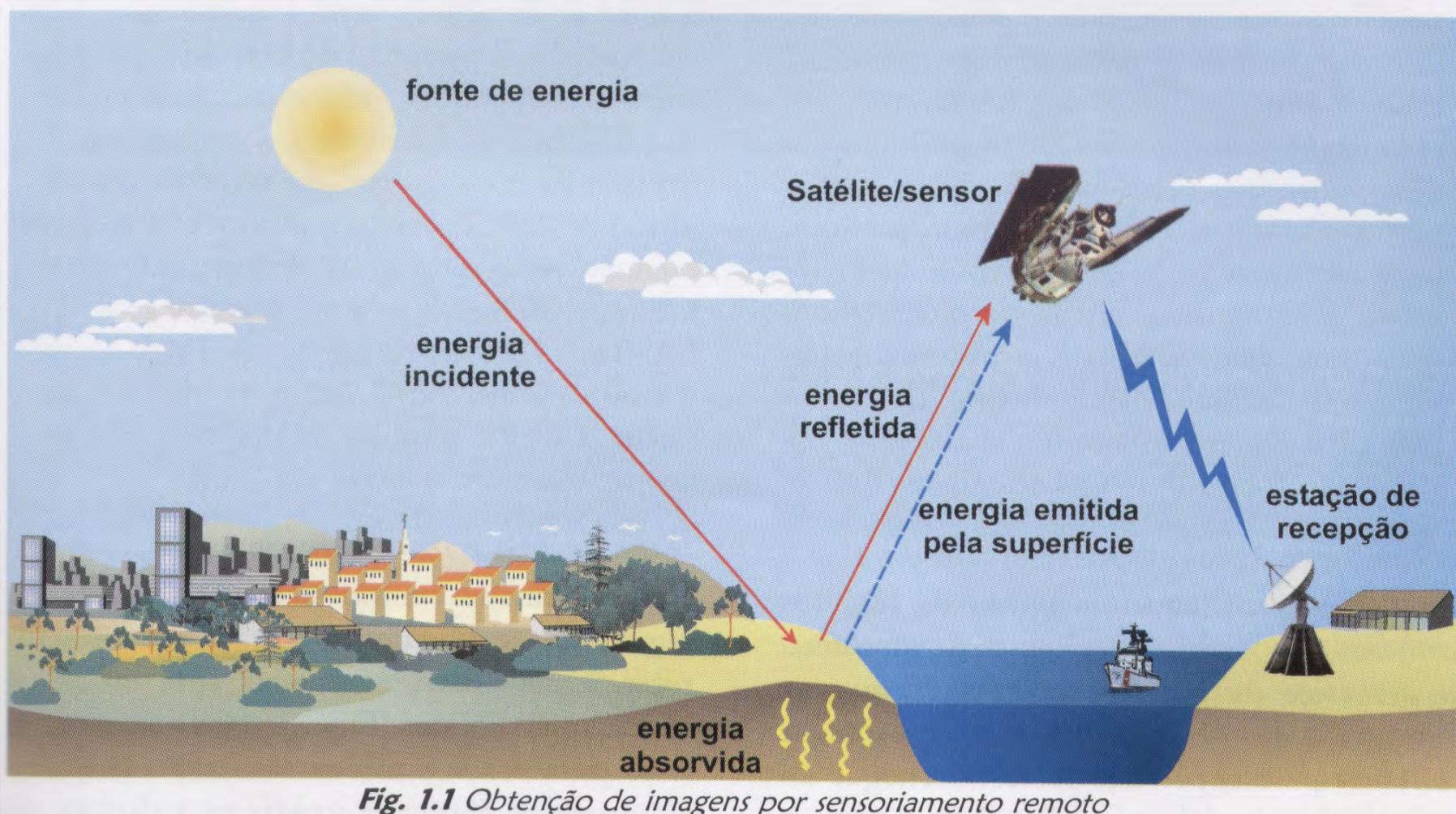
Que são tratados segundo as principais divisões:

Sensoriamento Remoto Orbital (Satélites)

Sensoriamento Remoto Aéreo (Aviões) e
Veículo Aéreo Não Tripulado - VANT (Drones)

Levantamentos em campo

Aquisição de dados com plataforma orbital



Aquisição de dados com plataforma aérea

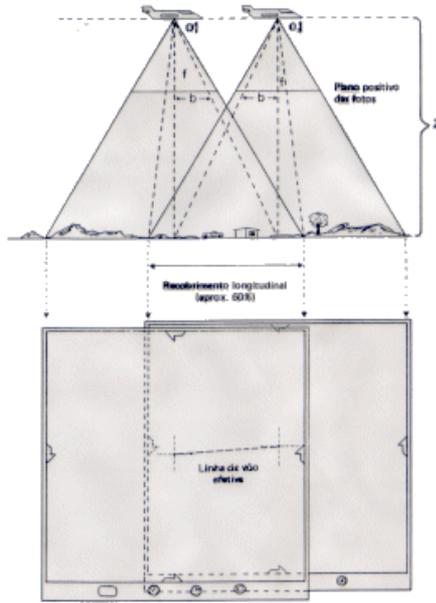
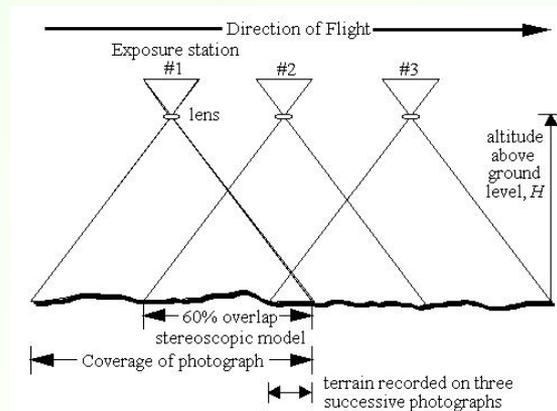
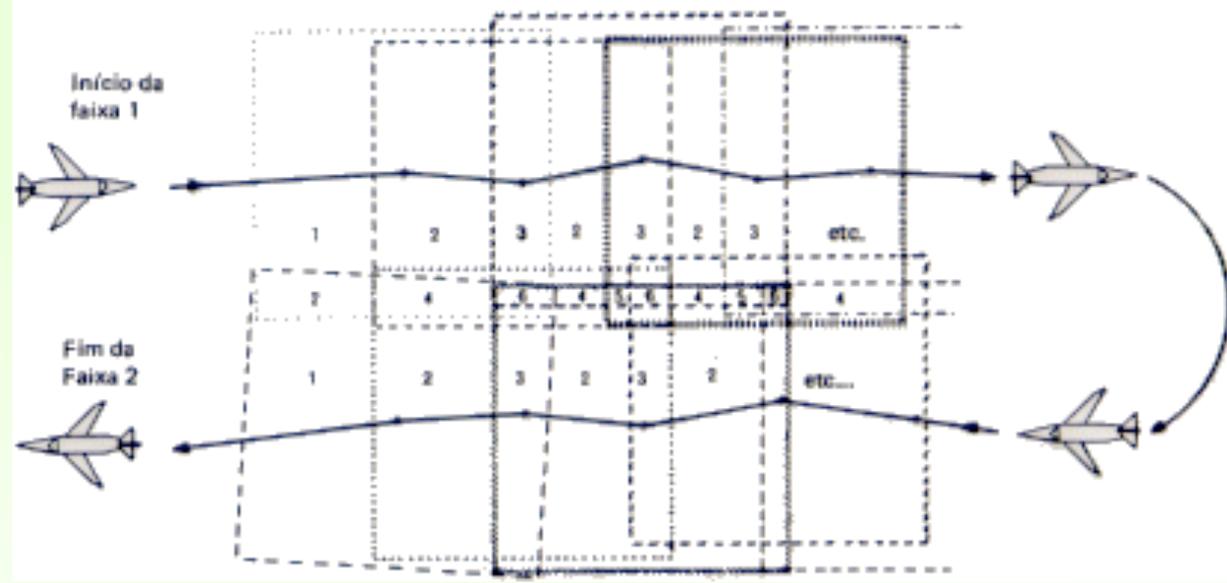
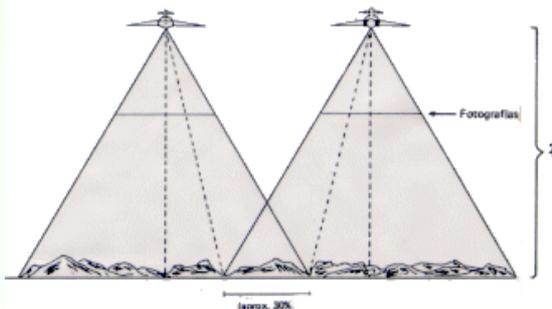


fig. 4.3 - Recobrimento longitudinal



Aeronave para aerofotogrametria



Aeronave para aerofotogrametria



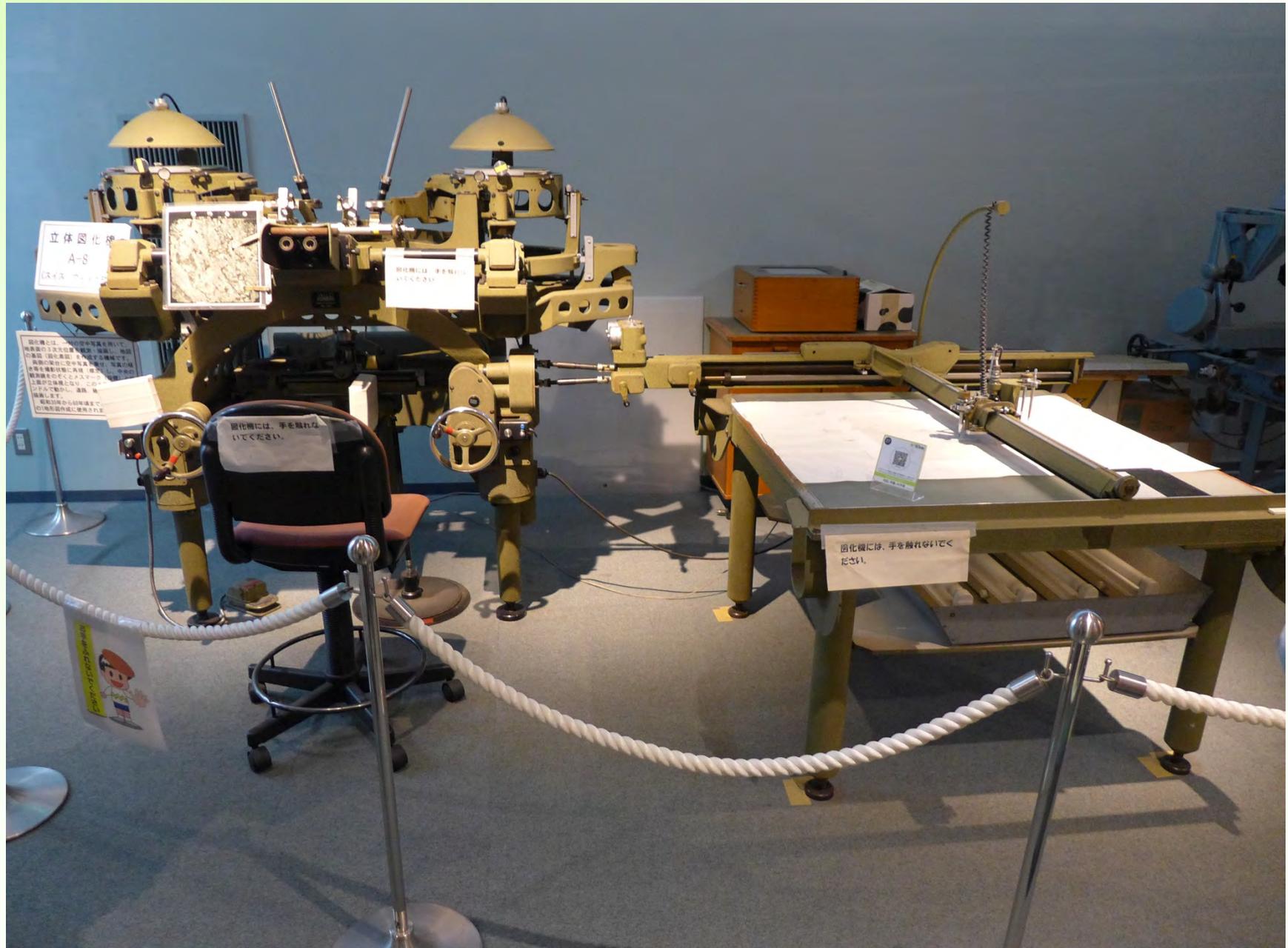
Janela para posicionamento da câmera



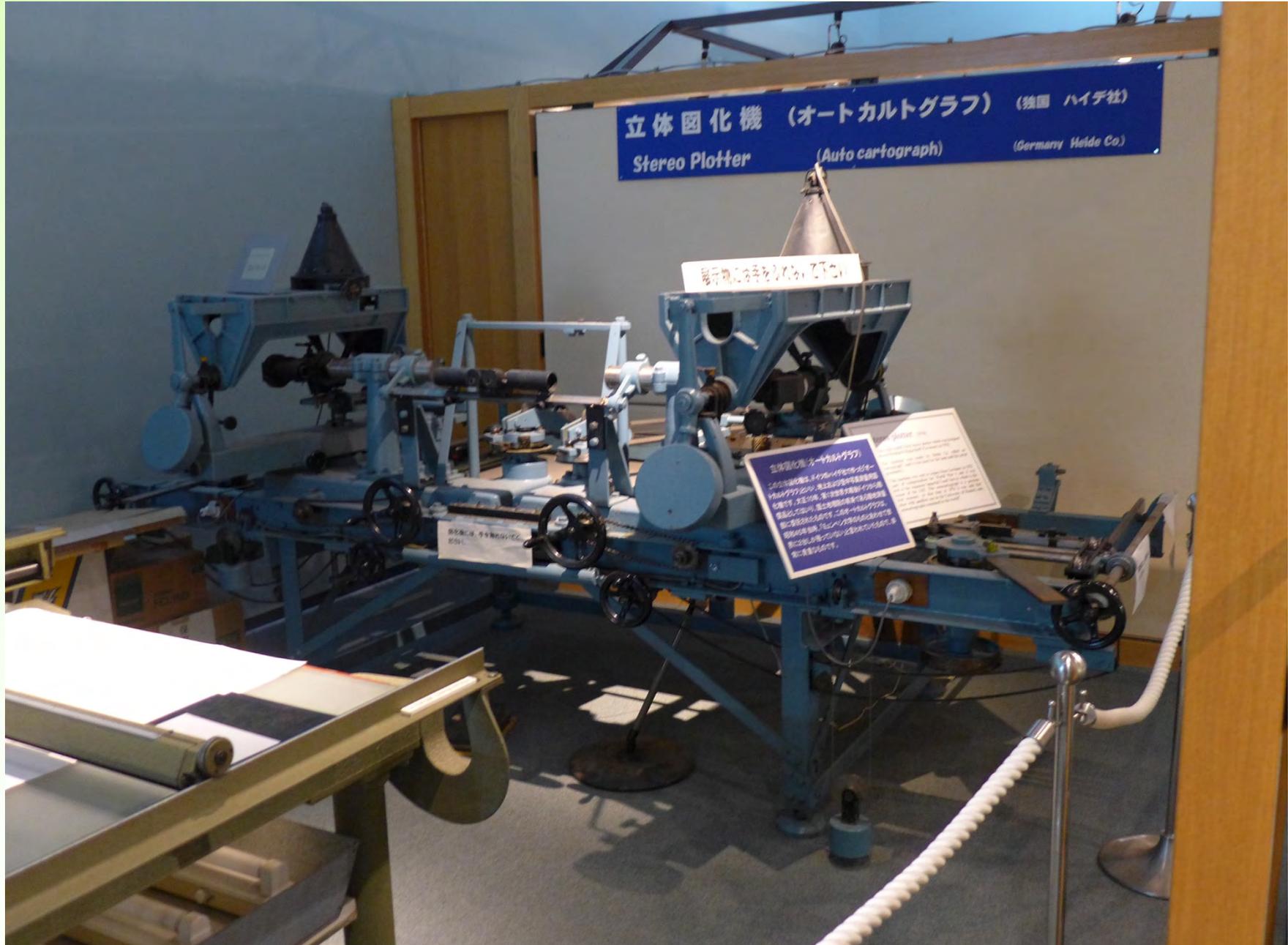
Objetiva da câmera métrica



Restituidor Estereoscópico e Plotter acoplado



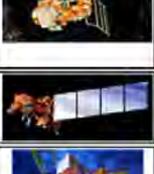
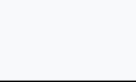
Estéreo Plotter



