



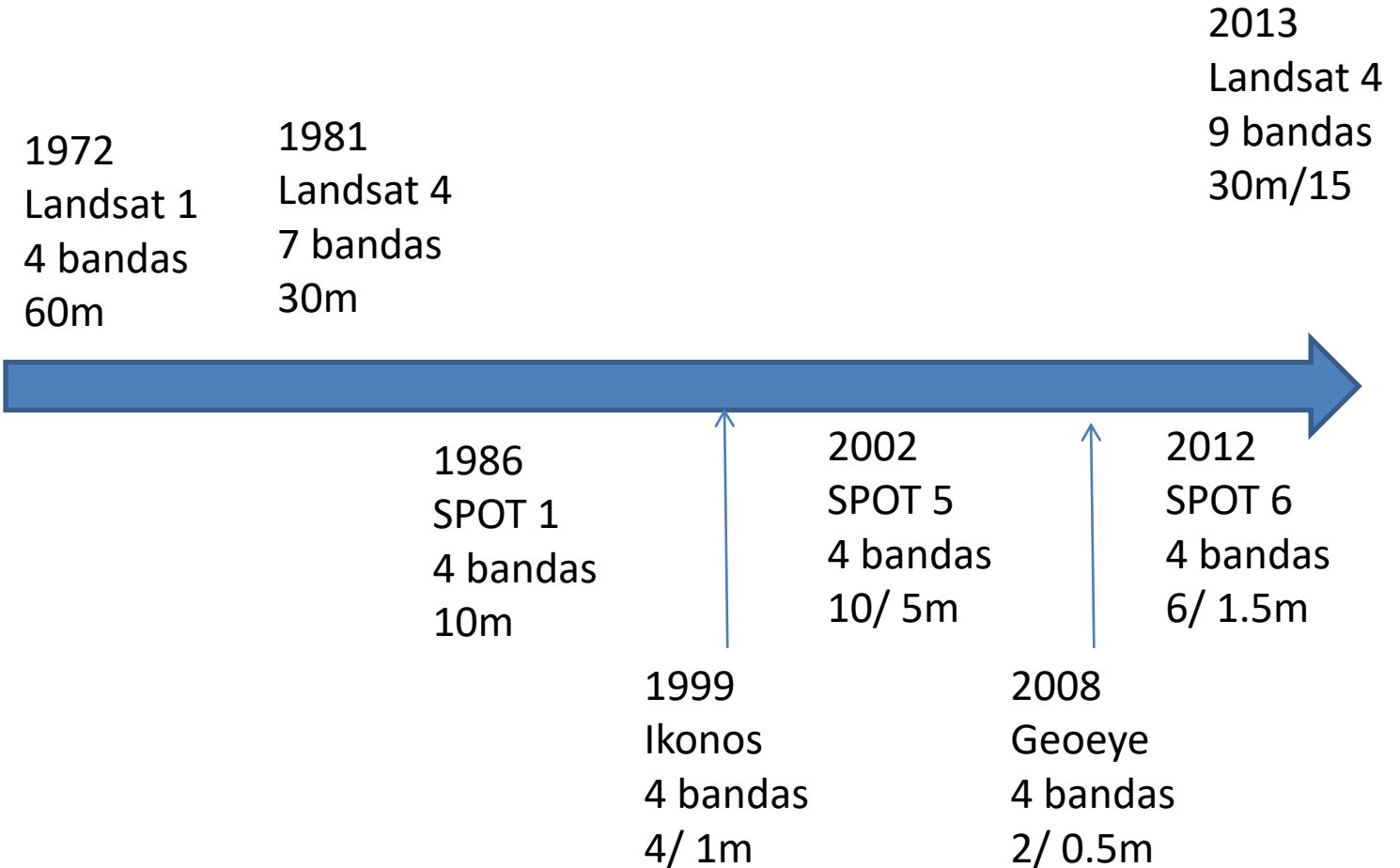
Sensoriamento remoto

Prof. Dr. Jorge Antonio Silva Centeno
Universidade Federal do Paraná

2021

Linha do tempo

Sistemas sensores comerciais



Landsat


- Landsat 5



- Landsat 8



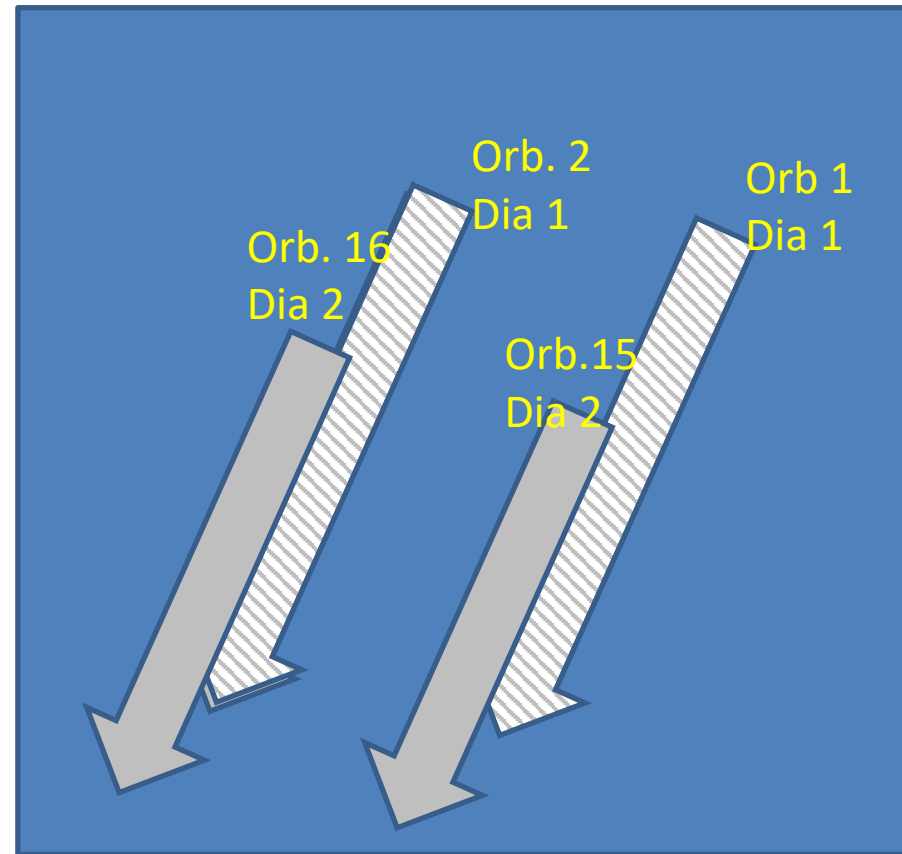
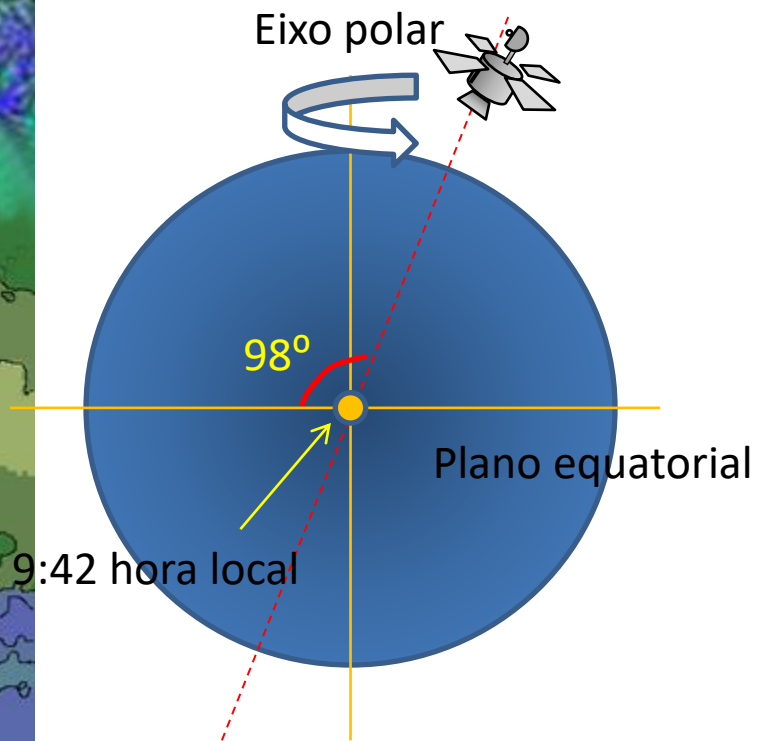
Landsat



• Landsat	data	sensors	status
• 1/2/3	7/72; 1/75; 3/70	MSS	desligados
• 4	7/82	MSS/TM	desligado 6/11
• 5	3/84	MSS/TM	Desativado Jun/2013
• 6	10/93	MSS/ETM	perdido
• 7	4/99	ETM+	operacional/danificado
• 8	5/13	OLI/ITIR	operacional

órbita

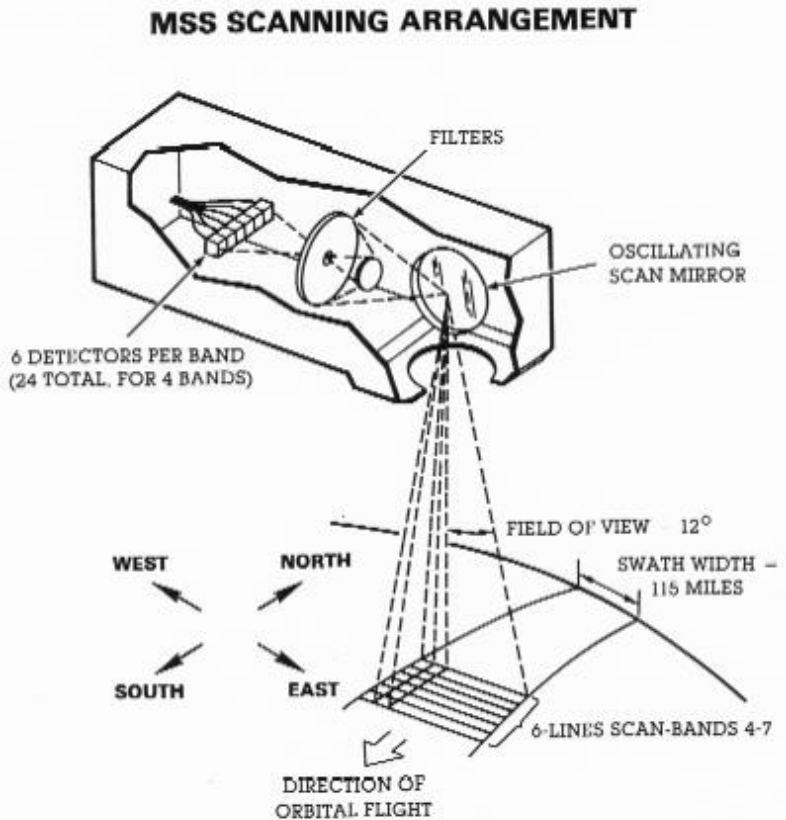
- Não são consecutivas!



