



Sensoriamento remoto I

Sistemas sensores

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

Departamento de Geomática

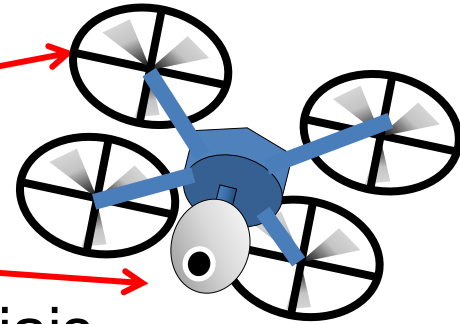
Disciplina
código

SENSORIAMENTO REMOTO I
GA111

Sistemas sensores

Conteúdo

- Plataformas
- sistema sensor
- Exemplos de sensores comerciais



Pergunta:

- O que é um sensor?
- Um exemplo?

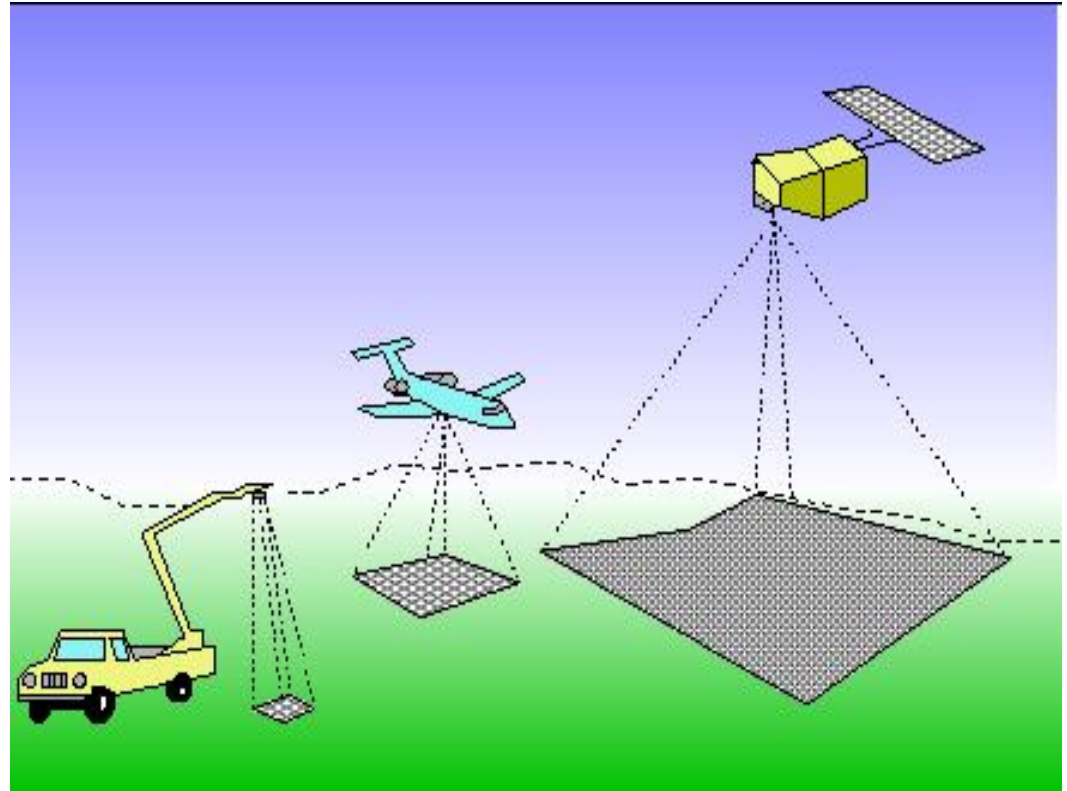


Classificação dos sistemas sensores

<i>Quanto a</i>		
<i>Energia radiante</i>	Ativos	Passivos
<i>produto gerado</i>	Imageadores	Não imageadores
<i>Faixa espectral</i>	Radiação refletida	Radiação emitida (termal)