Estereoscópio de Espelho

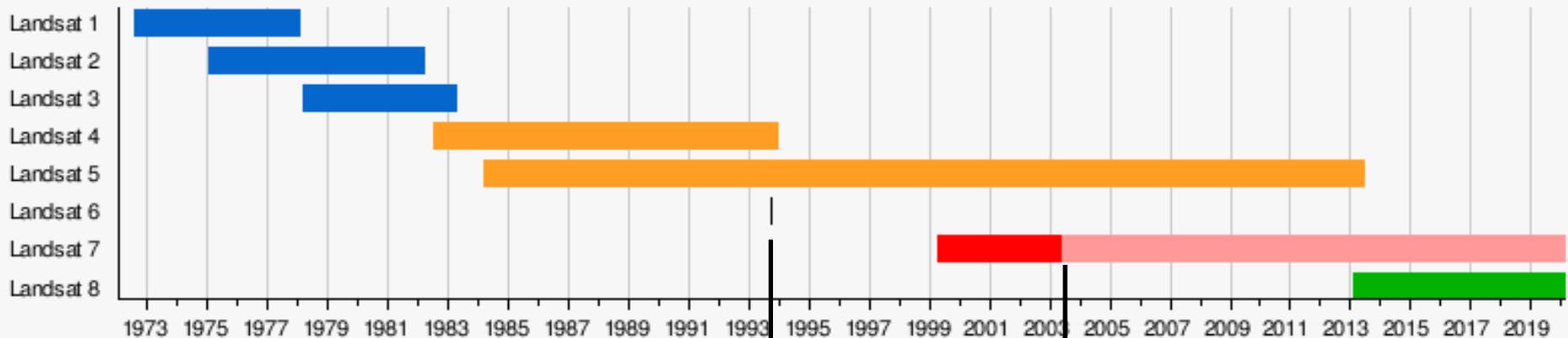


Programa Landsat

Instrument	Picture	Launched	Terminated	Duration	Notes
Landsat 1		July 23, 1972	January 6, 1978	2 years, 11 months and 15 days	Originally named Earth Resources Technology Satellite 1.
Landsat 2		January 22, 1975	February 25, 1982	2 years, 10 months and 17 days	Nearly identical copy of Landsat 1
Landsat 3		March 5, 1978	March 31, 1983	5 years and 26 days	Nearly identical copy of Landsat 1 and Landsat 2
Landsat 4		July 16, 1982	December 14, 1993	11 years, 4 months and 28 days	First of the TM sensors with 30 m spatial resolution.
Landsat 5		March 1, 1984	June 5, 2013 ^[7]	29 years, 3 months and 4 days	Nearly identical copy of Landsat 4. Longest Earth-observing satellite mission in history.
Landsat 6		October 5, 1993	October 5, 1993	0 days	Failed to reach orbit.
Landsat 7		April 15, 1999	Still active	16 years, 11 months and 27 days	Operating with scan line corrector disabled since May 2003. ^[8]
Landsat 8		February 11, 2013	Still active	3 years and 2 months	Originally named Landsat Data Continuity Mission from launch until May 30, 2013.
Landsat 9			April 8, 2021 (expected)		Landsat 9 will be a rebuild of its predecessor Landsat 8

Programa Landsat

Chronological Launch and Retirement History



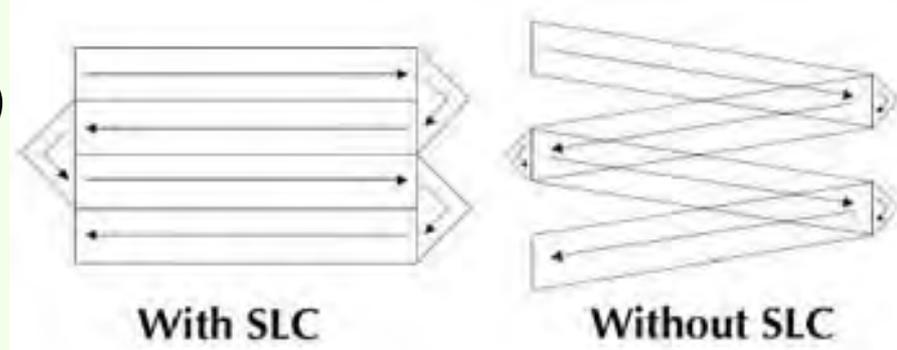
Data prevista para o fim da operação

Data da avaria no SLC

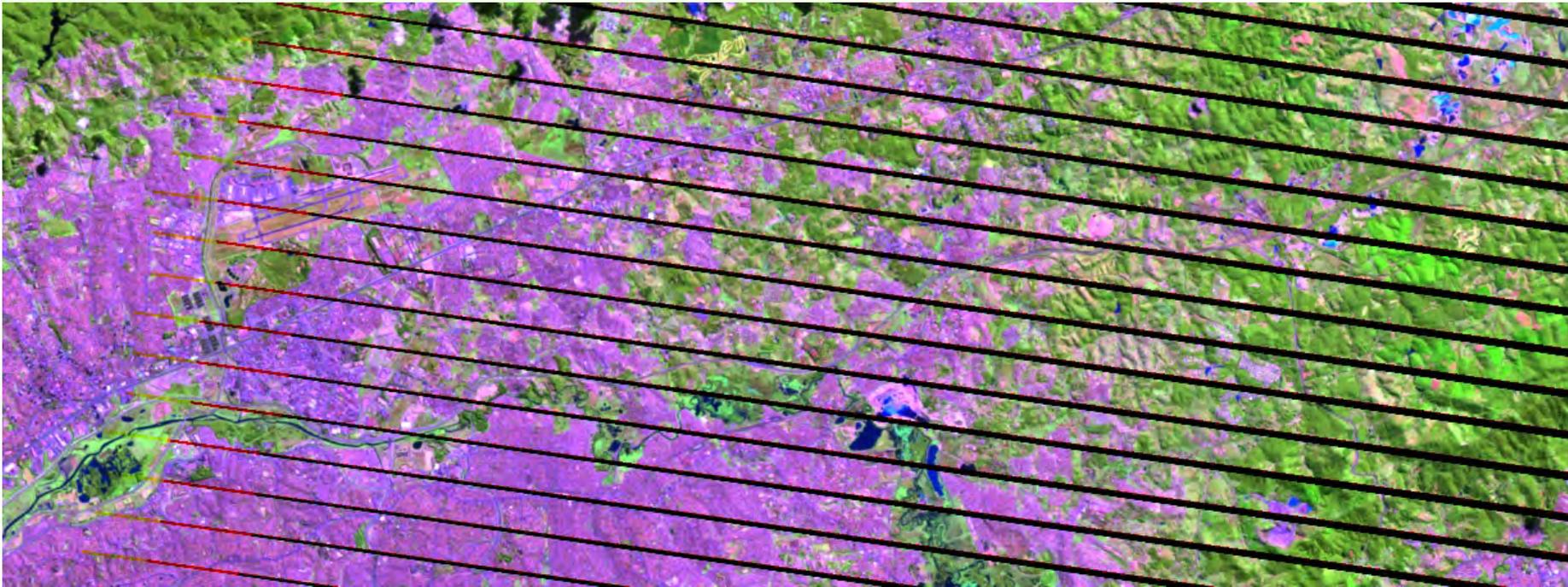
Landsat 7

Erro de imageamento a partir de 31-05-2003

Efeitos do *Scan Line Corrector (SLC)* sobre as imagens do sensor ETM+.



Fragmento de cena na Região de Guarulhos.

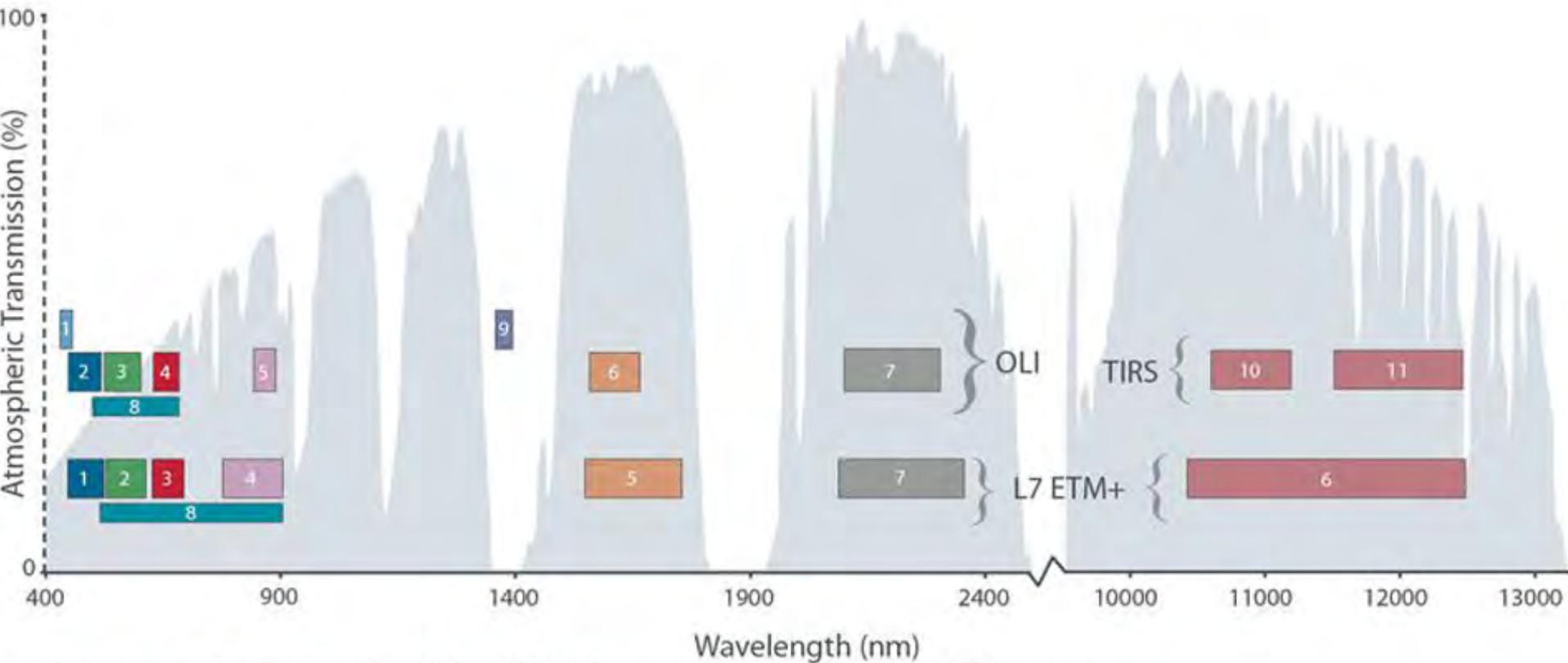


Landsat 8



- **11 de fevereiro de 2013. Lançamento em Vandenberg, California**
- Primeiras cenas capturadas em maio de 2013
- 11 bandas espectrais (3 a mais que o LS7)
- Mesma resolução espacial que seu antecessor (30 m nos canais multiespectrais e 15 m no pancromático)

Comparação entre Landsat-7 ETM+ e Landsat-8 OLI/TIRS



Bandpass wavelengths for Landsat 8 OLI and TIRS sensor, compared to Landsat 7 ETM+ sensor

Note: atmospheric transmission values for this graphic were calculated using MODTRAN for a summertime mid-latitude hazy atmosphere (circa 5 km visibility).