Sistema de varredura

Varredura

- Sistema whiskbroom
- optomecânico
- Varredura com espelho móvel.



View of the MSS whiskbroom scanning geometry and image projection (image credit: SBRC)

Fonte: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/l/landsat-1-3>

Características da plataforma

	Landsat 1-3	Landsat 4,5	Landsat 7
altitude	907-915 km	705 km	705 km
Inclinação	99.2 graus	98,2	98,2
órbita	Semipolar	Semipolar	Semipolar
passagem pelo equador	9:30	10:00	10:00
período de revolução	103 min	99 min	99 min
intervalo entre duas passagens:	18 dias	16 dias	16 dias

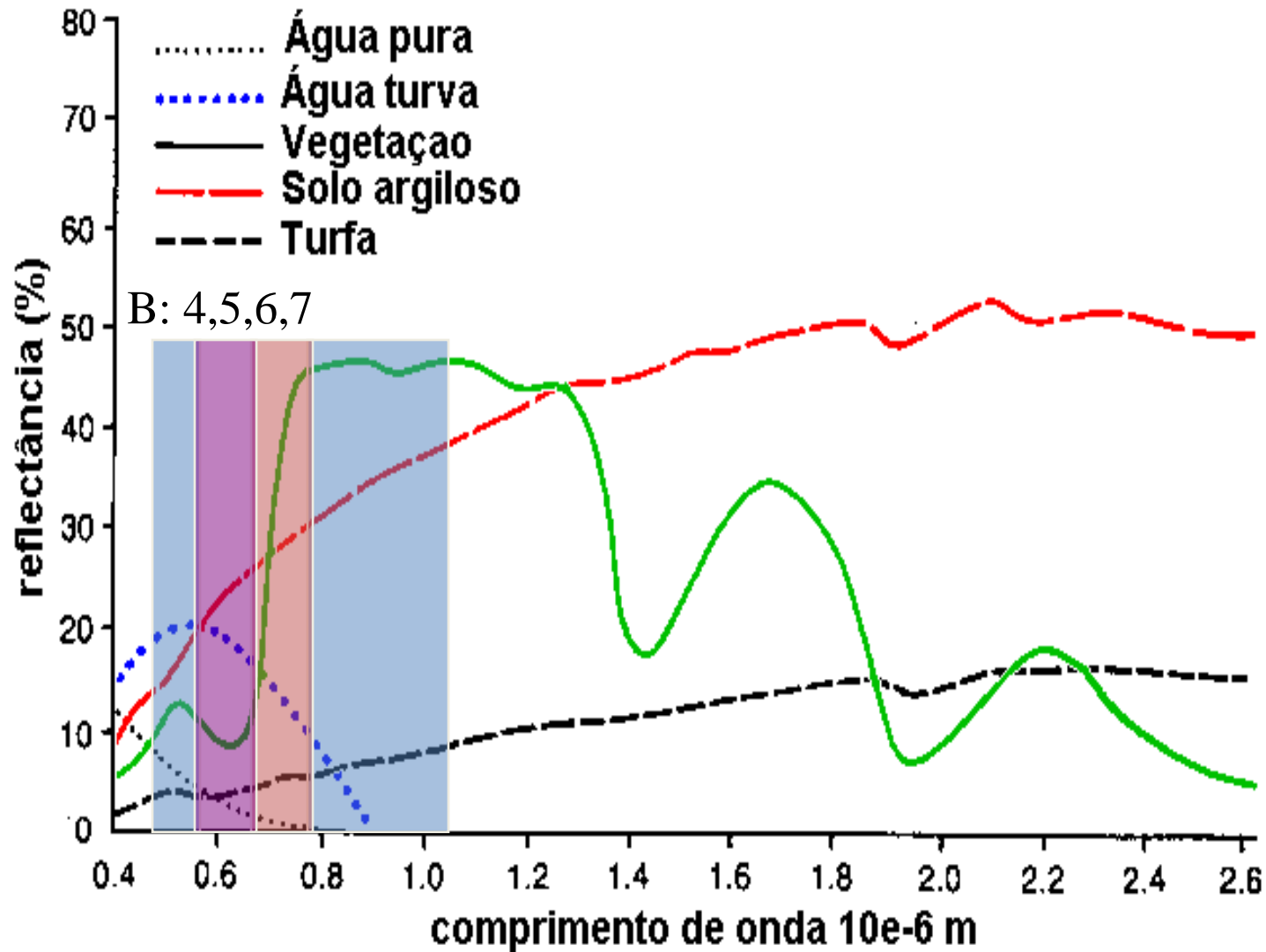
MSS bandas

Landsat 1-3 bandas	Região espectral	Faixa espectral	Resolução Espacial (m)
4	1. Verde	0.5 - 0.6	80
5	2. Vermelho	0.6 - 0.7	80
6	3. IVP	0.7 - 0.8	80
7	4. IVP	0.8 - 1.1	80
8	5. Termal	10.41 - 12.60	237

- Resolução temporal: 16-18 dias
- Tamanho de imagem: 185 x 185 km
- Visada nadiral

Resolução espectral

- multiespectral

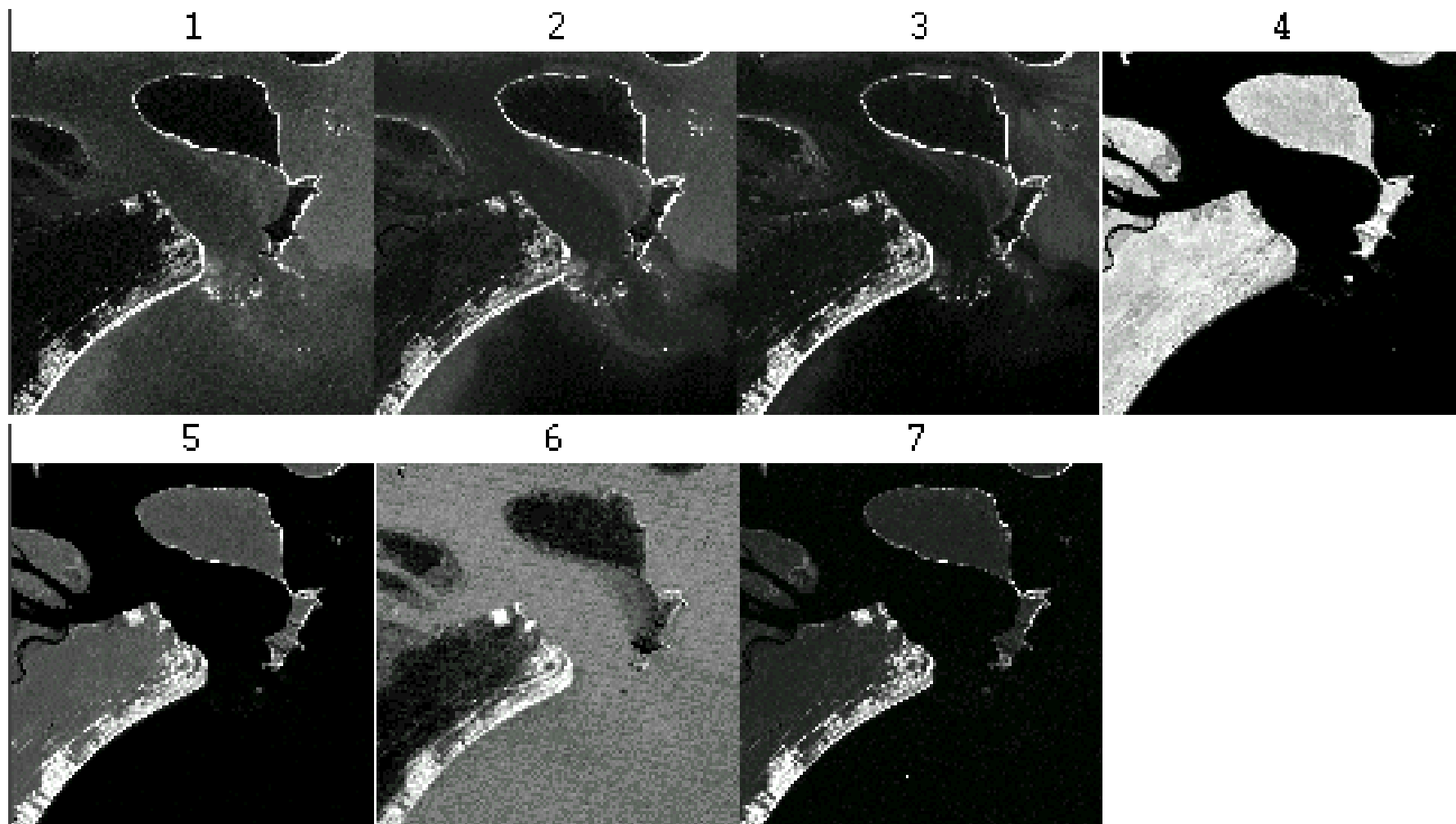


TM: bandas

banda	Faixa espectral μm	resolução
1	0.45 - 0.53	30
2	0.52 - 0.60	30
3	0.63 - 0.69	30
4	0.76 - 0.90	30
5	1.55 - 1.75	30
6	10.40 - 12.50	120
7	2.08 - 2.35	30