Classificação dos sistemas sensores

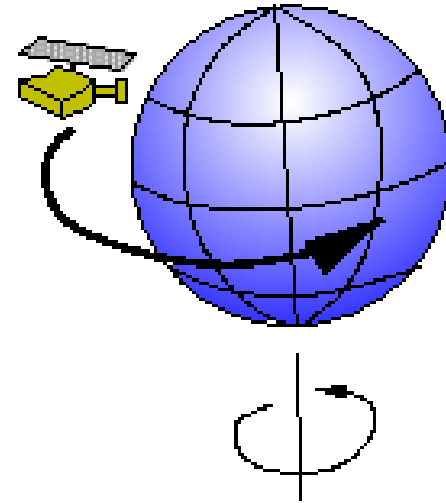
- Terrestres
- Aéreas
- Espaciais



Na prática não existe uma plataforma ideal para todos os estudos, depende da aplicação.

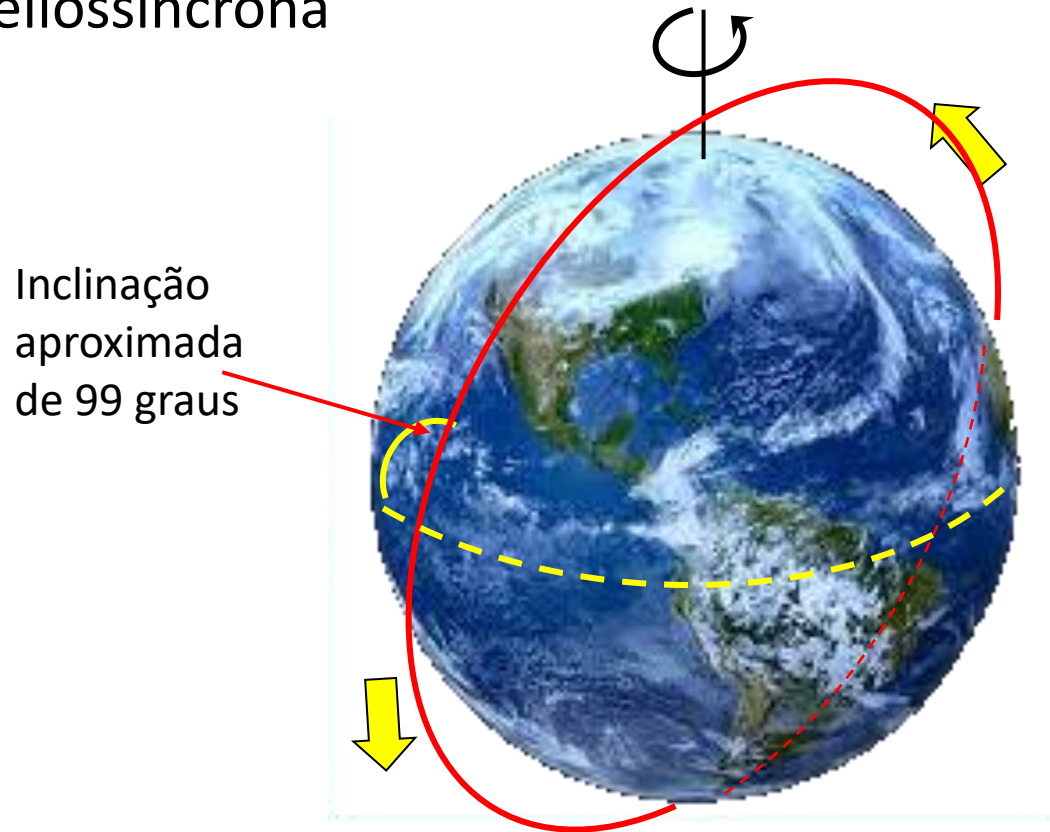
Órbita de plataformas espaciais

- órbitas equatoriais
- Geoestacionária

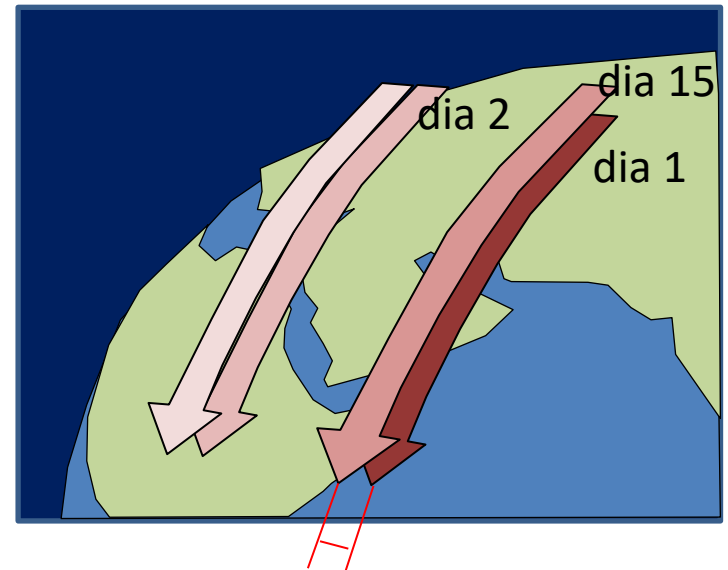
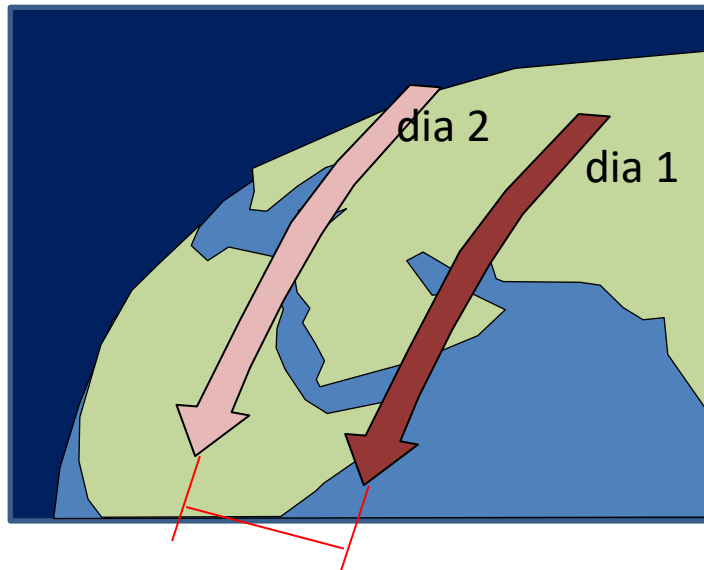