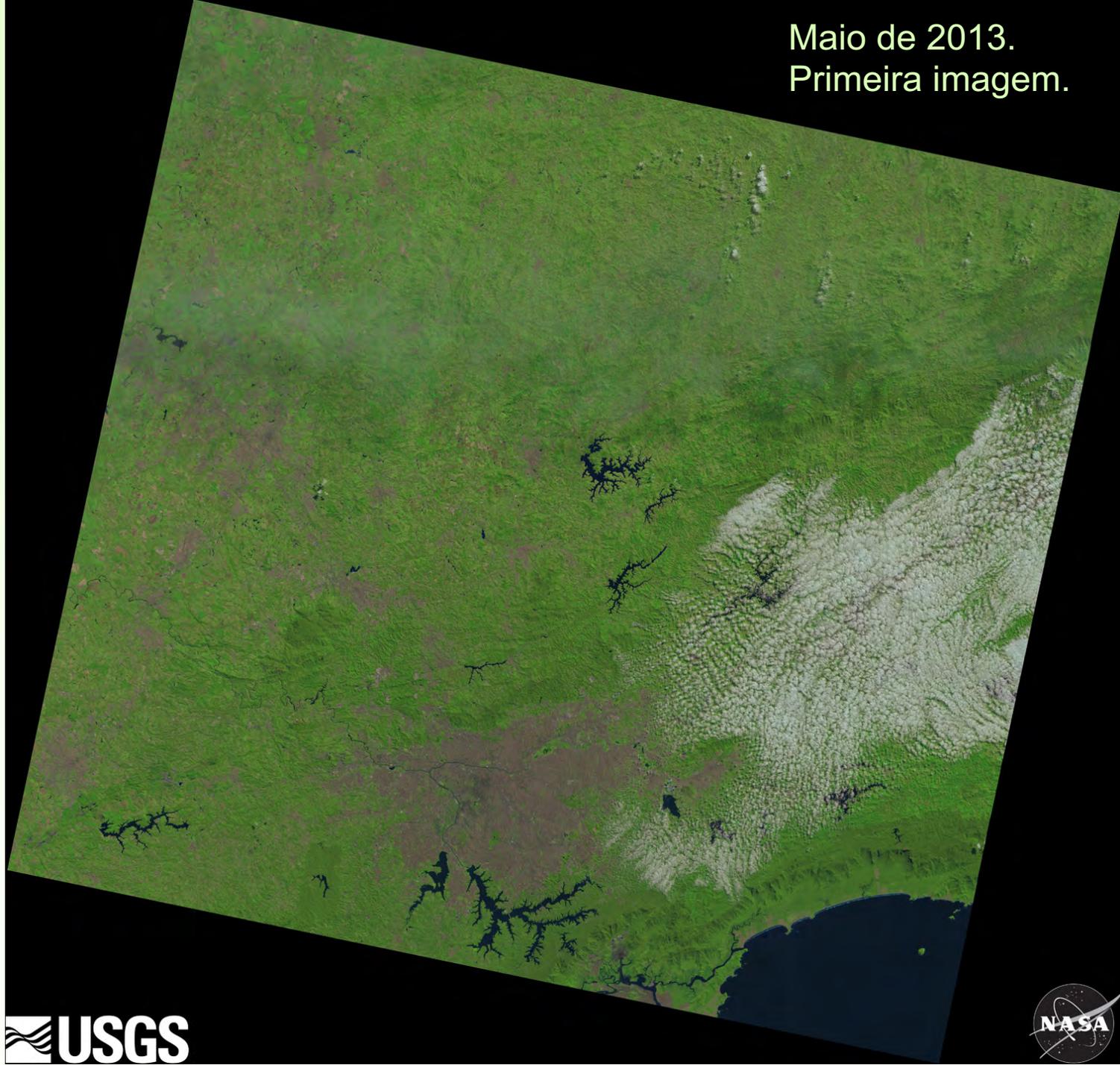
Landsat 8

(195 X 135 km)

Resolução

Espacial de 30 m

Maio de 2013.
Primeira imagem.



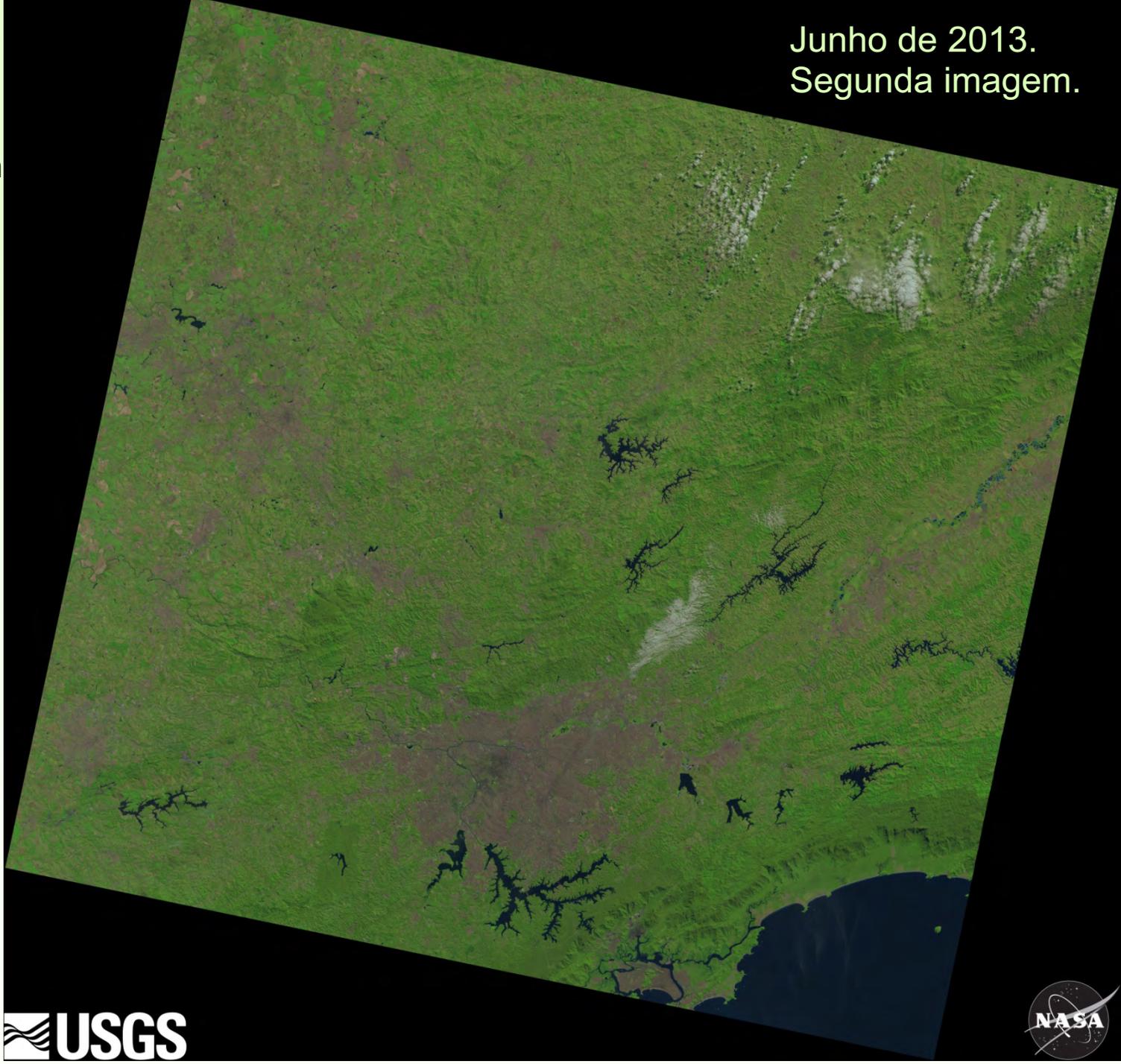
Landsat 8

(195 X 135 km)

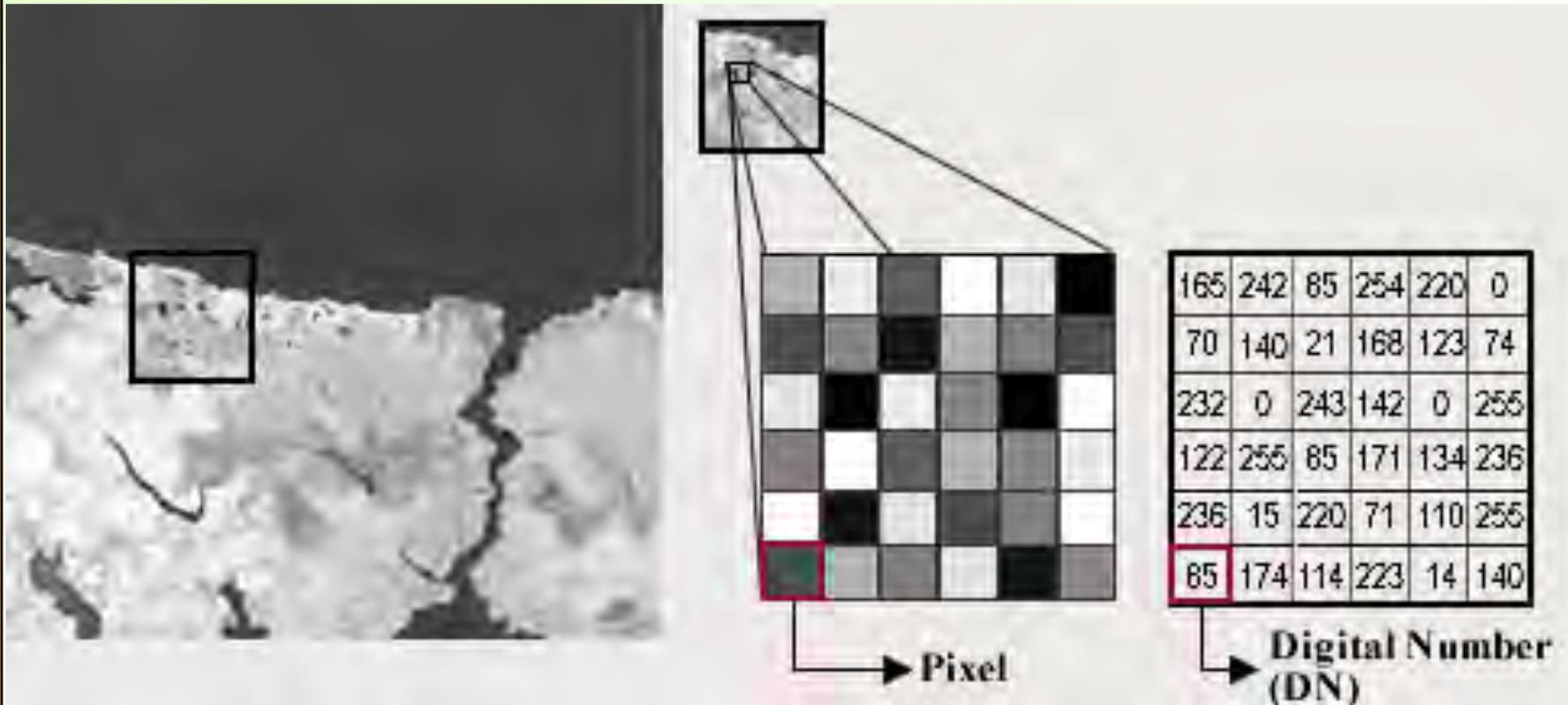
Resolução

Espacial de 30 m

Junho de 2013.
Segunda imagem.



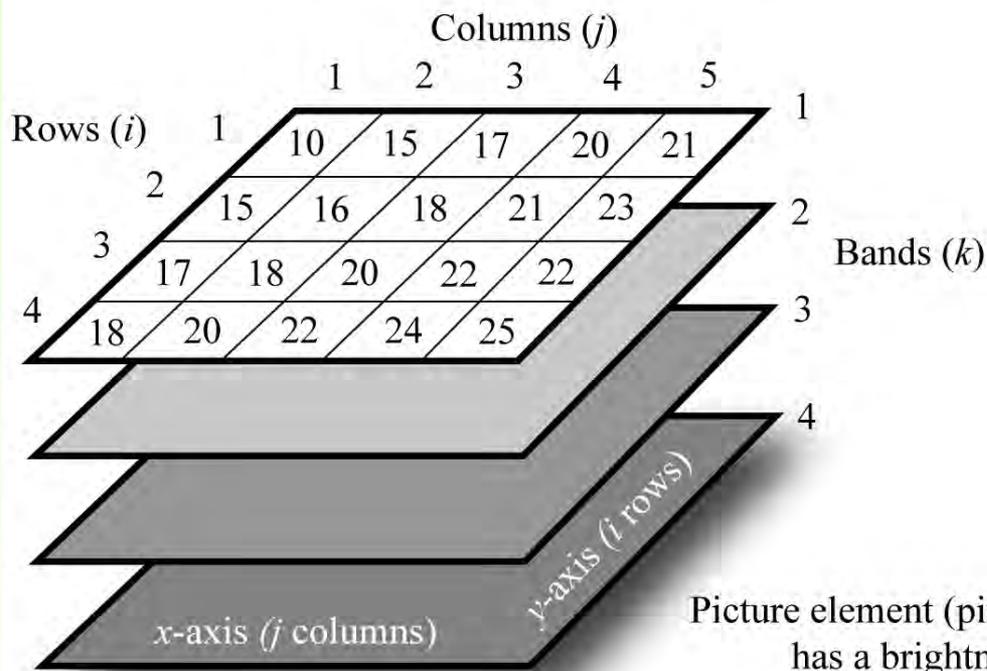
Estrutura de uma imagem digital de 8 bits:



$2 \times 2 = 4$, $4 \times 2 = 8$, $8 \times 2 = 16$, $16 \times 2 = 32$, $32 \times 2 = 64$, $64 \times 2 = 128$, $128 \times 2 = 256$
(256 valores –DN– que são atribuídos a tons de cinza)

Estrutura de uma imagem digital

Digital Image Terminology



Brightness value
range (often 8-bit)

255 — white

127 — gray

0 — black

Associated
grayscale



Picture element (pixel) at location row 4, column 4, band 1
has a brightness value of 24, i.e., $BV_{4,4,1} = 24$

Base 2 (binária)

Potências de 2:

bits	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
9	512
10	1024
11	2048
12	4096
13	8192
14	16184

↙ 1byte

↙ 1Kbyte

Usando 2 bits

(total de números distintos = 4):

$$00 = 0+0 = 0$$

$$01 = 0+1 = 1$$

$$10 = 2+0 = 2$$

$$11 = 2+1 = 3$$

Potências de K(byte):

$$1024 = 1\text{K}$$

$$1.048.576 = 1\text{ Mega}$$

$$1.073.741.824 = 1\text{ Giga}$$

8bits = byte

Usando 8 bits (total de números distintos = 256)

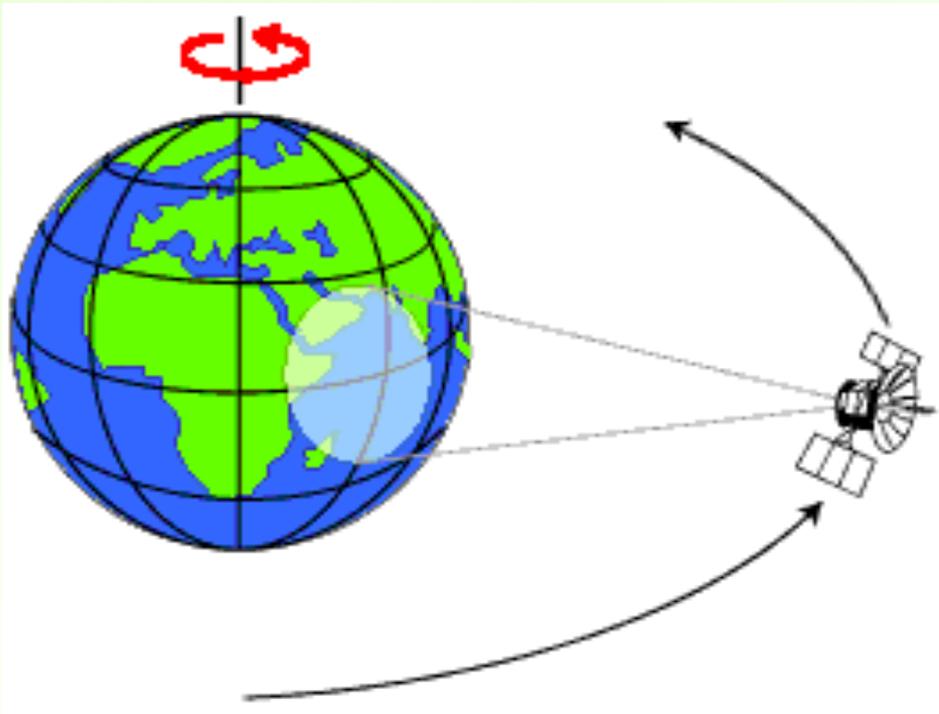
Usando 14 bits (total de números distintos = 16.184)

Órbita dos Satélites

Órbita dos Satélites

- Caminho seguido por um satélite ao redor da Terra.
- Varia em altitude, orientação e rotação relativa em relação ao movimento da Terra.