- Resolução temporal: 16 dias
- Tamanho de imagem 185 x 172 km Visada nadiral

- Sete bandas espectrais



ETM+

banda	Faixa espectral μm	resolução
1	0.45 - 0.515	30
2	0.525 - 0.602	30
3	0.63 - 0.69	30
4	0.75 - 0.90	30
5	1.55 - 1.75	30
6	10.40 - 12.50	60
7	2.09 - 2.35	30
8 PAN	0.52 - 0.90	15



Problema

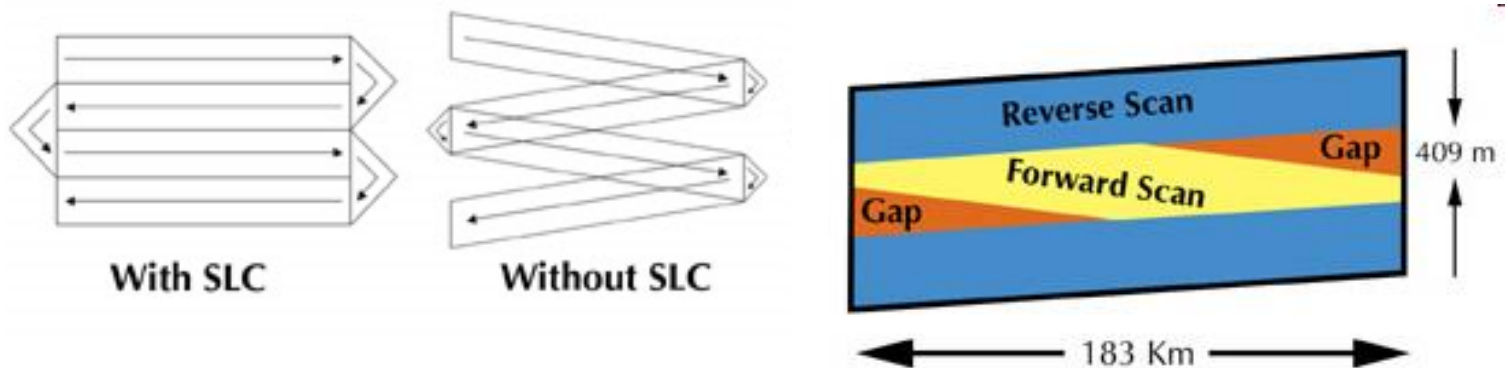
EXTRA, EXTRA!

REMOTE SENSING NEWS

On May 31, 2003 the Scan Line Corrector (SLC) in the ETM+ instrument failed. The SLC consists of a pair of small mirrors that rotate about an axis in tandem with the motion of the main ETM+ scan mirror. The purpose of the SLC is to compensate for the forward motion (along-track) of the spacecraft so that the resulting scans are aligned parallel to each other. Without the effects of the SLC, the instrument images the Earth in a "zig-zag" fashion, resulting in some areas that are imaged twice and others that are not imaged at all. The net effect is that approximately one-fourth of the data in a Landsat 7 scene is missing when acquired without a functional SLC.

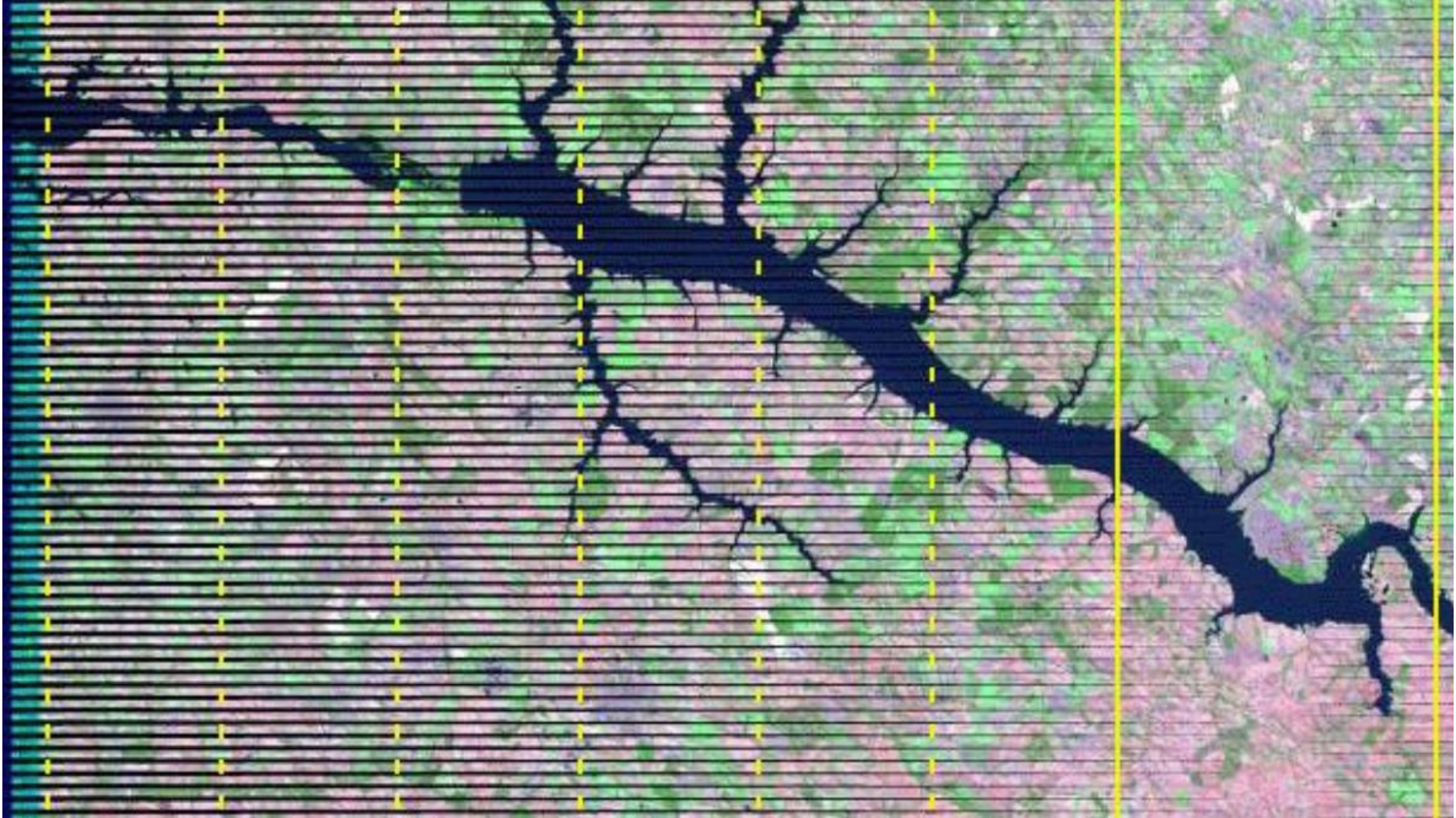
O ETM+ tem dois sistemas ópticos:

- Espelho rotativo: executa a varredura lateral.
- Sistema SLC (Scan Line corrector): reduz o efeito zig-zag produzido pelo movimento da plataforma.