Órbita semipolar

- Heliossíncrona



Órbitas não são seguidas



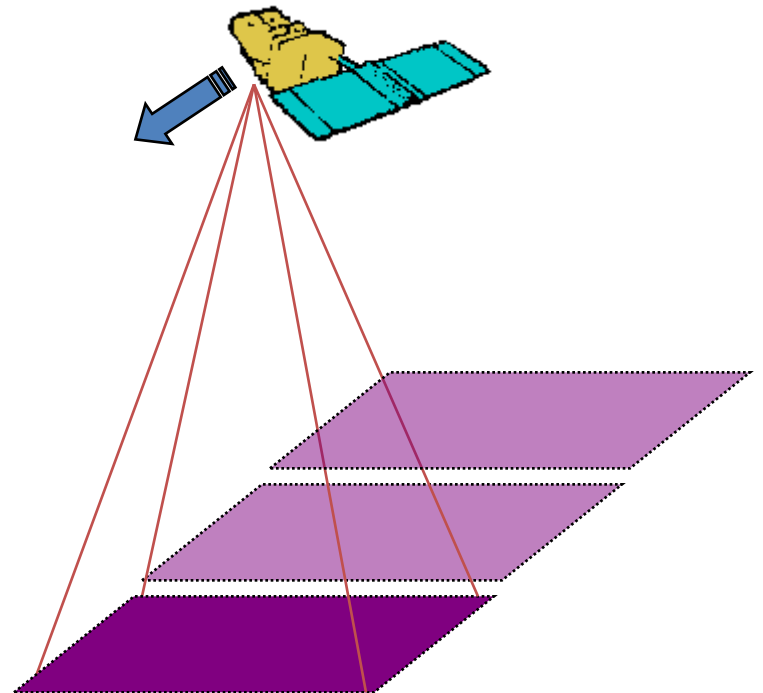
Tipos de imageadores

- Imageador de quadro

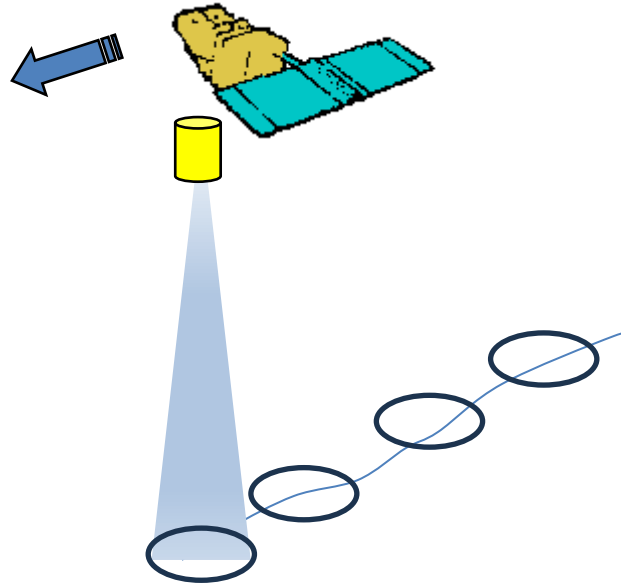


Um detector cobre um pixel da matriz da imagem

Vantagem?