Órbita e Cobertura do Terreno

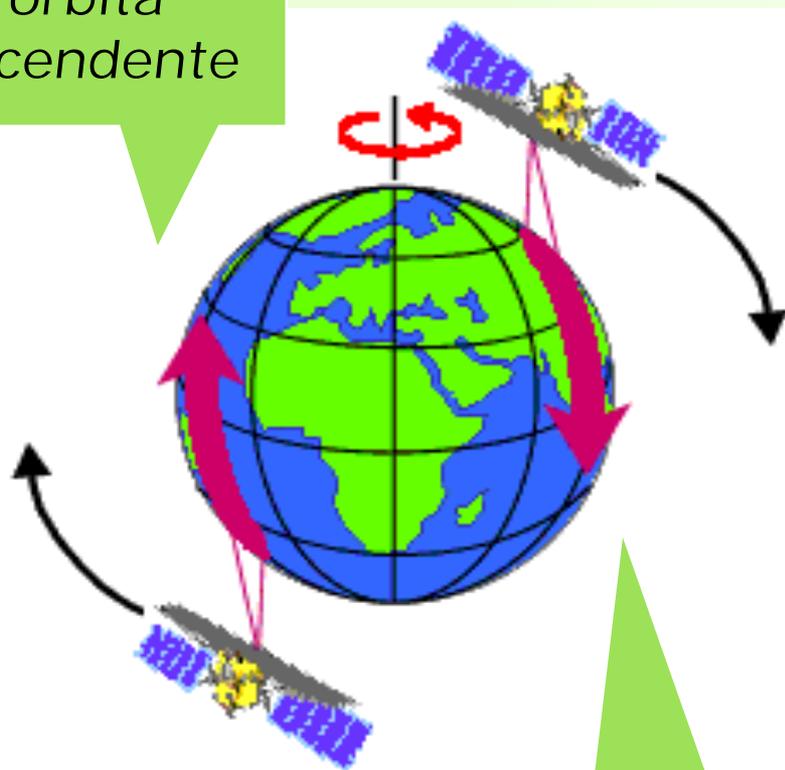


CCRS

- **Órbita Geoestacionária**
 - Satélite em velocidade = Terra
 - Estacionado em relação a Terra
 - Sat. Comunicação e de Meteorologia

Órbita e Cobertura do Terreno

órbita
ascendente



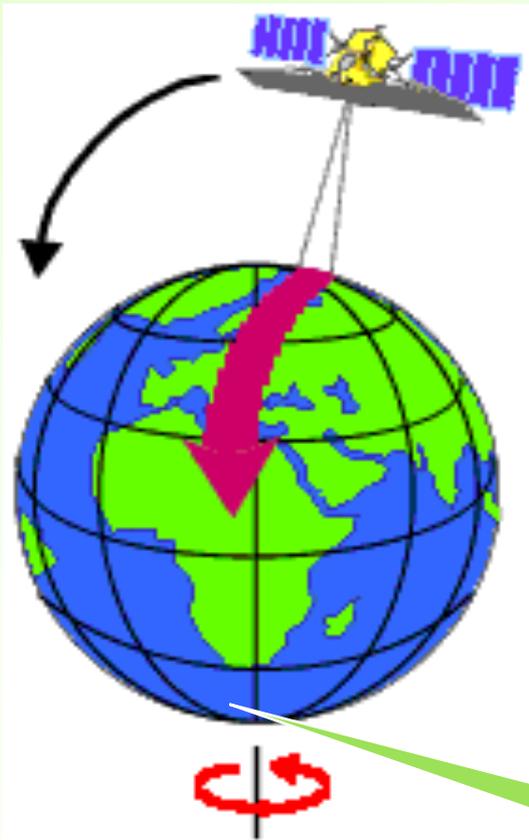
CCRS

órbita
descendente

- **Órbita Ascendente e Descendente**

- Satélite viaja em direção ao Pólo Norte num lado da Terra e em seguida em direção ao Pólo Sul do outro.

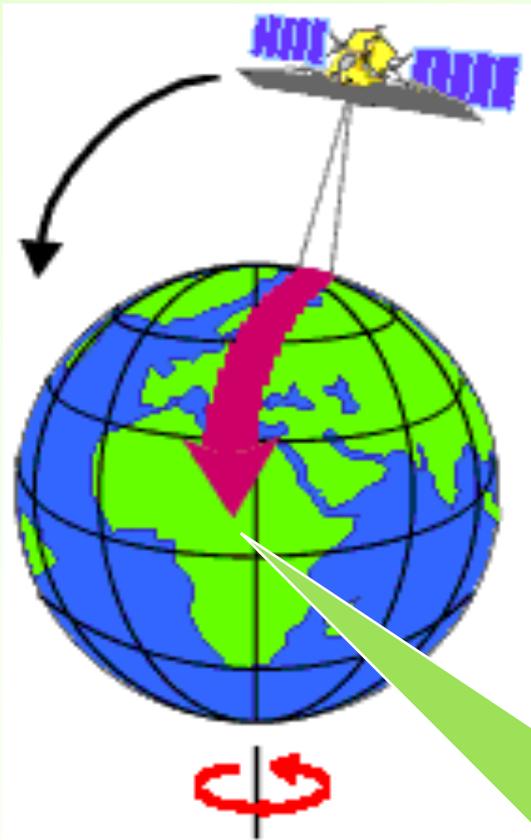
Órbita e Cobertura do Terreno



- Órbita Quase-polar
 - Satélite viaja em numa rota inclinada em relação a uma linha Norte Sul

Órbita Quase-polar

Órbita e Cobertura do Terreno

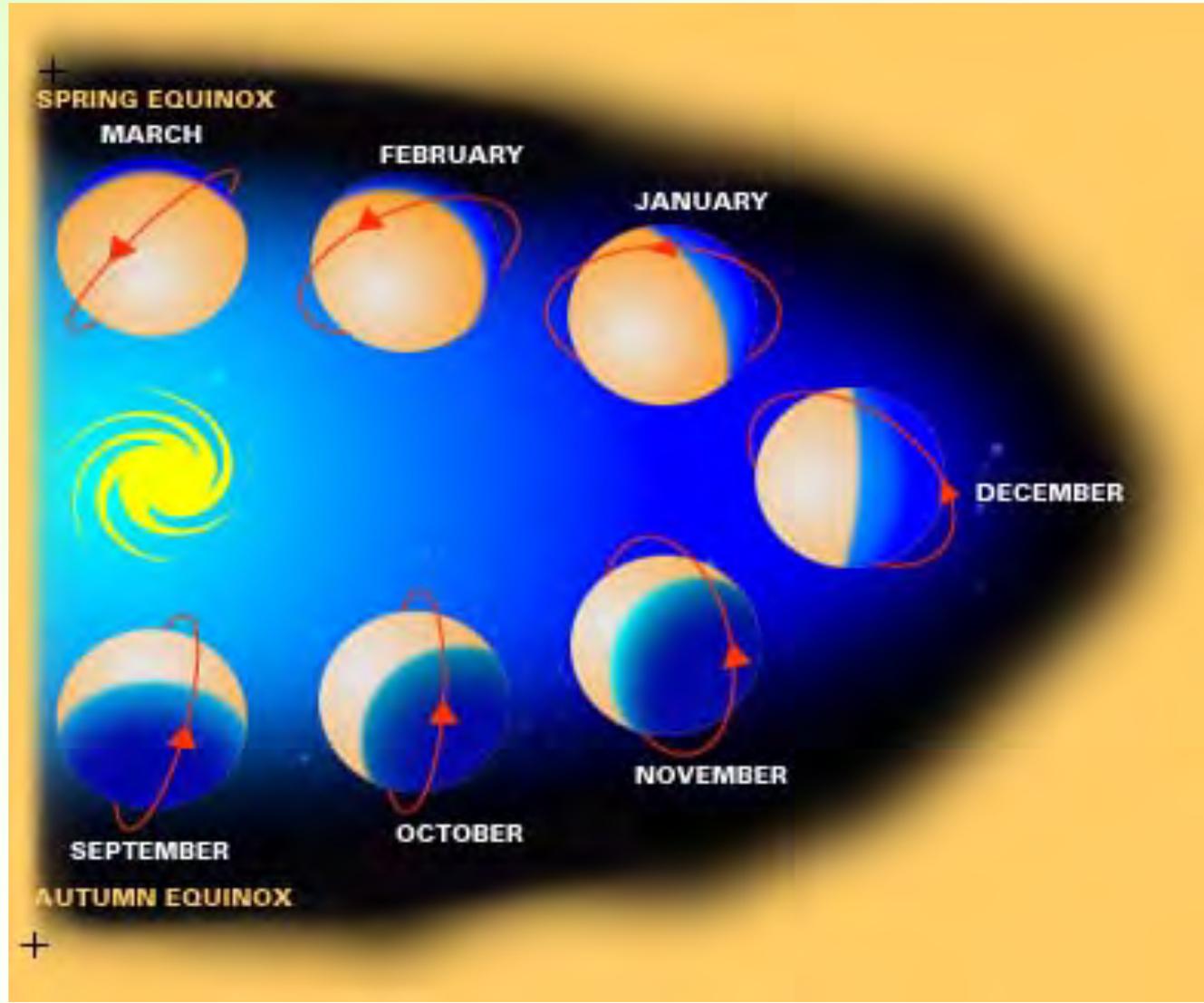


- Órbita Heliosíncrona ou Sol-síncrona
 - Satélite passa sobre cada área da Terra num mesmo horário do dia.
 - Propiciar e assegurar iluminação constante na hora da coleta dos dados.

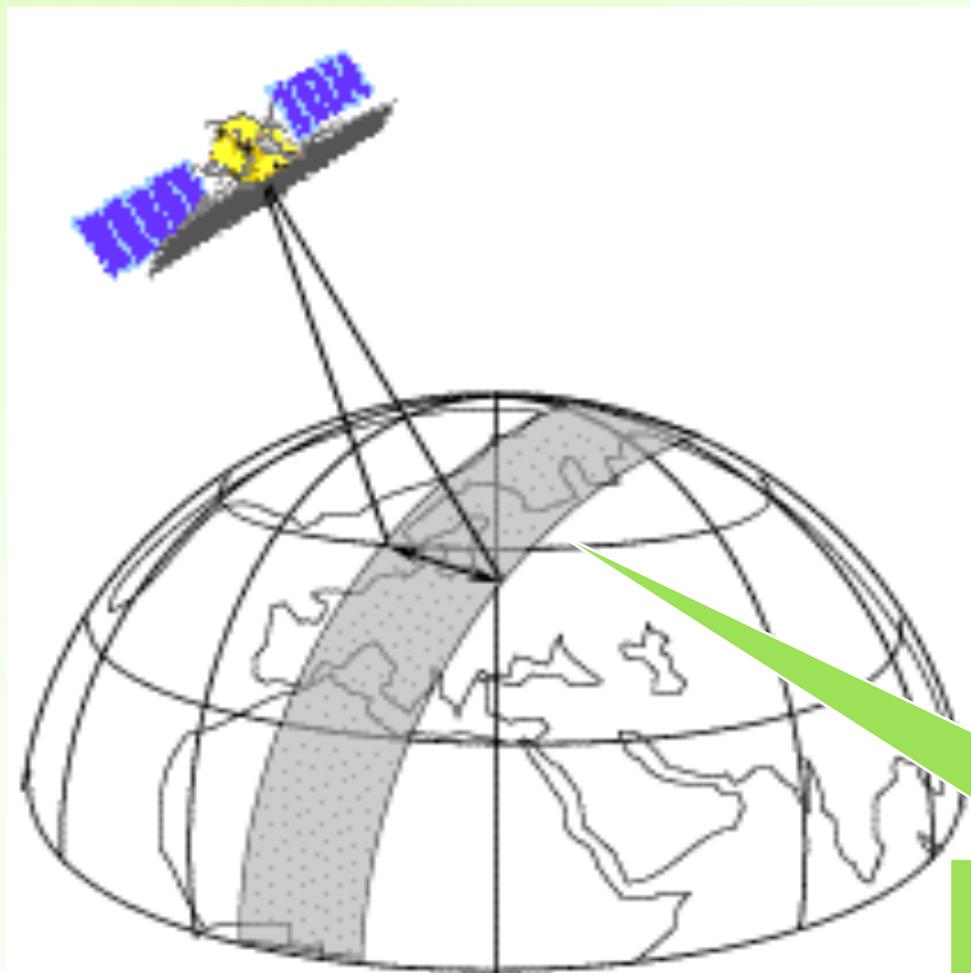
CCRS

LANDSAT passa no Equador às 9:45

Órbita e Cobertura do Terreno: Órbita Heliosíncrona ou Sol-síncrona



Órbita e Cobertura do Terreno

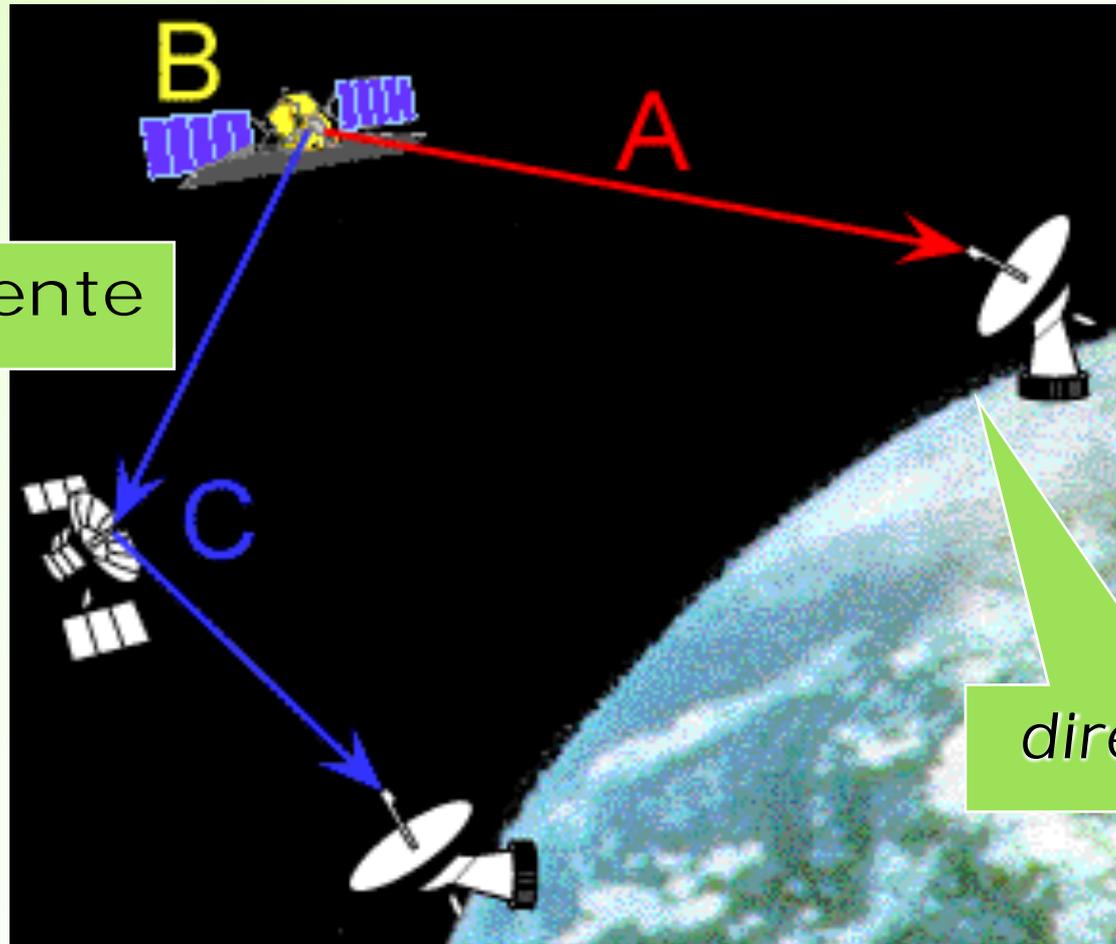


CCRS

- **Área de Cobertura do Terreno**
 - Porção que o Satélite “vê/capta/enxerga” da superfície do terreno no seu trajeto ao redor da Terra.