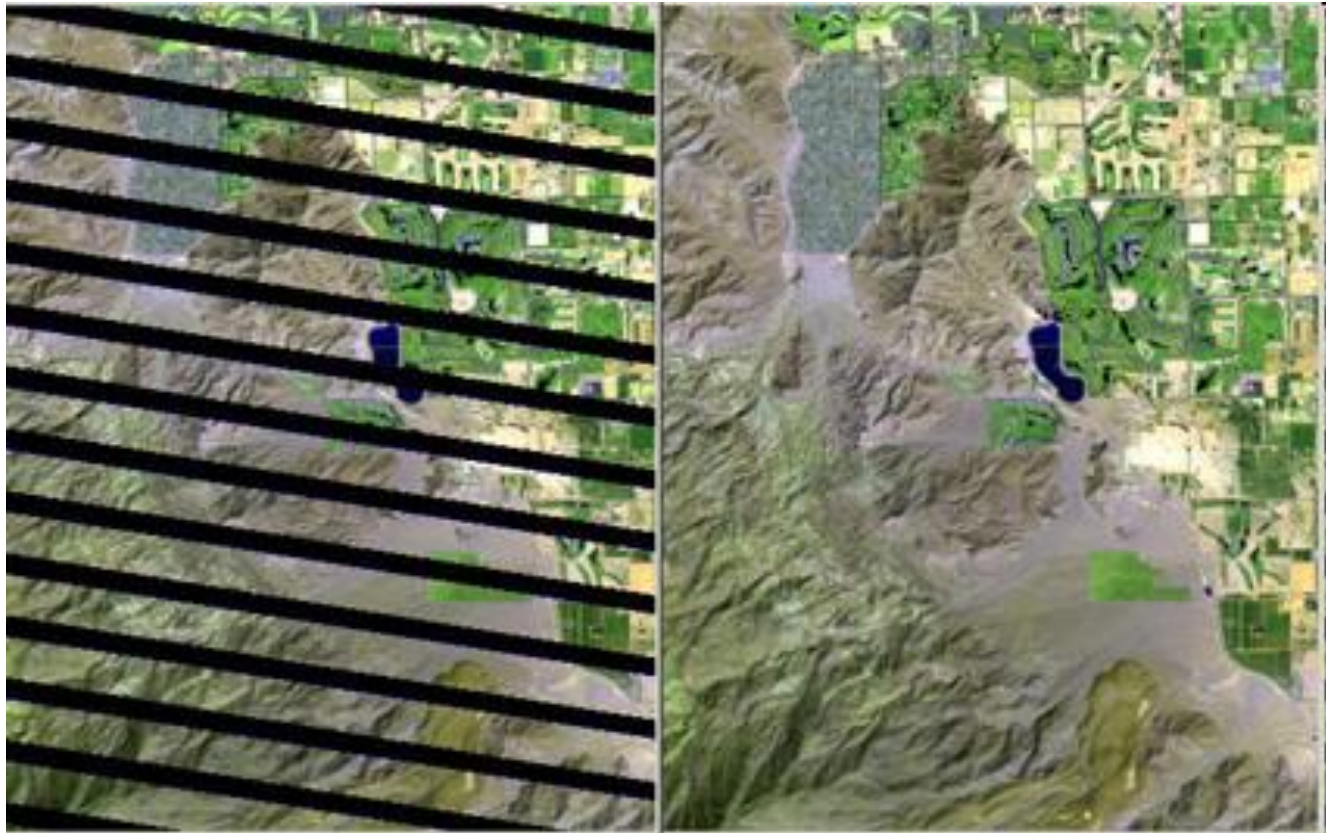


<http://www.geovar.com/data/satellite/landsat/slc.htm>

Meia imagem ...



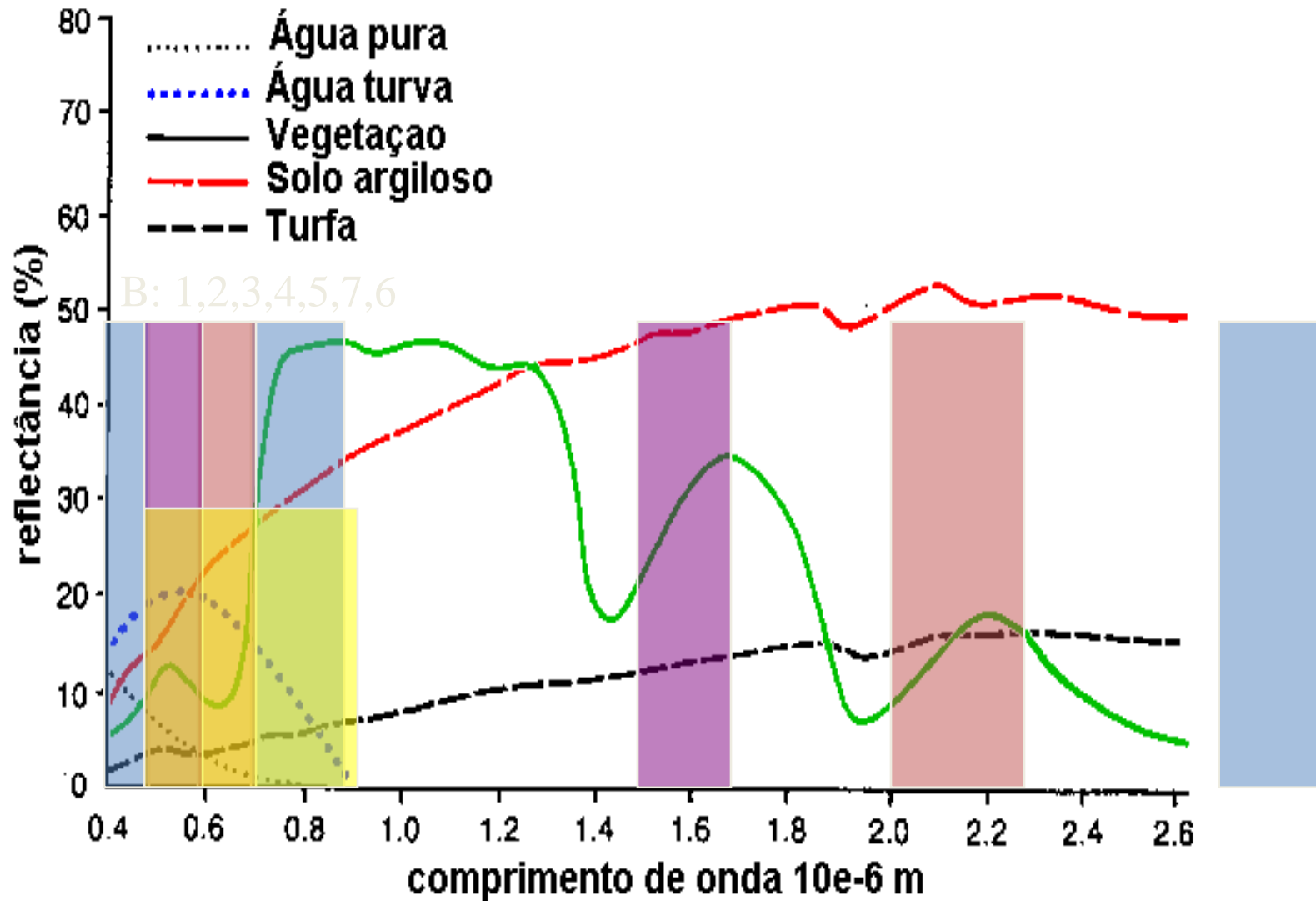
Sem e com SLC



- <http://www.geovar.com/data/satellite/landsat/slc.htm>

Resolução espectral

- multiespectral



Landsat 8 Mission



http://landsat.usgs.gov/LDCM_Landsat8.php

- 30/maio /2013: U.S. Geological Survey assume as operações de satélites da NASA, iniciando o the Landsat Data Continuity Mission (Landsat 8)

Landsat 8 Mission

- órbita 705 km
- Usa um sistema de varredura pushbroom (eletr.), abandonando de vez a prática do uso de espelho móvel.
- Varre uma faixa de 185 km na terra.
- Produto: Level 1T (correção de terreno)
- Pixel:
 - 15 meters Panchromatic
 - 30 meters Multispectral
 - 100 meters Thermal




Sensores:

- Landsat 8's Operational Land Imager (OLI)

Spectral Band	Wavelength	Resolution
Band 1 - Coastal / Aerosol	0.433 - 0.453 μm	30 m
Band 2 - Blue	0.450 - 0.515 μm	30 m
Band 3 - Green	0.525 - 0.600 μm	30 m
Band 4 - Red	0.630 - 0.680 μm	30 m
Band 5 - Near Infrared	0.845 - 0.885 μm	30 m
Band 6 - Short Wavelength Infrared	1.560 - 1.660 μm	30 m
Band 7 - Short Wavelength Infrared	2.100 - 2.300 μm	30 m
Band 8 - Panchromatic	0.500 - 0.680 μm	15 m
Band 9 - Cirrus	1.360 - 1.390 μm	30 m

Duas novas bandas: Coastal/Aerosol, para estudar corpos de água
E Cirrus, para o estudo de nuvens.

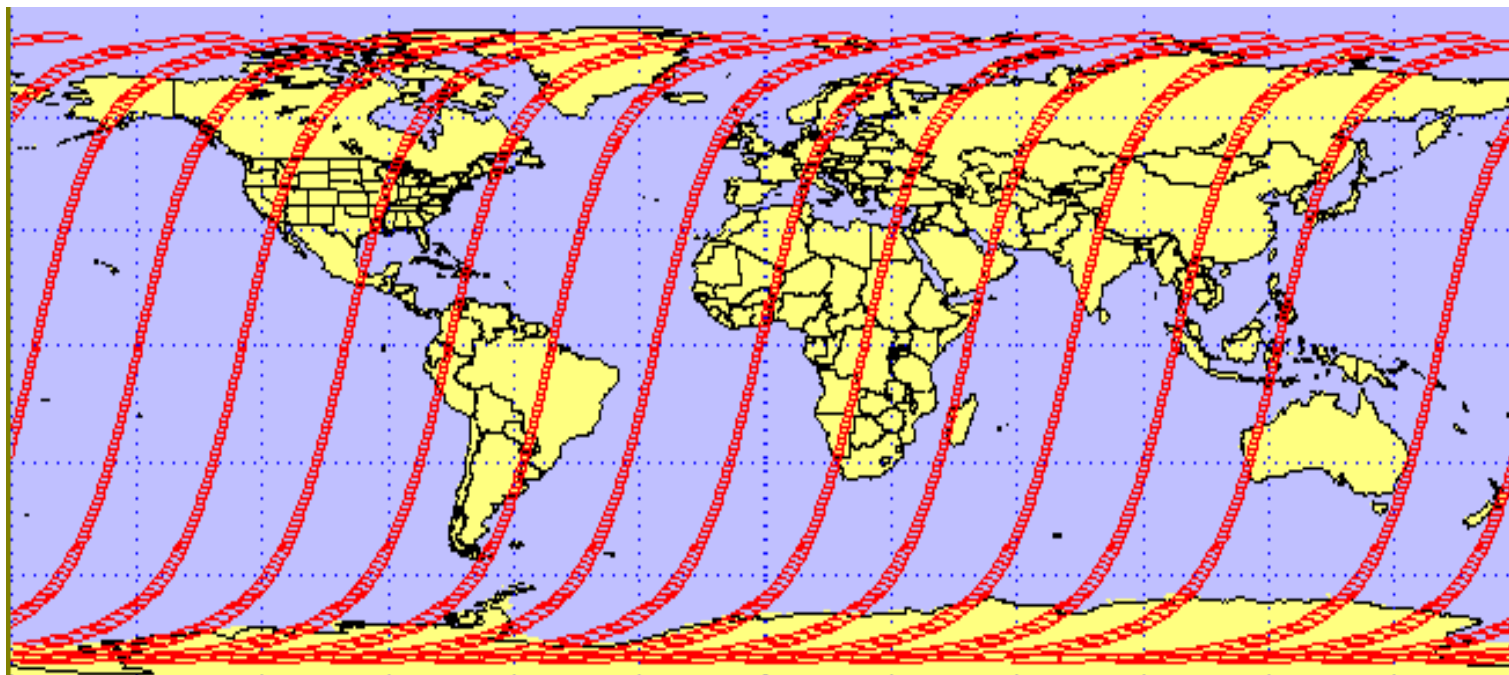


Também possui o sensor termal (ITIR)

Spectral Band	Wavelength	Resolution
Band 10 - Long Wavelength Infrared	10.30 - 11.30 μm	100 m
Band 11 - Long Wavelength Infrared	11.50 - 12.50 μm	100 m

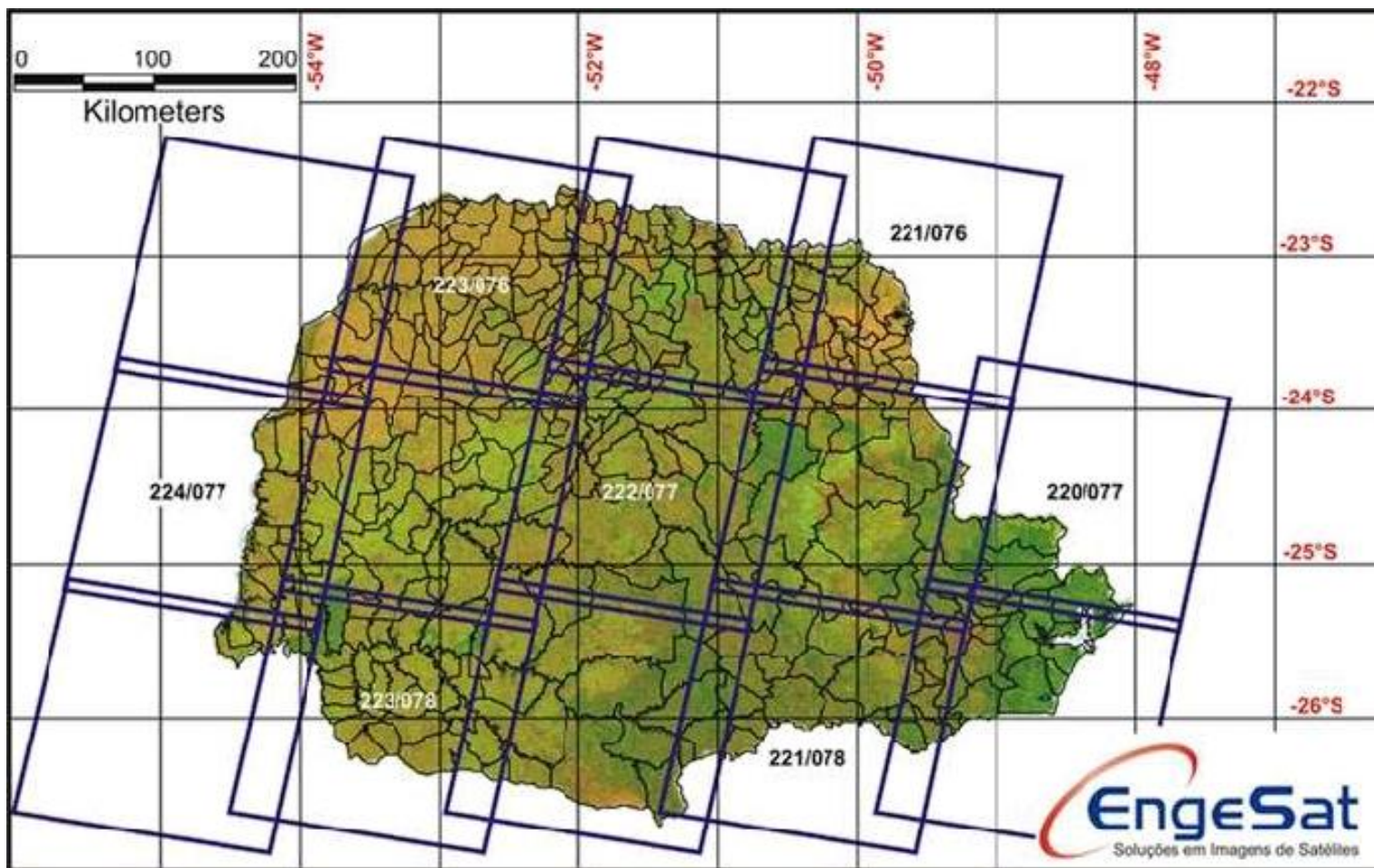
Cobertura Global

- O Landsat cobre a superfície do planeta seguindo o Worldwide Reference System (WRS), que divide a superfície em cenas, descritas em termos de órbita e ponto (paths and rows).





- O ciclo de 16-dias do Landsat é atingido com 233 órbitas.
- Por isto, as órbitas recebem identificadores entre 001 e 233, de leste para oeste.
- A órbita 001 passa pelo equador a 64.60 graus oeste.
- No equador, a distância entre órbitas é de 172 km, com 7.6% de sobreposição lateral, que aumenta na medida que a região se aproxima do polo.
- Planejado: O Intervalo entre imagens pode ser reduzido, combinando dois sistemas Landsat 5 e Landsat 7 (8 dias)



Níveis de correção geométrica

- As imagens de satélite LANDSAT são comercializadas por revendedores cadastrados.
- O usuário deve especificar a órbita e ponto da imagem e a data, em função das datas de passagem do satélite e da cobertura de nuvens. Para isto, os revendedores, geralmente, disponibilizam um “quicklook”, ou uma amostra com resolução espacial reduzida.
-
- O usuário também deve especificar as bandas e o nível de correção geométrica que pode ser:
 - Raw
 - Nível 1G
 - Nível de correção de precisão com pontos de apoio
 - Nível de correção Ortoretificado



- 1. **Nível 0.**- Imagem sem nenhuma correção, tanto geométrica como radiométrica, também denominado de "RAW". Seu formato é HDF.
- 2. **Nível 1R.**- Imagem com calibração radiométrica aplicada.
- 3. **Nível 1G.**- Imagem com calibração radiométrica e geométrica aplicadas.
 - Conhecida como Imagem com correções do sistema.

Nível "1G"

- correção radiométrica e
- Correção geométrica sistemática e associada a um sistema de projeção cartográfica.
- Calcula a posição do satélite e a geometria do sensor com base nos dados registrados durante o imageamento.
- Teoricamente, a precisão geométrica e espacial de um produto 1G é de pelo menos 250 metros em áreas planas e ao nível do mar, porém nos últimos anos tem sido melhorado significativamente.

São usados dados como:

- Payload Correction Data (**PCD**) - perfil de atitude e efemérides, as efemérides precisas (se disponível) e
- Mirror Scan Correction Data (**MSCD**).

1G

- Após a recepção da imagem na estação de recepção, algumas distorções geométricas são corrigidas utilizando informações contidas no cabeçalho da imagem associadas à geometria da tomada da imagem (distorções sistemáticas).
- São usados parâmetros espaciais contidos nos arquivos descritores da imagem (dados de posicionamento e efemérides do satélite), que conseguem minimizar as variações espaciais internas presentes na imagem em seu estado bruto, decorrentes do ângulo de curvatura da terra, variações na velocidade, altura e atitude do satélite, deslocamentos de órbita, etc.





Correção manual

Nível de correção de precisão com pontos de apoio :

- Exige intervenção de um operador.
- A imagem nível é ajustada com pontos de controle obtidos em mapa ou com pontos de controle gerados por GPS.
- A precisão geométrica alcançada é de até $\frac{1}{2}$ pixel.

•

Nível de correção Ortoretificado :

- Exige intervenção de um operador.
- A imagem é corrigida com pontos de controle Tridimensionais e um Modelo Digital de Elevação (MNT) para corrigir todas as distorções, inclusive aquelas geradas pelo relevo.
- É recomendado que o MNT tenha uma resolução compatível com a resolução da imagem que está sendo corrigida para gerar bons resultados.

Fusão de imagens

- Combinação de uma imagem de alta resolução espacial (ex: Banda PAN, 15 metros) com bandas multiespectrais de baixa resolução espacial.
- As imagens geradas pelo processo de fusão espectral reúnem numa única imagem feições espaciais (qualidade geométrica) oriundas do canal de melhor resolução espacial (15 m da banda PAN, no caso do Landsat 7) e a informação temática de cor, resultante da combinação dos diversos canais espectrais disponíveis (no caso do Landsat 7, 6 bandas espectrais com resolução espacial de 30 m).





- Extrato LandSat 7 ETM+ recobrindo a mancha urbana de Manaus AM, com 15m de resolução. Fusão: bandas 5R,4G,3B + PAN.





- Banda Aceh – Tsunami Before and After : L7 ETM+
Acquisition Date: December 29, 2004 and May 14, 2004
Path/Row: 131/56
Lat/Long: 5.605/95.348

These images show the city of Banda Aceh, on the island of Sumatra, both before and after the 2004 Indian Ocean earthquake and resulting tsunami. The upper image was acquired days after the massive wave struck the coastline, while the lower image was acquired months before.