Faixa depende do sensor: dezenas a centenas de km.

Recepção de dados



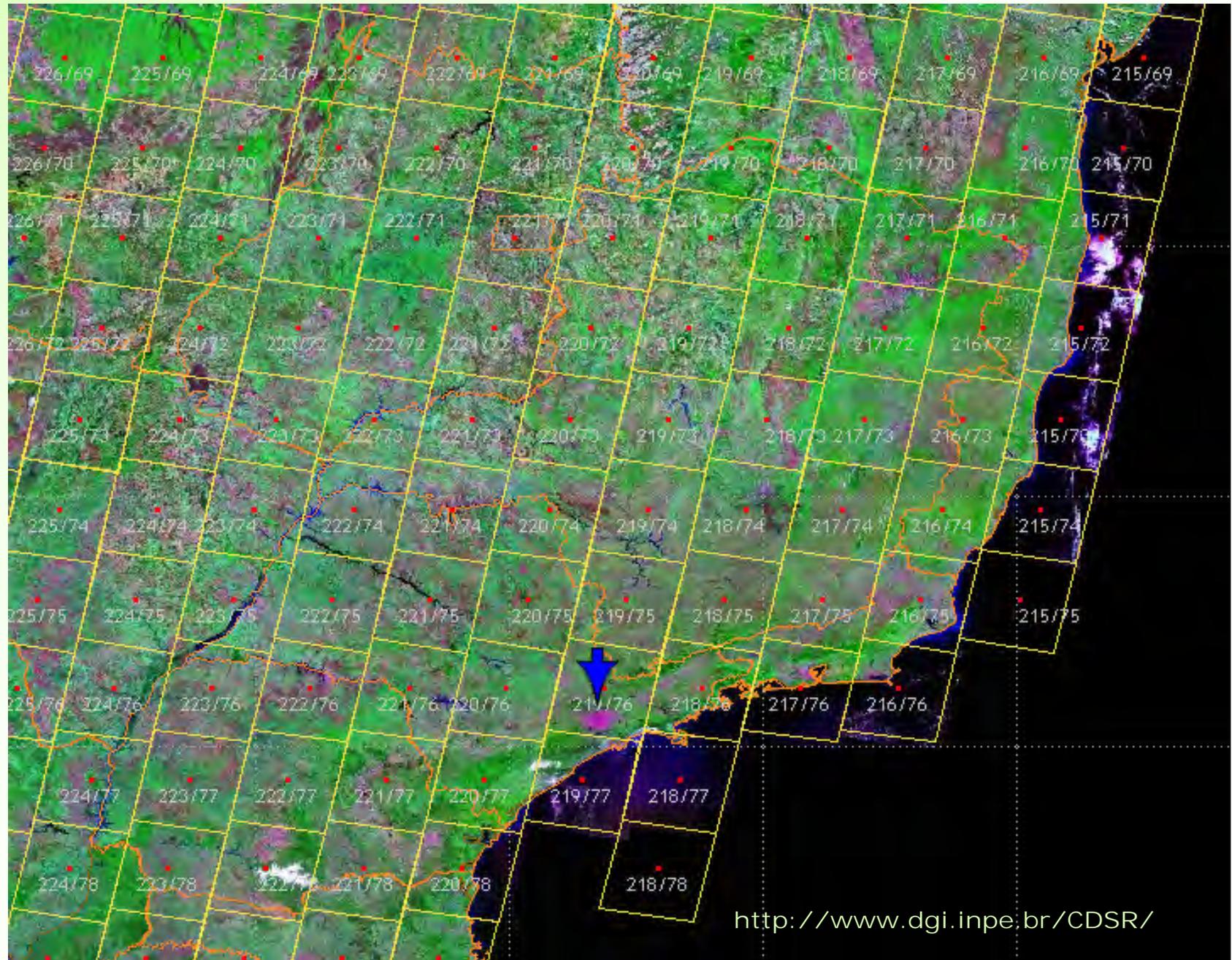
indiretamente

diretamente

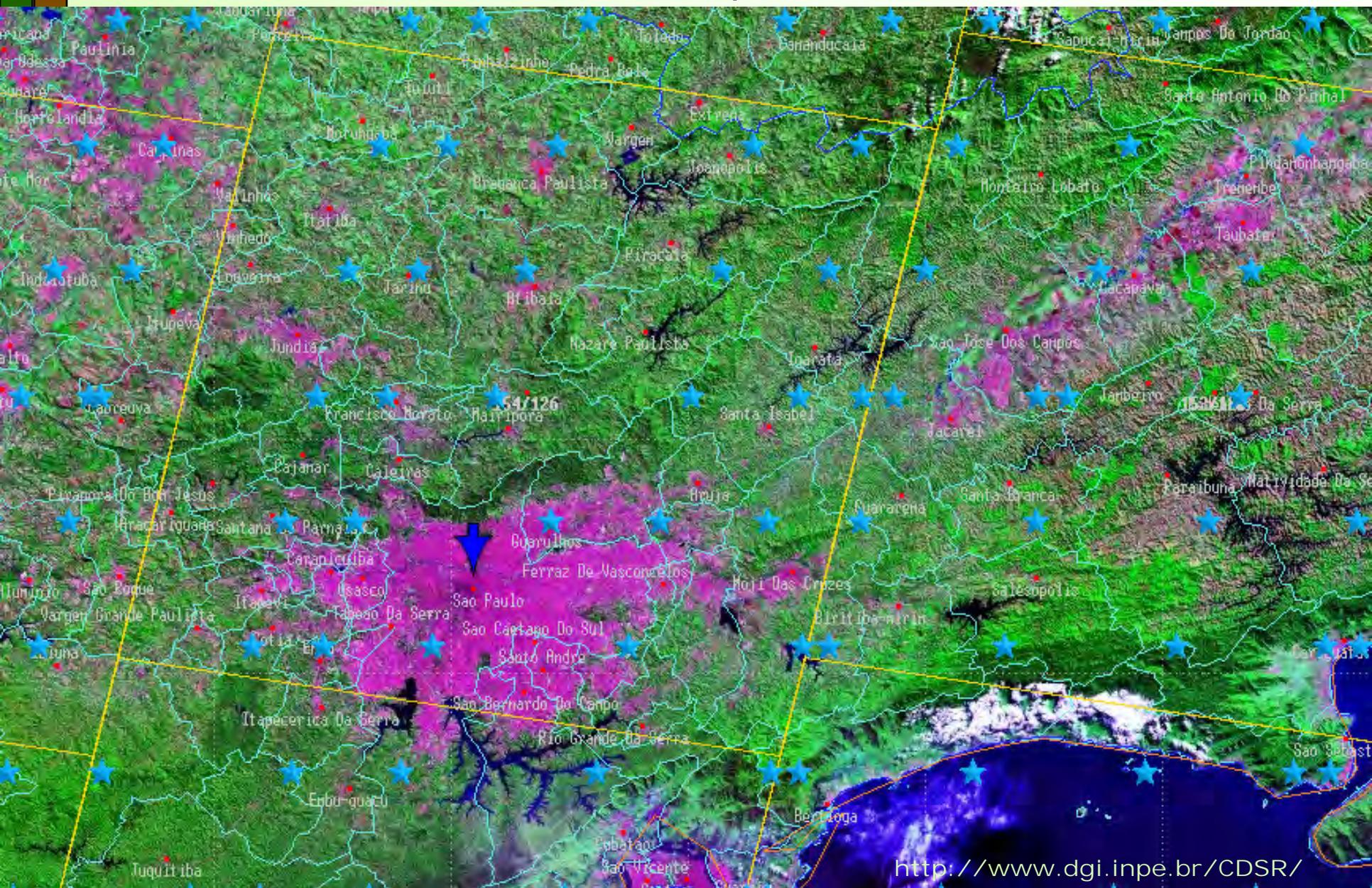
Recepção de Dados: Estações de Recepção de Dados



Localização das imagens Landsat-5 TM (órbita e ponto)



Localização das imagens CBERS-2b CCD e HRC (órbita e ponto)



Processamento digital de imagens:

Funções

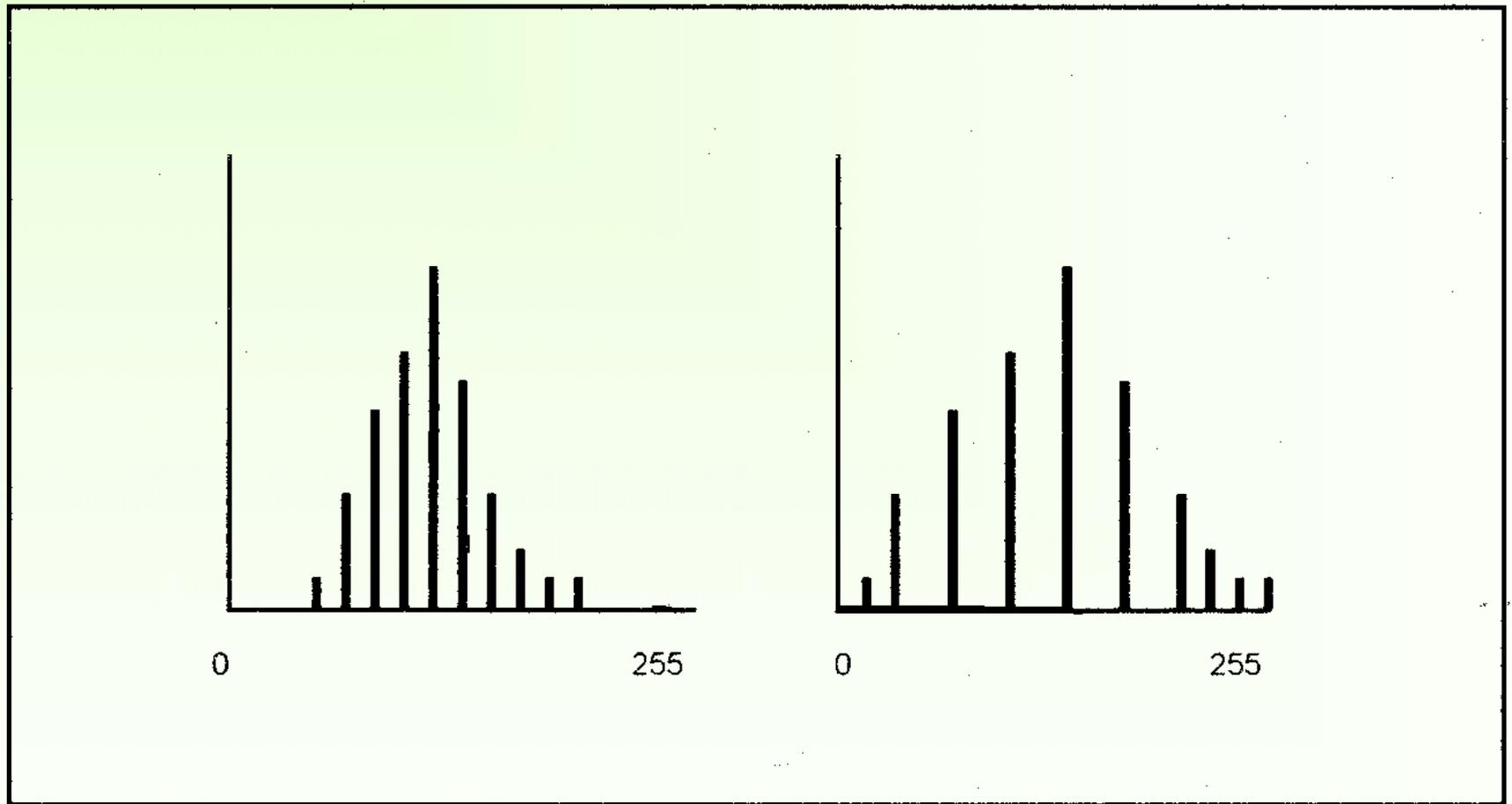
- ✓ Facilitar a identificação e extração da informação contida nas imagens para posterior interpretação;
- ✓ Remover ou amenizar degradações e distorções que limitam a capacidade visual humana;
- ✓ Processar grande quantidade de dados

Processamento digital de imagens

O processamento digital de imagens de sensoriamento Remoto é dividido em:

- Pré-processamento: correção radiométrica e geométrica das imagens;
- Realce: aplicar contrastes nas imagens;
- Classificação: realizar o mapeamento utilizando algoritmos de agrupamento de padrões.