- These images show the increased urban sprawl of the Tampa, Florida, area from November 1984 to September 2006.
- (<https://landsat.usgs.gov/gallery.php>)

Bandas 321(Green-Blue-BlueCoastal)



Bandas 654(MIR – NIR-RED)



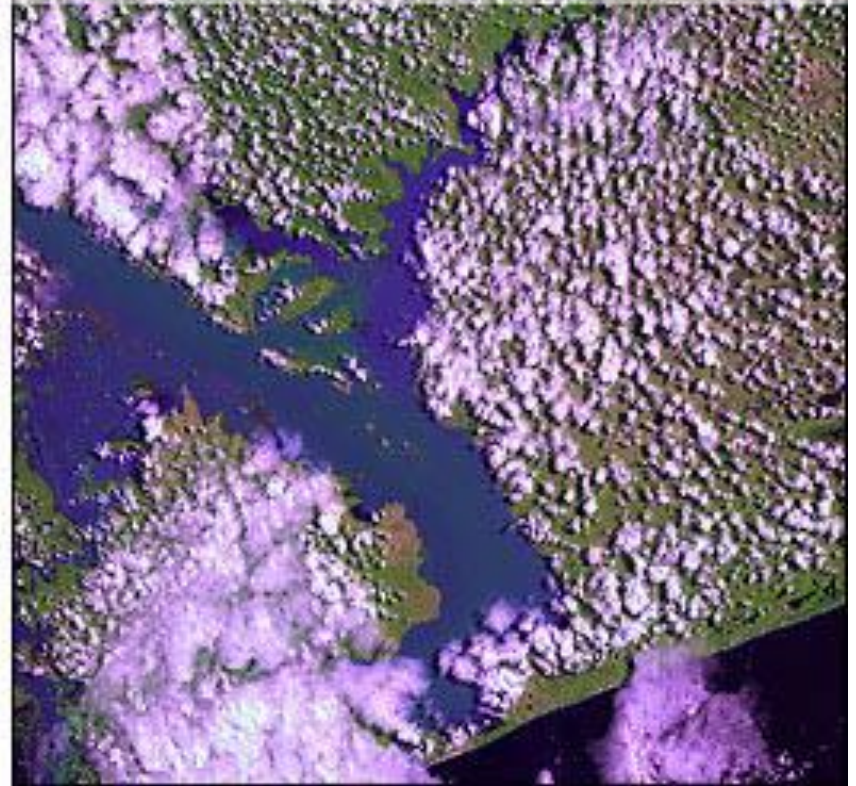
Bandas 657 (FIR/NIR/FIR)



August 22, 1999



March 1, 2000



<http://earthobservatory.nasa.gov>:

Este par de imagens Landsat 7 mostra a incrível inundação que ocorreu em Moçambique. Um mês de chuvas e dois ciclones elevaram o nível do Rio Limpopo inundando até 80 km em alguns lugares. Várias centenas de pessoas foram mortas e mais de um milhão foram obrigado a abandonar as suas casas.

SPOT

SPOT – Satellite Pour l'Observation de la Terre.

Centro Nacional de Estudos Espaciais – CNES

Iniciativa da França, Suécia e Bélgica



características

- Data de lançamento
- SPOT 1 Fevereiro de 1986,
- SPOT 2 Janeiro de 1990,
- SPOT 3 Setembro de 1993, perdido(97)
- SPOT 4 Março de 1998
- SPOT 5 2002
- SPOT 6 Setembro, 2012.
- SPOT 7 Junho, 2014.



Sensor HRV

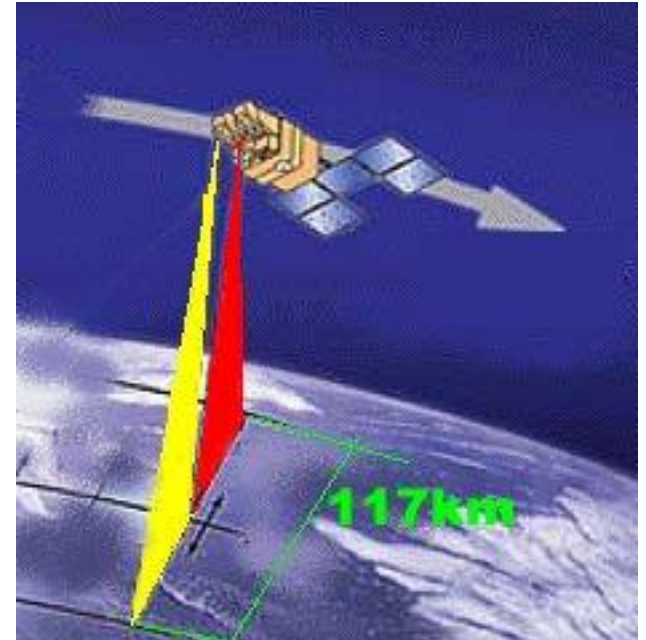
O sistema de varredura eletrônica consiste em um arranjo linear de detectores (CCD). Combinado com o movimento da plataforma, uma imagem pode ser obtida.

Vantagem:

uma linha é registrada de maneira instantânea.

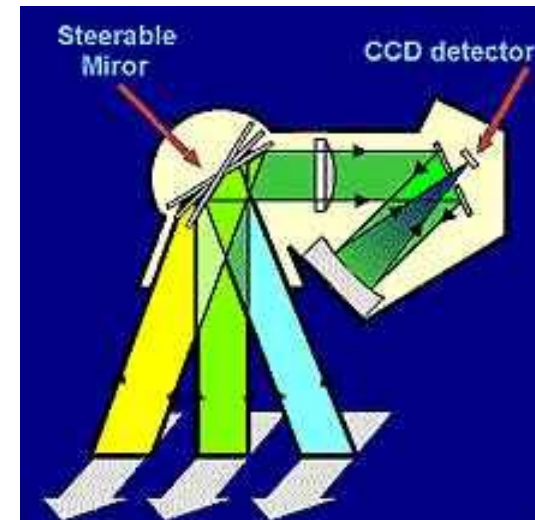
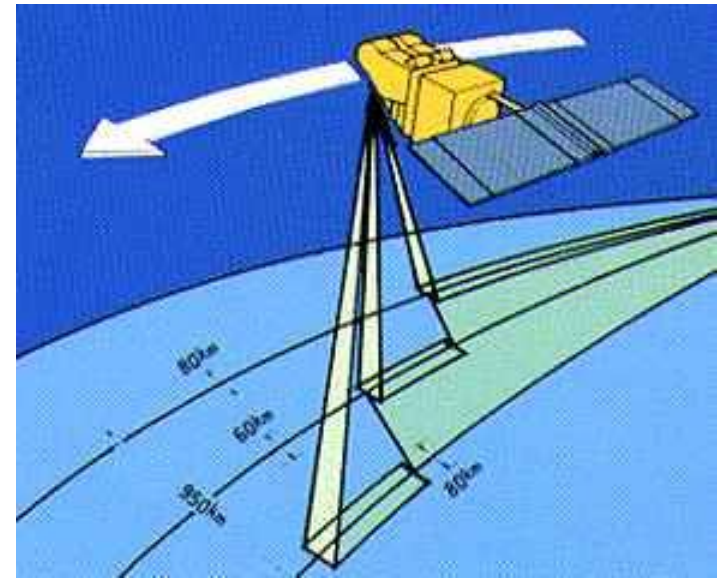
Melhor qualidade geométrica

- 2 Sensores HRV (High Resolution Visible) do tipo Pushbroom (varredura eletrônica)
- Cada instrumento tem uma faixa de varredura de 60 km. Quando os dois instrumentos operam na direção nadiral, podem cobrir, juntos, uma faixa de 117 km. Duas faixas de 60 Km com 3 km de sobreposição.



SPOT

- Ciclo Orbital de 26 dias
- Possibilidade de diminuir o intervalo entre duas imagens apontando os sensores de maneira lateral. Com isto, a mesma área pode ser vista desde duas órbitas próximas.

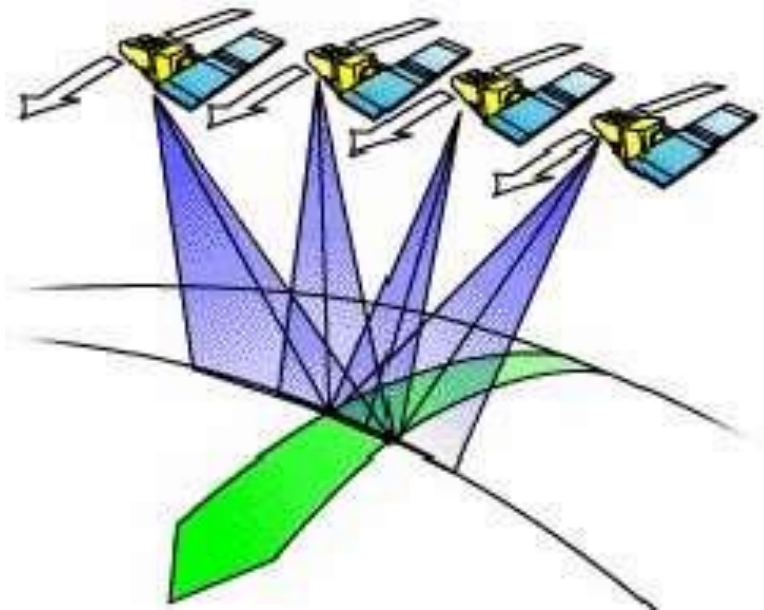


Visada lateral

- Possibilidade de visão espereoscópica

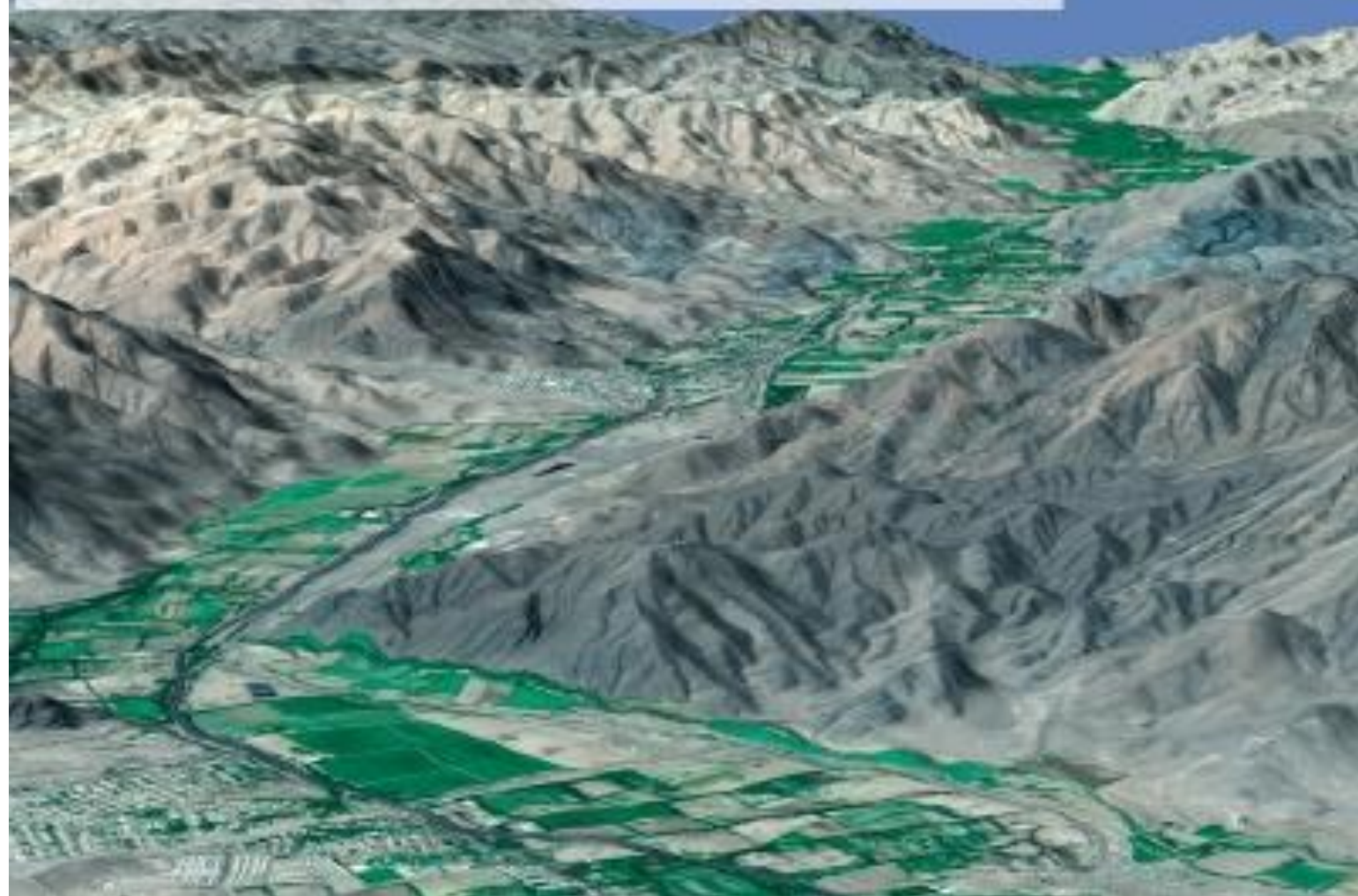
Uma mesma região pode ser registrada desde diferentes pontos, criando-se um par estereoscópica que permite a geração de modelos digitais do terreno.

Possibilidade de visão espereoscópica

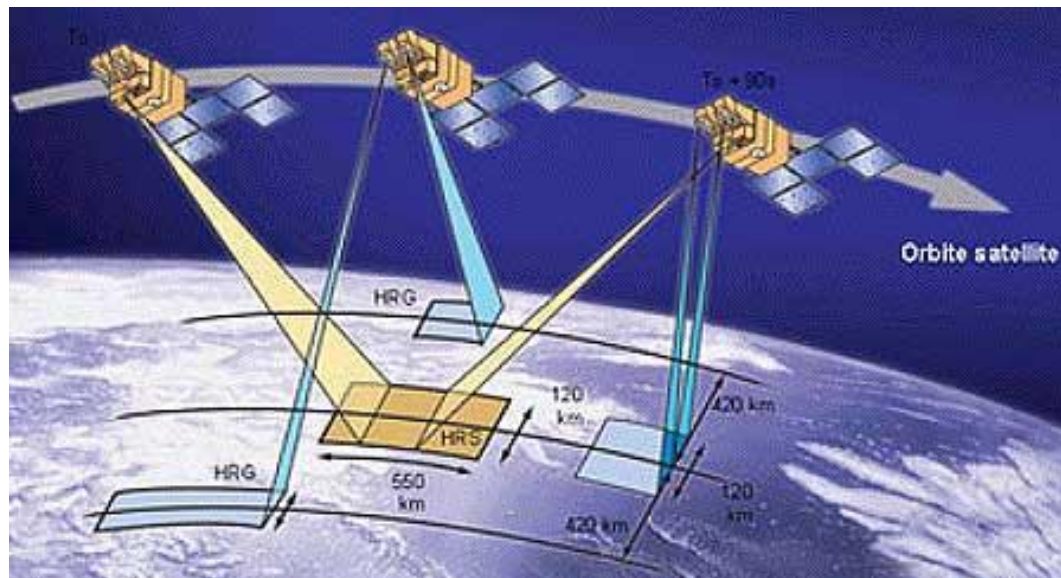


SPOT 5 - 3D - Chile - 2003

© CNRS 2003 - Distribution Spot Image - All rights reserved



- Visada lateral, para frente e para trás.
- Isto facilita a geração de MNT, pois as duas imagens são obtidas quase simultaneamente, sem perigo de ter nuvens em locais diferentes.



SPOT 5

- Inovações:
- Dois novos instrumentos HRG (High-Resolution Geometric).
- Cada um dos dois instrumentos recobre uma faixa de 60 Km no solo, dentro de uma faixa potencial de visibilidade de ± 420 km.
- As bandas multiespectrais são as mesmas do SPOT 4.
- A banda pancromática é de 0.48 - 0.71 μm
- Resolução espacial melhor:
 - 5 metros no modo pancromático (monocromático)
 - 10 metros no multiespectral, menos na banda 4 (IVM).
- SUPERMODE 2.5 metros. Apontando os detectores para deslocar a linha observada em $\frac{1}{2}$ pixel.



SPOT 5

- **HRG (high resolution geometric):**
- faixa de 60km Revisita: 5 dias
- Bandas Espectrais Resolução
- 1 : 0.50 ~ 0.59 μm Verde Banda 10m
- 2 : 0.61 ~ 0.68 μm Vermelho 10m
- 3 : 0.79 ~ 0.89 μm IVP 10m
- 4 : 1.58 ~ 1.75 μm IVM 10m
- PAN: 0,48 ~ 0,71 μm 5 m

- **HRS (High Resolution Stereoscopic)**
- faixa de 120km Revisita: 26 dias
- PAN: 0,48 ~ 0,71 μm 10 m





Vegetation SPOT 5

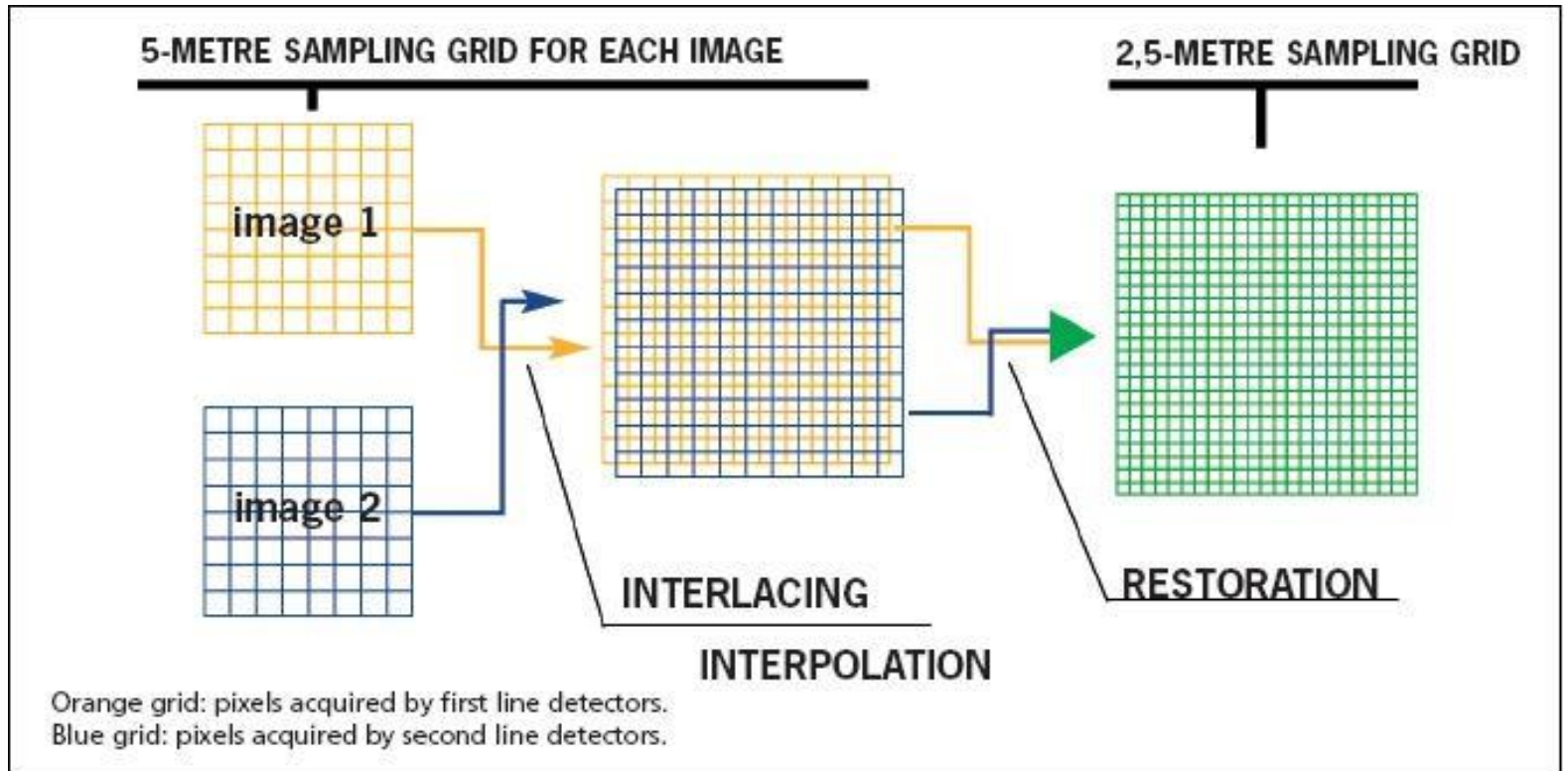
- faixa de 2200km Revisita: 1 dia
- Bandas Espectrais Resolução
- 1 : 0.43 ~ 0.47 μm Verde Banda 1km
- 2 : 0.61 ~ 0.68 μm Vermelho 1km
- 3 : 0.78 ~ 0.89 μm IVP 1km
- 4 : 1.58 ~ 1.75 μm IVM 1km