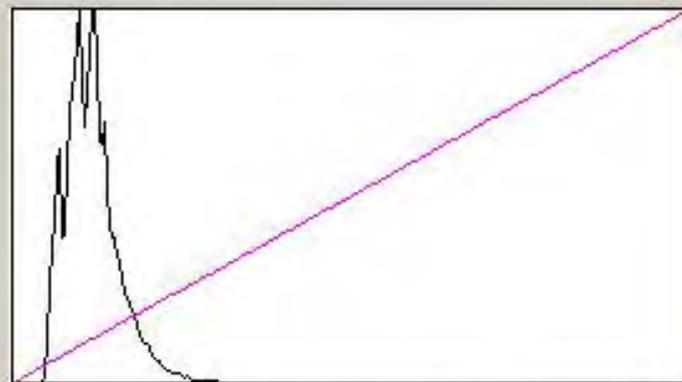
Aumento linear de contraste (também conhecido como “*stretching*”)





Contraste

Operação Canal Exibir Executar Ajuda



Nível de Entrada:

LUT/População

Entrada: Nova:

Média

M: G: B:

Edição(saída)

Valores

Mín: CR Máx: CR

Fatias

CR

Salvar Imagem

Nome: Banda



Contraste

Operação Canal Exibir Executar Ajuda

Nível de Entrada:

LUT/População

Entrada: Nova:

Média

M: G: B:

Edição(saída)

Valores

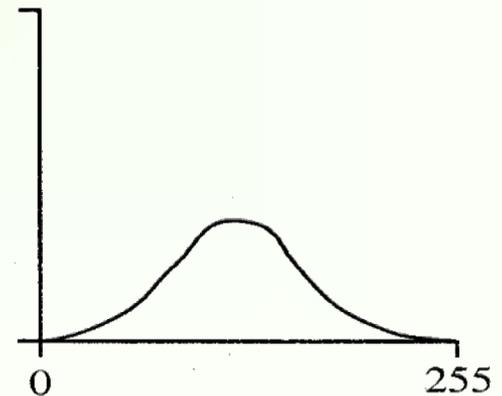
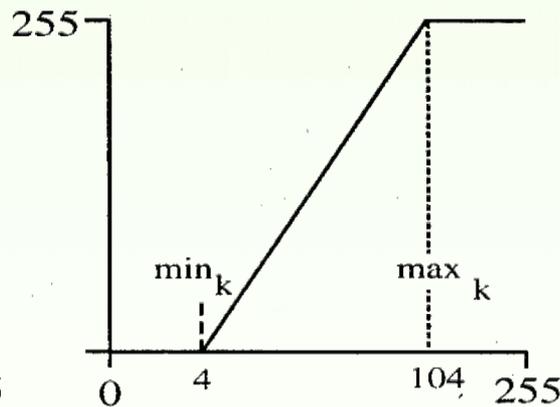
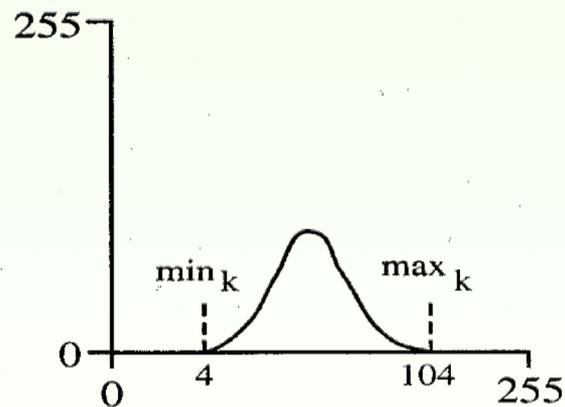
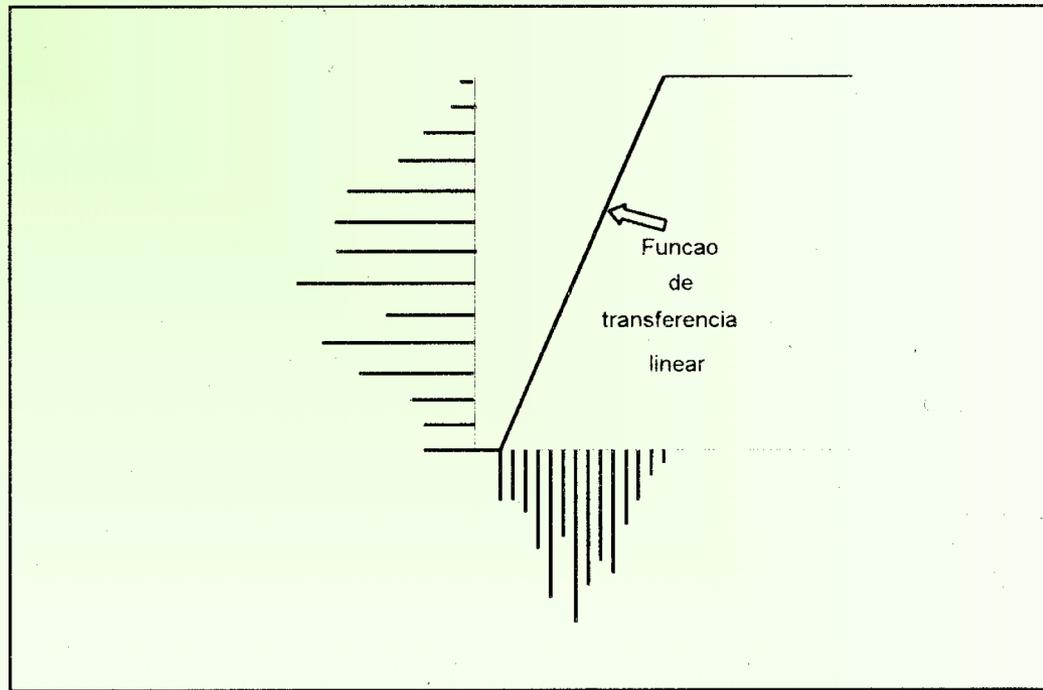
Mín: Máx:

Fatias

Salvar Imagem

Nome: Banda

Função de transferência linear



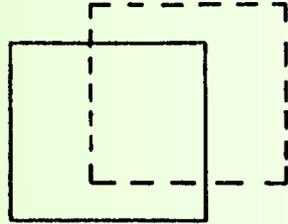
Correção geométrica

O objetivo é gerar uma imagem que tenha a integridade geométrica de um mapa, sem as distorções causadas pelo processo de aquisição da imagem e devidas aos seguintes fatores:

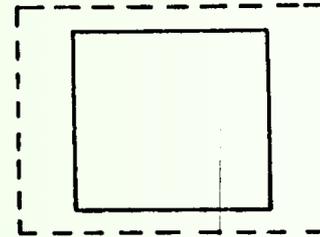
- ✓ Variações na altitude, atitude e velocidade do satélite
- ✓ Distorção panorâmica
- ✓ Curvatura da Terra
- ✓ Rotação da Terra (*skew*)
- ✓ Refração atmosférica
- ✓ Deslocamento de relevo
- ✓ Variações na velocidade de varredura do sensor

Distorções

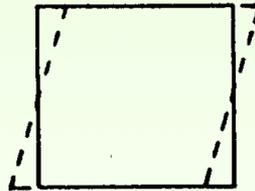
Translação



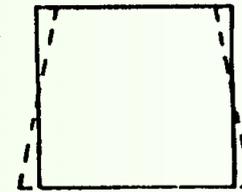
Altitude



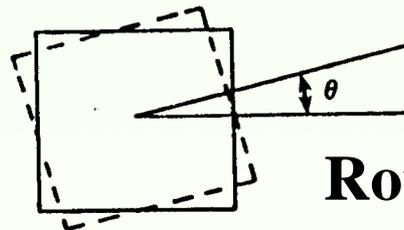
Inclinação



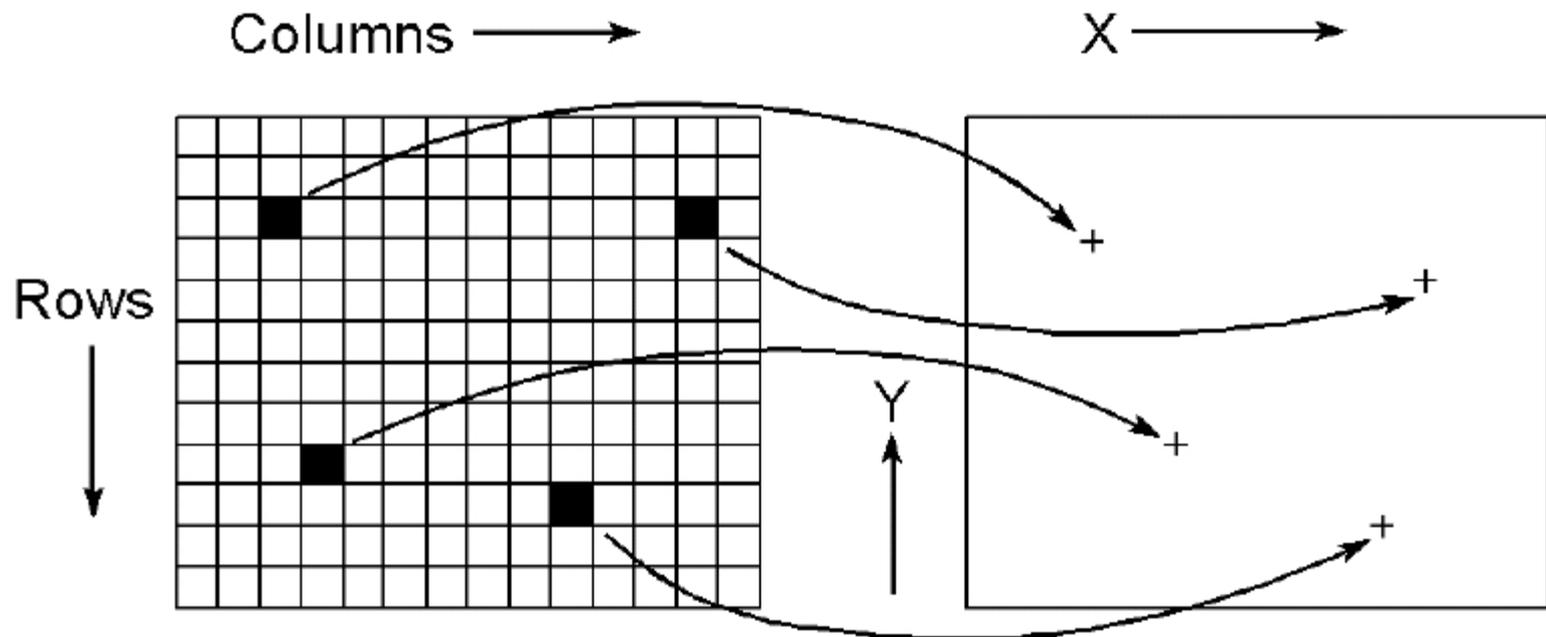
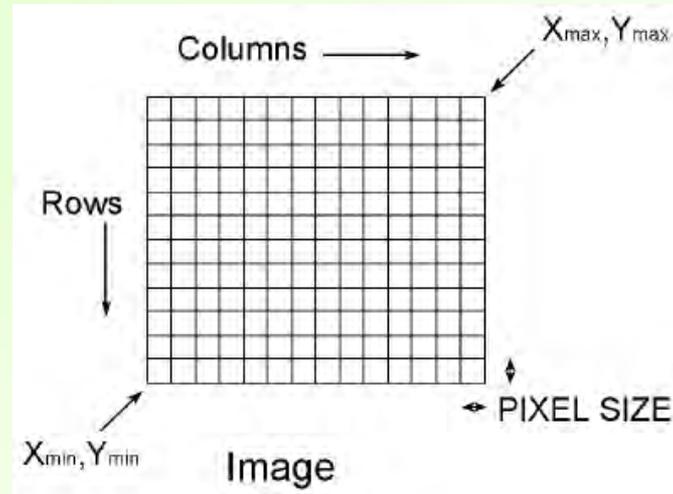
Perspectiva



Rotação

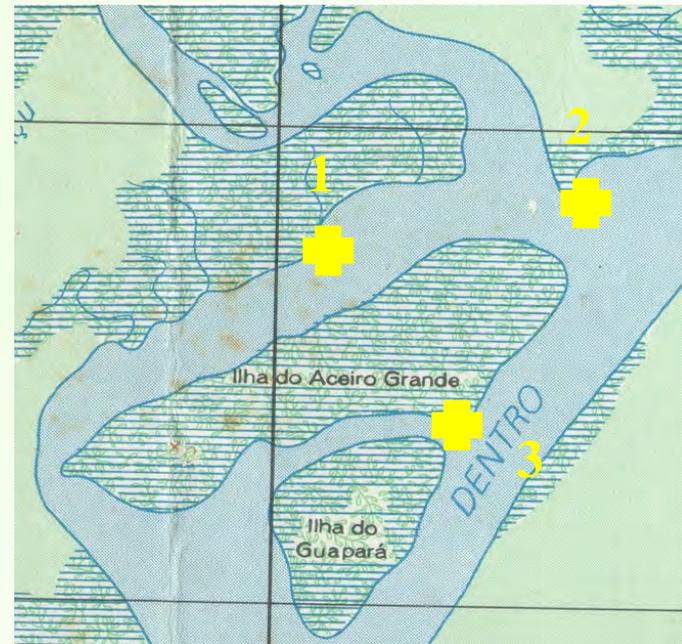
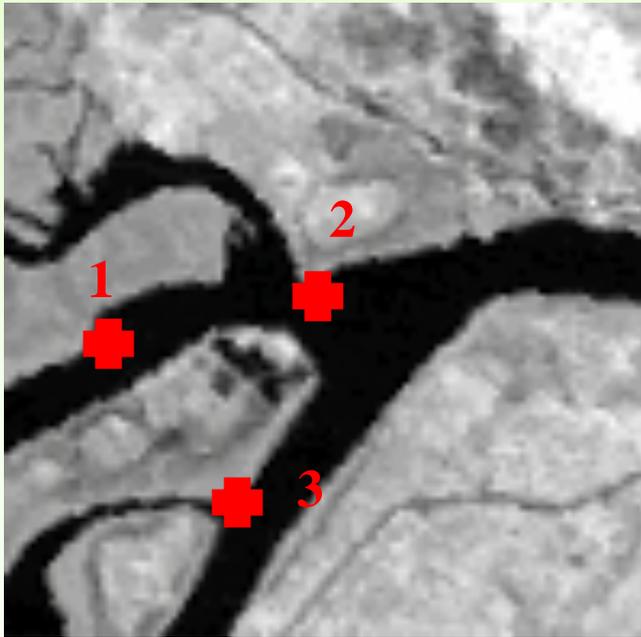


Georeferenciamento

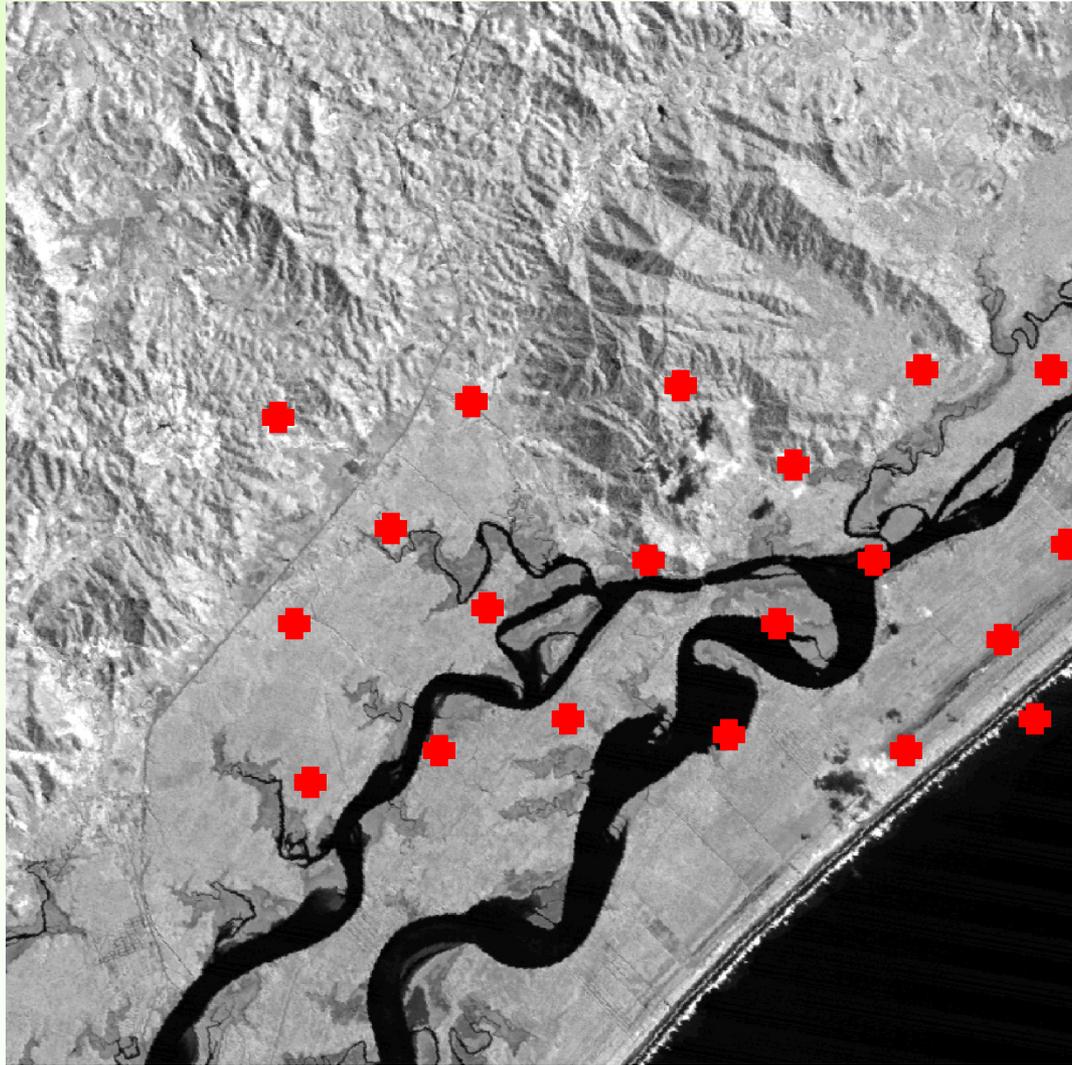


Georeferenciamento

Seleção de pontos comuns

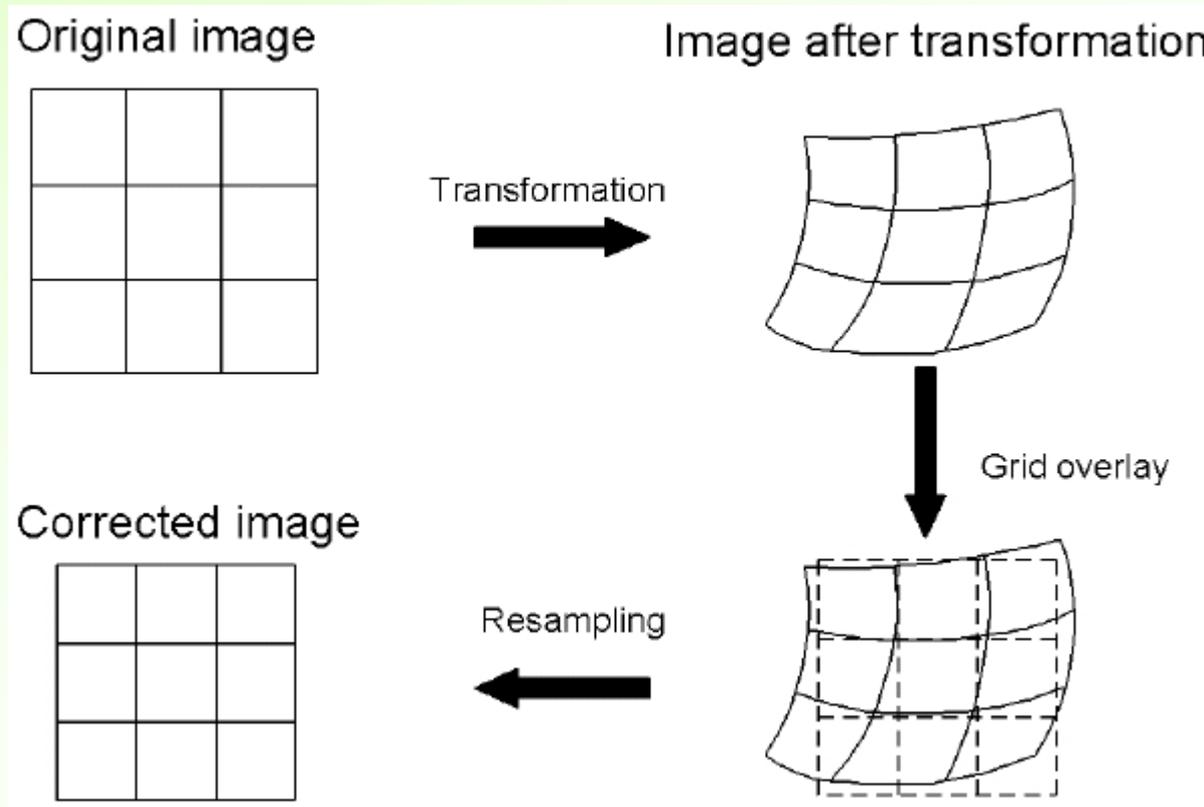


Georeferenciamento

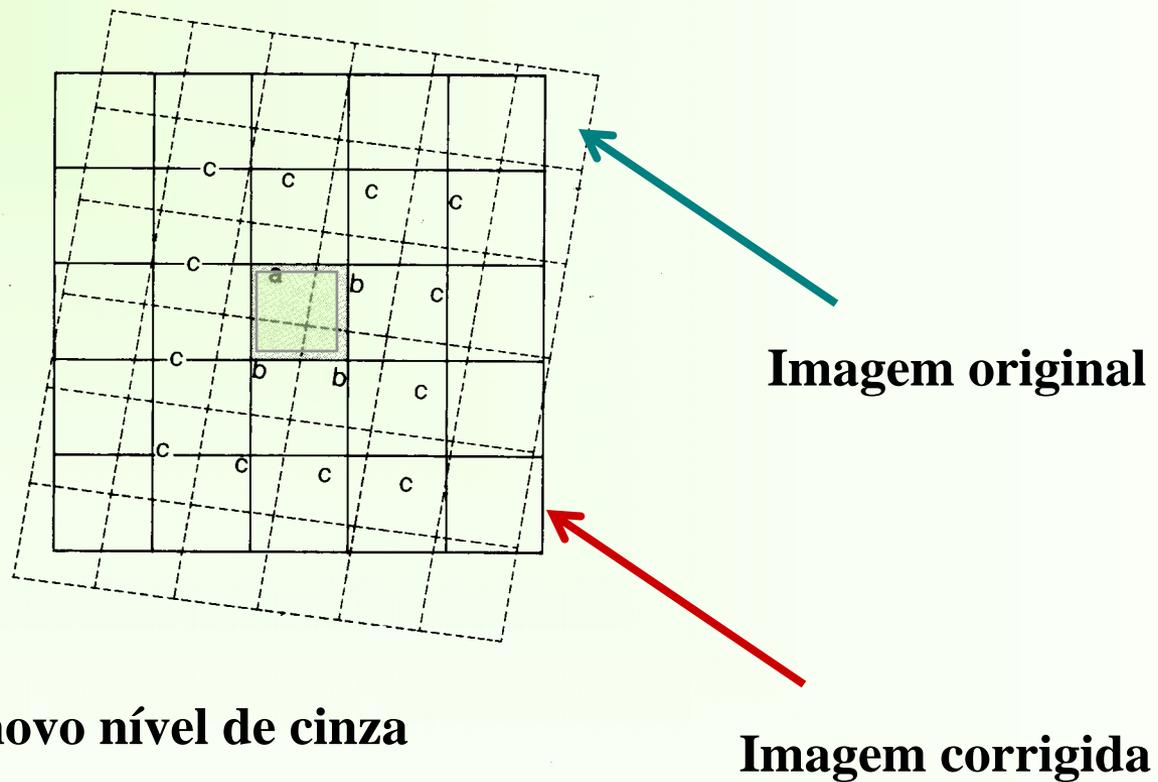


Distribuição ideal dos pontos de controle.