Supermode

- A opção "SUPERMODE" consiste em duplicar e deslocar de $\frac{1}{2}$ pixel os detectores CCD que já existem no modo Monocromático com 5 m de resolução. Esta tecnologia permite que sejam captadas duas vezes mais informações da mesma área, e por processamento de imagem feito em Terra, alcançar a resolução espacial de 2.5 m.
- No SPOT 6 e 7, o produto chega a 1,5 metros.



supermode



supermode scheme (image credit: SPOT Image)

Fonte: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/content/-/article/spot-5>

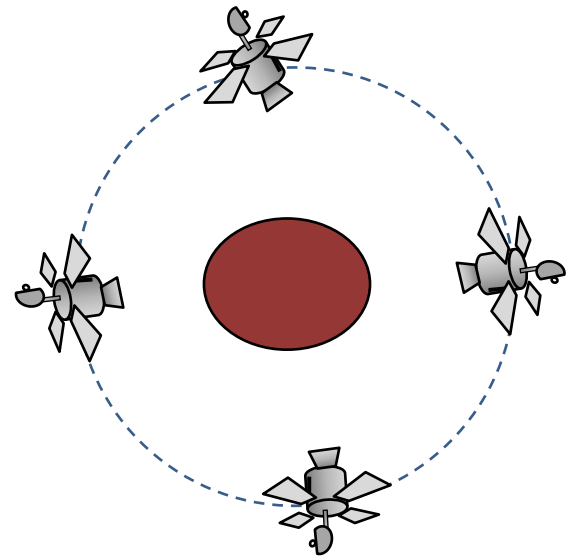
SPOT 6 - SPOT 7

Os dois satélites (6 e 7) estão na mesma órbita, mas defasados, junto com os satélites Pléiades 1A and Pléiades 1B .

Com isto se aumenta a resolução temporal, reduzindo o tempo de obtenção de imagens de uma mesma área.

Órbita: 694 km.

Área coberta: 60 km × 60 km



SPOT 6 - SPOT 7

- Resolução espacial:
 - Panchromatic: 1.5 m
 - Colour merge: 1.5 m
 - Multi-spectral: 6 m
- Bandas espectrais, aquisição simultânea de pancromática e multiespectral:
 - Panchromatic (450 – 745 nm)
 - Blue (450 – 525 nm)
 - Green (530 – 590 nm)
 - Red (625 – 695 nm)
 - Near-infrared (760 – 890 nm)



GEOEYE

Resolução Espacial

- 0.41m no Pancromático ; 1.64m no Multispectral

Bandas:

- Pancromático: 450-900 nm

Multispectral:

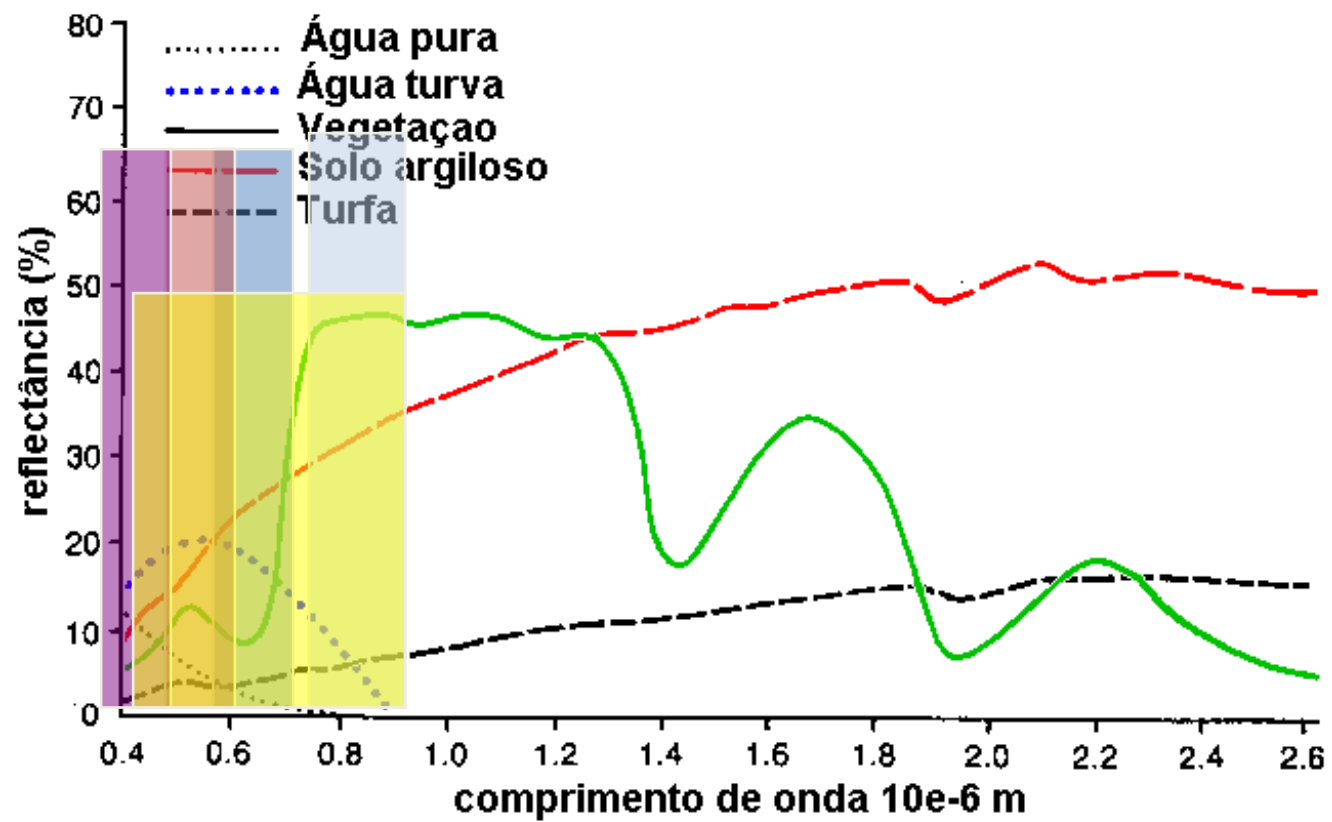
- Azul:450-520 nm
 - Verde:520-600 nm
 - Vermelho:625-695 nm
 - Infra Vermelho:760-900 nm
-
- Faixa : 15.2 km
 - Capacidade de Visada Lateral até 60 Graus
 - Quantificação: 11 bits por pixel
 - Capacidade de Revisita: A cada 3 dias ou menos
 - Altitude 684 km



Geoeye



- <http://www.satimagingcorp.com/gallery/geoeye-1/geoeye-1-kutztown/>



The Port of Quelimane. Quelimane, Mozambique



<http://www.satimagingcorp.com/gallery/geoeye-1>

Geoeye

Earth explorer

- Procure imagens de sua cidade ...



TAREFA

O governo de seu estado deseja atualizar suas cartas com imagens de satélite. Para isto, convocou os representantes de diferentes sistemas sensores para que apresentem seus produtos, descrevam as características de suas imagens, principais vantagens e possibilidade de resolver os seguintes problemas:

- a) Mapeamento de malha viária em áreas urbanas na escala 1:10000
- b) Mapeamento de áreas de preservação nativa na escala 1:50.000
- c) Previsão de safra de soja no sul do Brasil.

Como aluno do curso, assuma o papel de representante de um dos sistemas abaixo e prepare uma apresentação de 10 minutos para a seguinte aula:

Sistemas:

- a) Landsat
- b) SPOT
- c) Sentinel
- d) Geoeye
- e) ASTER
- f) Rapideye
- g) Siwei
- h) Imagesat international