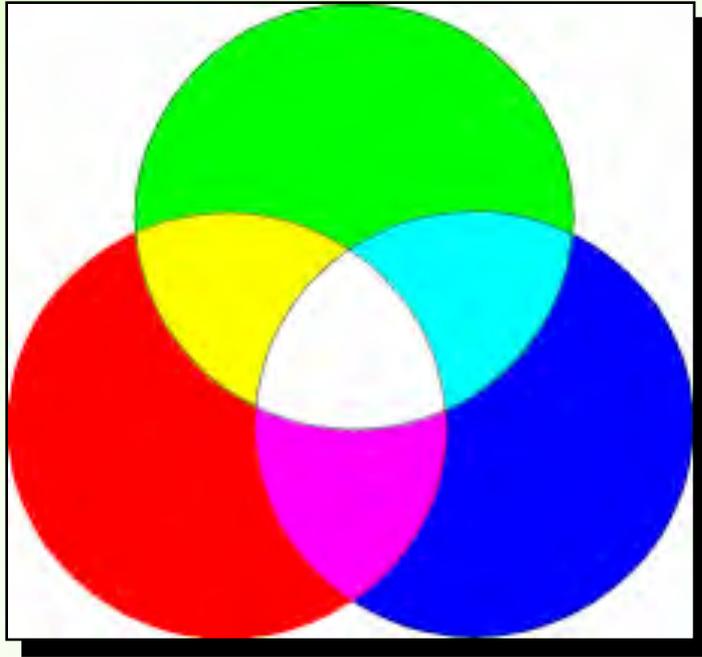
Reamostragem



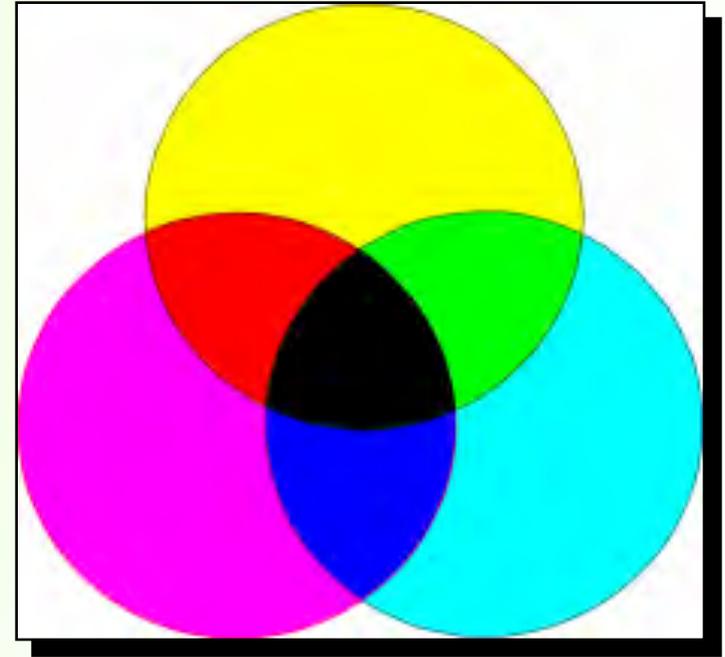
Reamostragem



Composições coloridas RGB

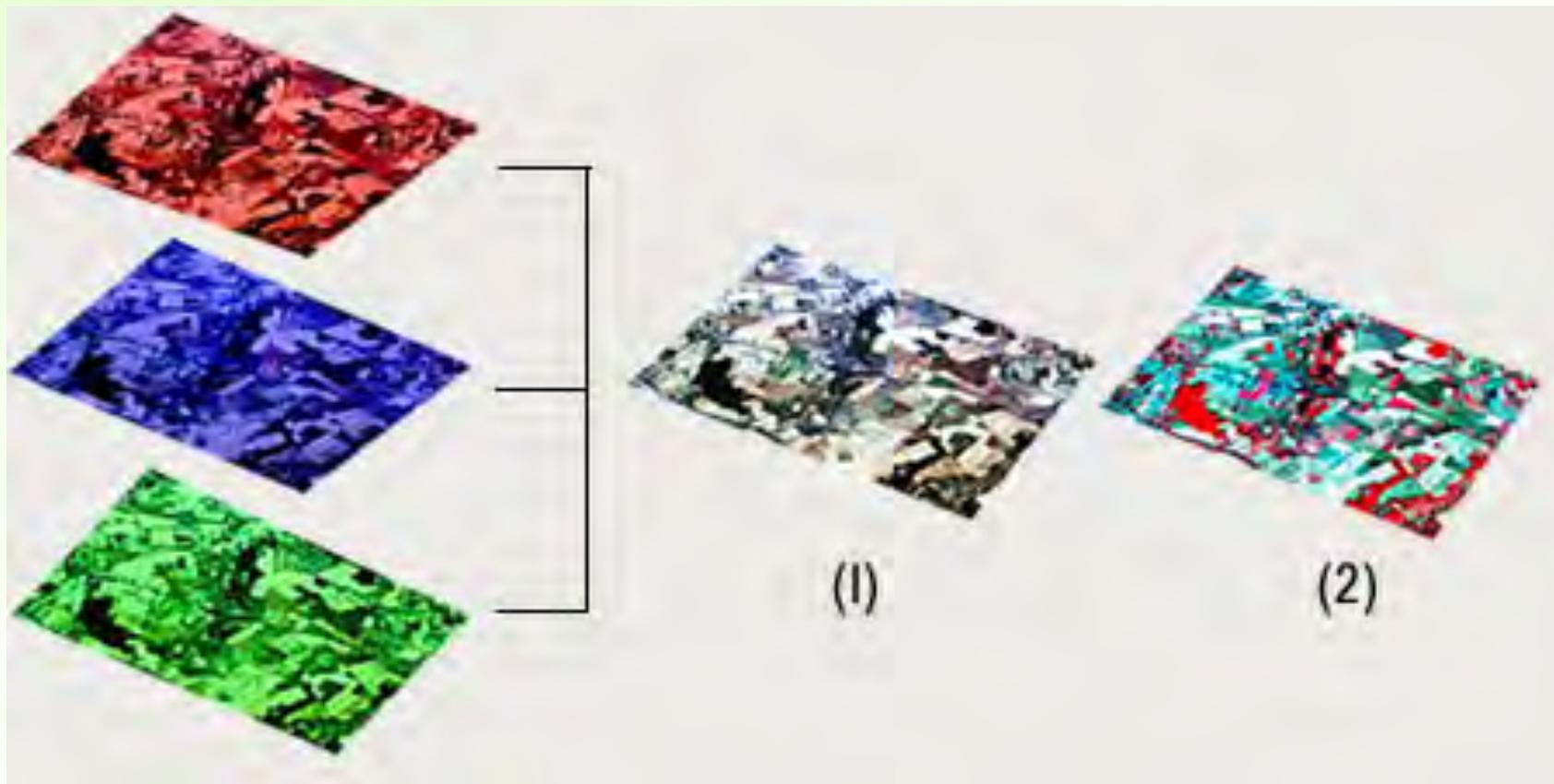


Aditivas



Subtrativas

Composições coloridas RGB



Composições coloridas RGB

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



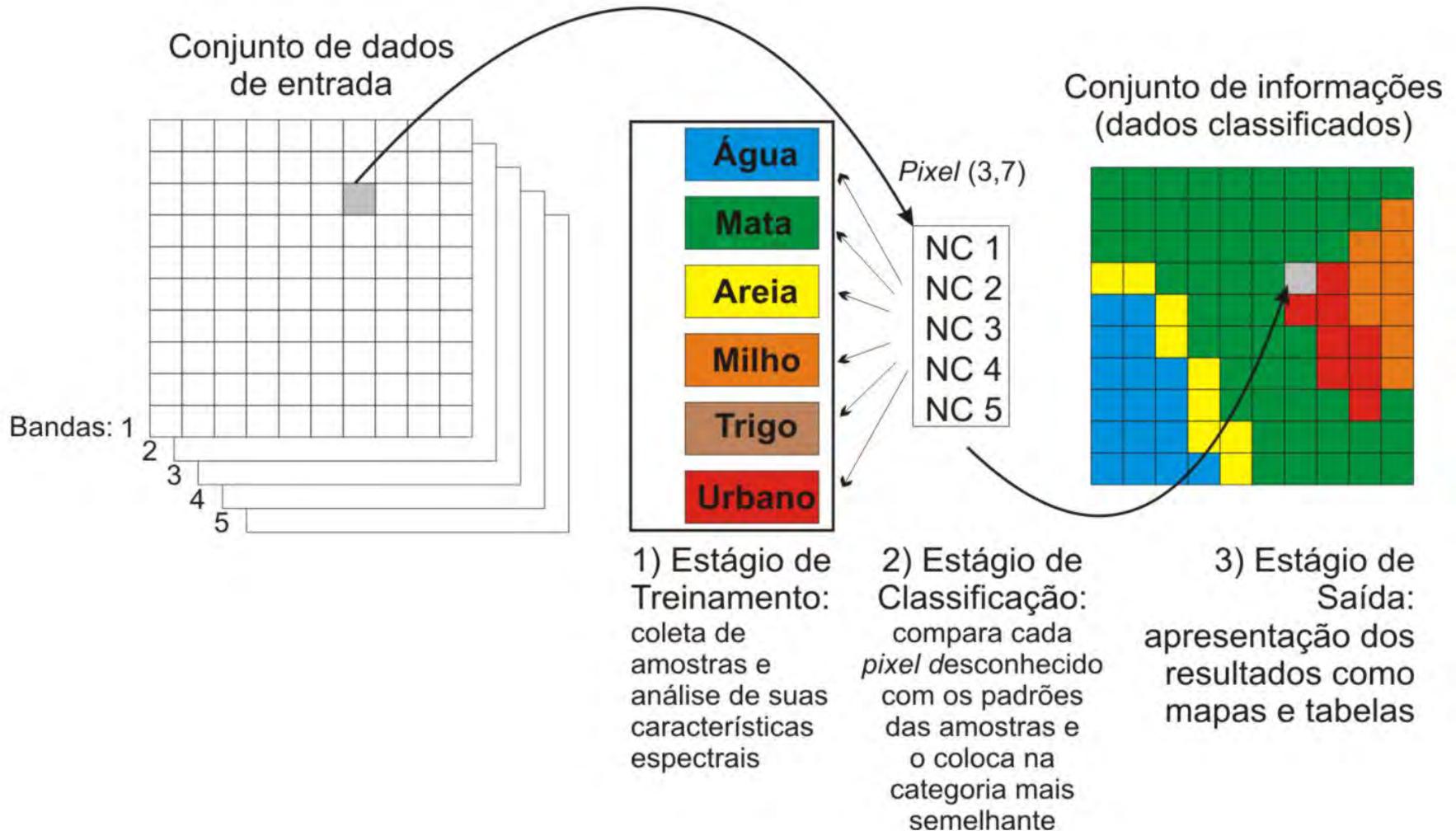
Banda 5

Composições coloridas RGB

imagem CBERS 2 CCD da região de Manaus - AM
composição colorida 4 (R), 3 (G), 2 (B) - órbita 173/103 data 17/08/04



Classificação de padrões



Seleção de amostras



LEGENDA

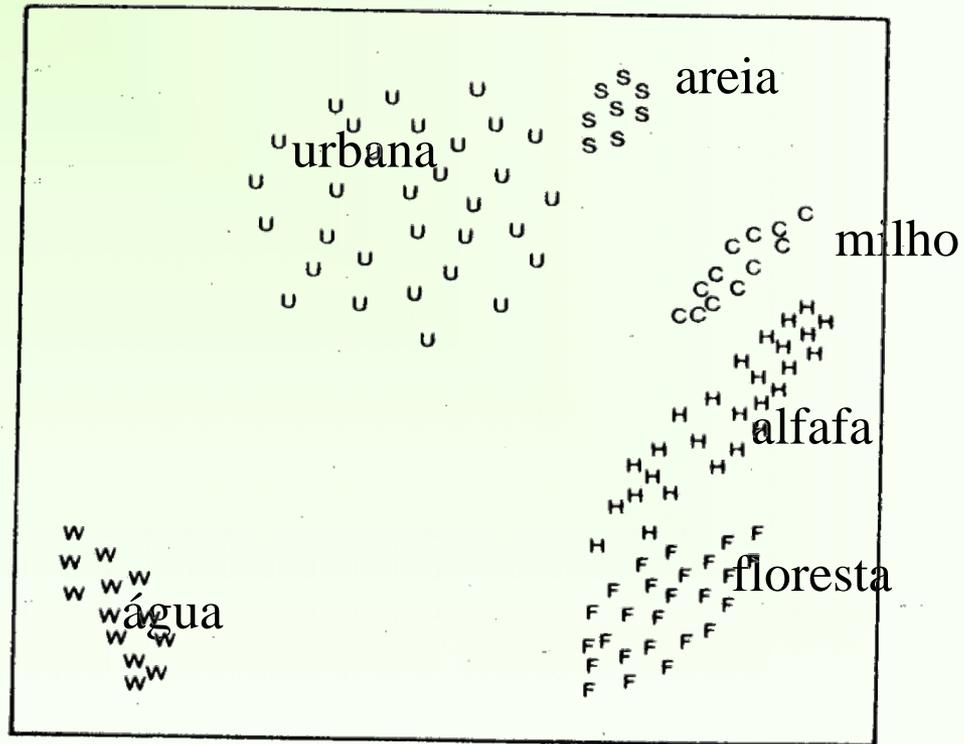
-  Urbano
-  Água
-  Reflorestamento
-  Agrícola

Escolha de um classificador



Espaço de atributos

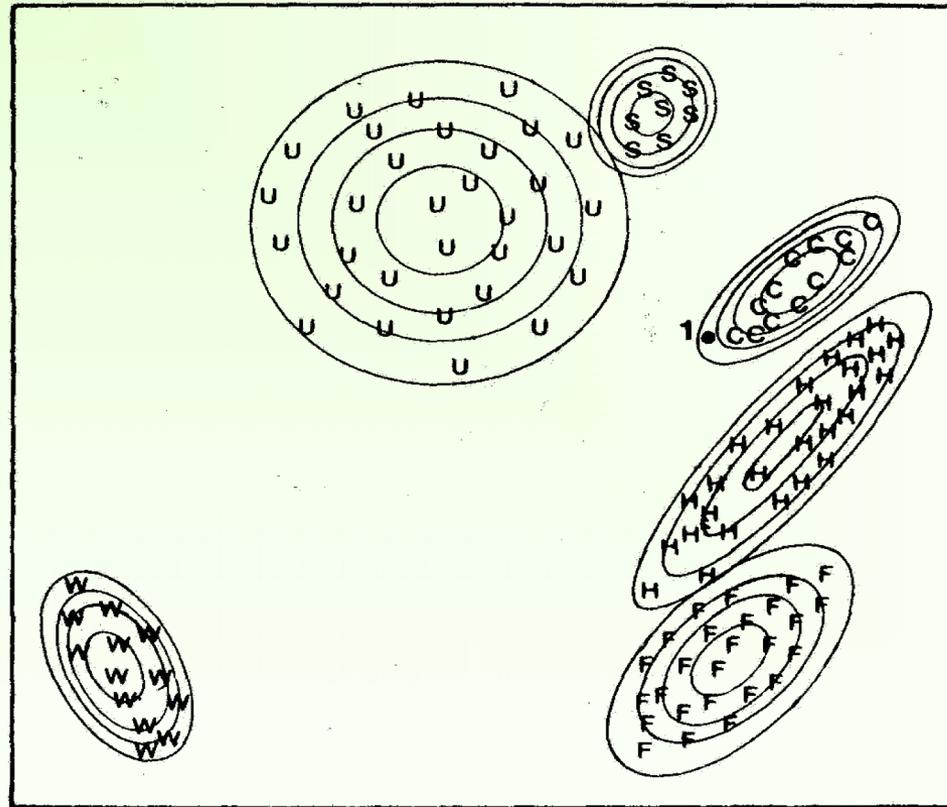
Banda 2



Banda 1

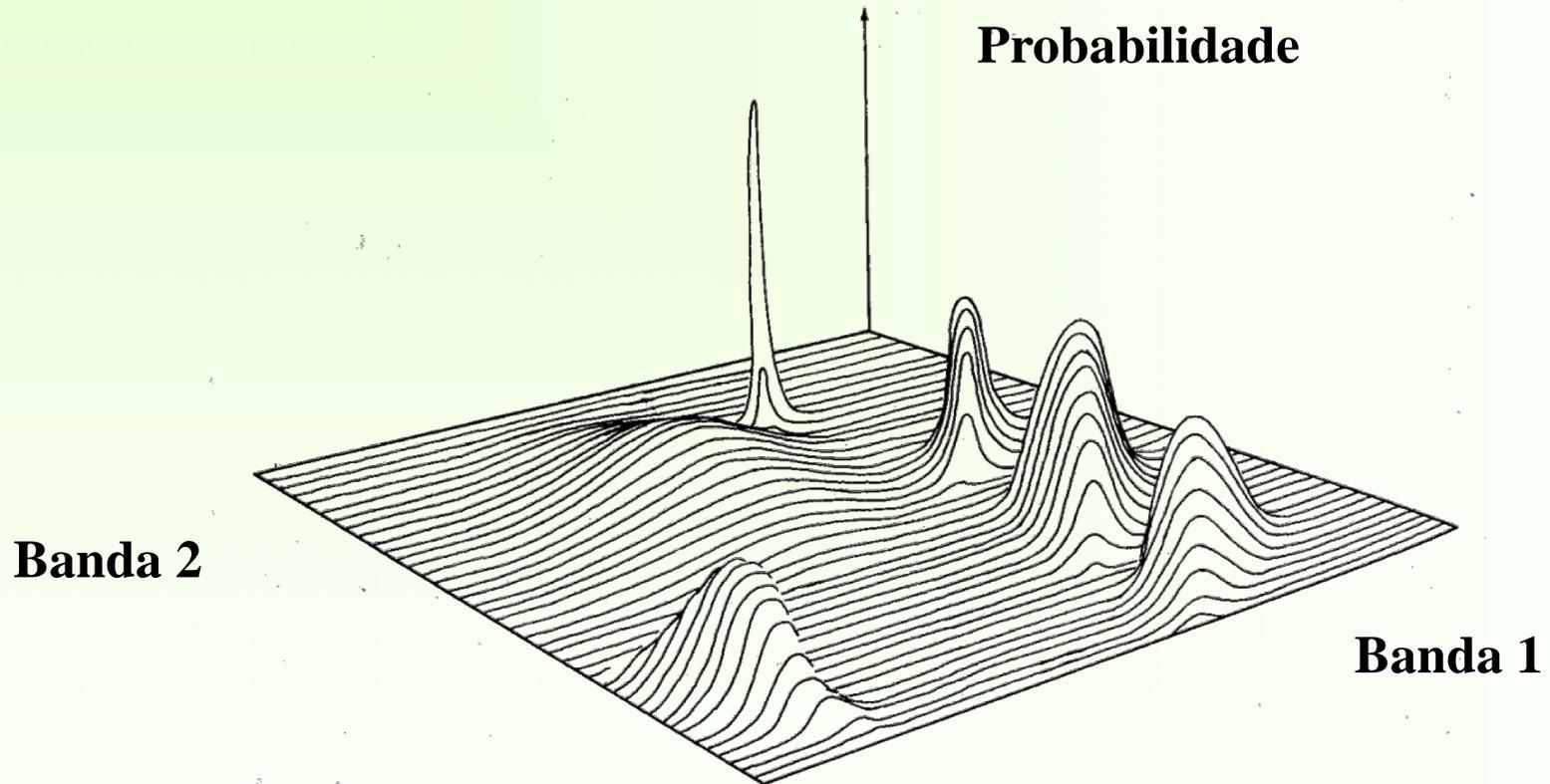
Máxima Verossimilhança

Banda 2



Banda 1

Função de Probabilidade



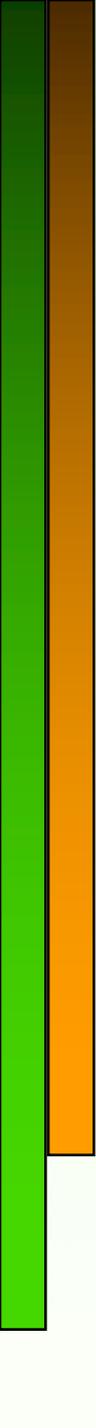
Fichamento para a próxima aula (16/09/2022)

Os novos enfoques da Geografia com o apoio das Tecnologias da Informação Geográfica.

Reinaldo Paul Pérez Machado

<https://www.researchgate.net/publication/266387529>

O link para **baixar** o arquivo estará disponível no Moodle.
Fazer a entrega no próprio Moodle conforme instruções.



Obrigado pela atenção!