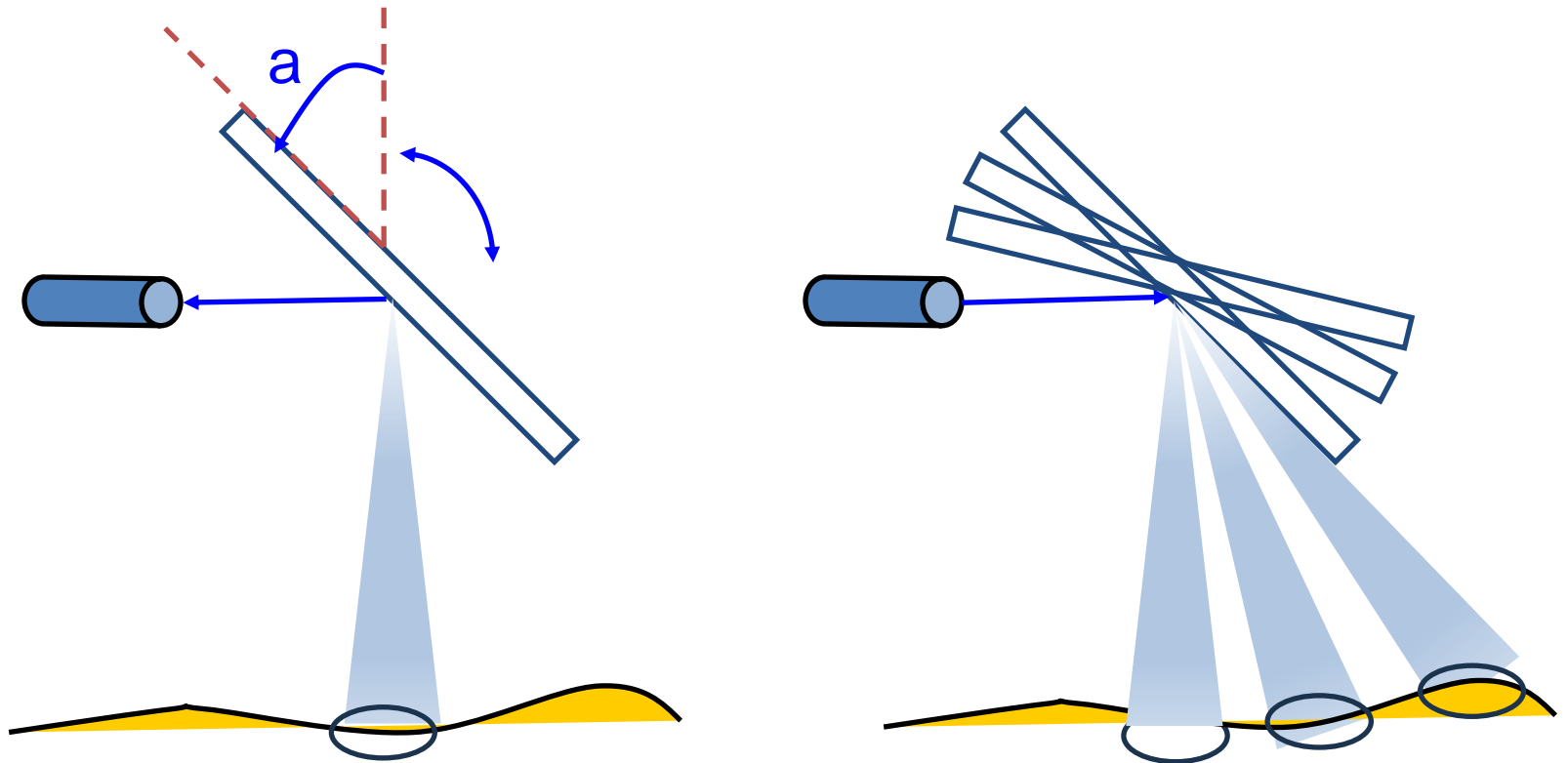


Varredura



- Deslocando um detector ao longo da trajetória poderia ser medido um perfil, uma linha.

Varredura transversal



direciona o feixe na direção perpendicular à trajetória do satélite
é possível varrer uma linha transversal no terreno.

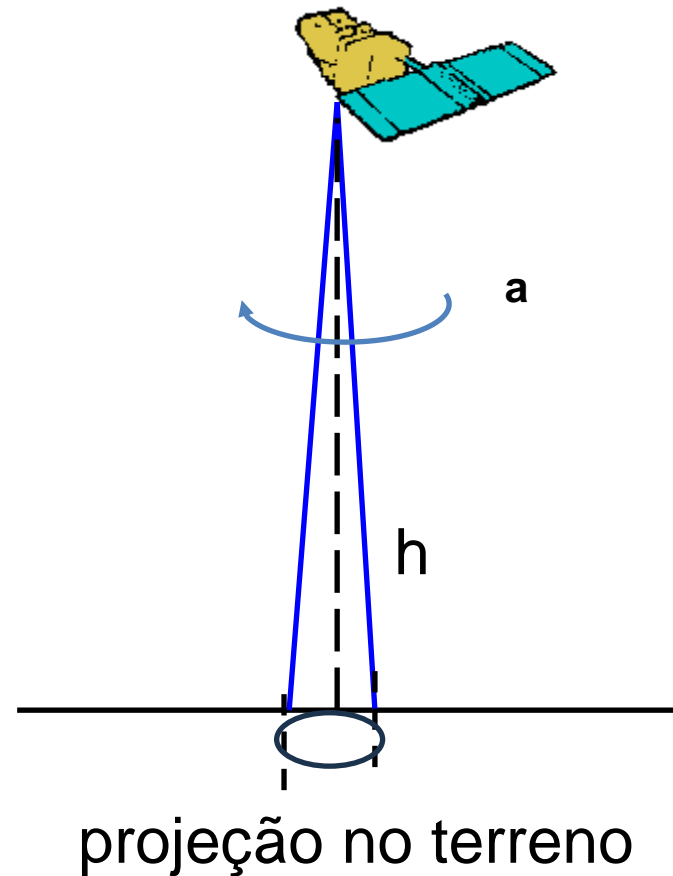
Projeção do detector no terreno

Depende de:

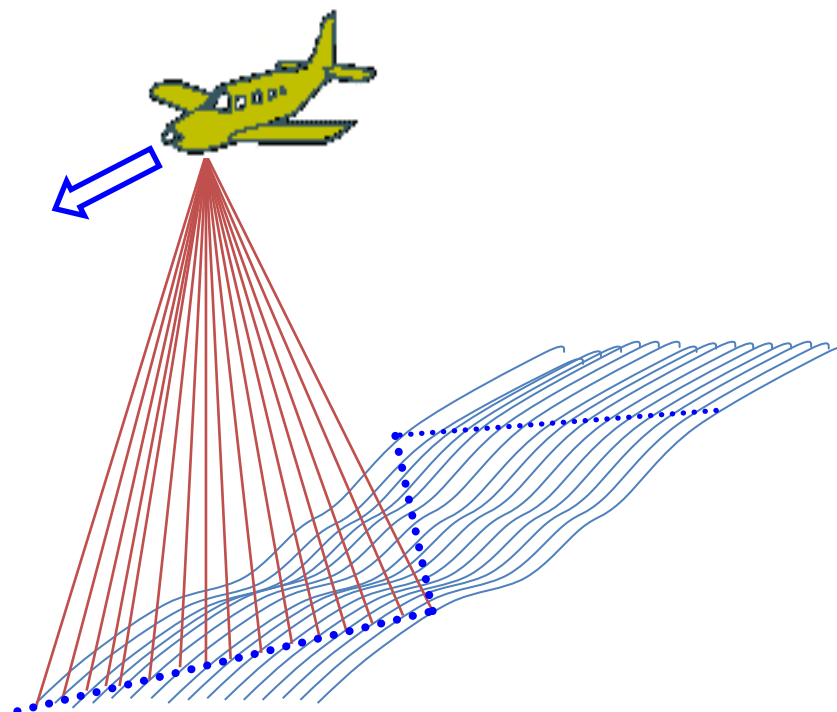
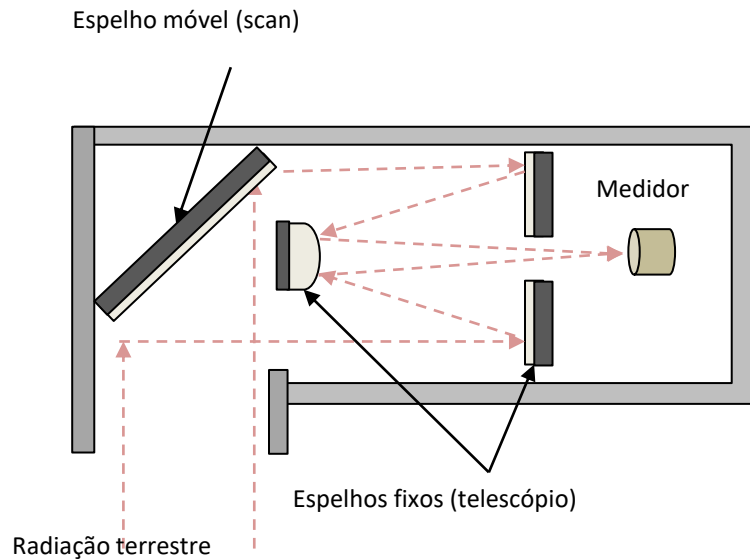
- ângulo de abertura (**a**) do detector. Também conhecido como IFOV ou

Instantaneous Field of View.

- altura da órbita (H)
- Logo: a projeção do detector no terreno é:
- $L = 2 * h \tan(0,5 * a)$



Varredor mecânico



O uso de um espelho oscilante combinado com o deslocamento da plataforma produz um padrão zig-zag de varredura.

Largura da faixa varrida

Girando o detector/sensor, é possível varrer uma faixa.

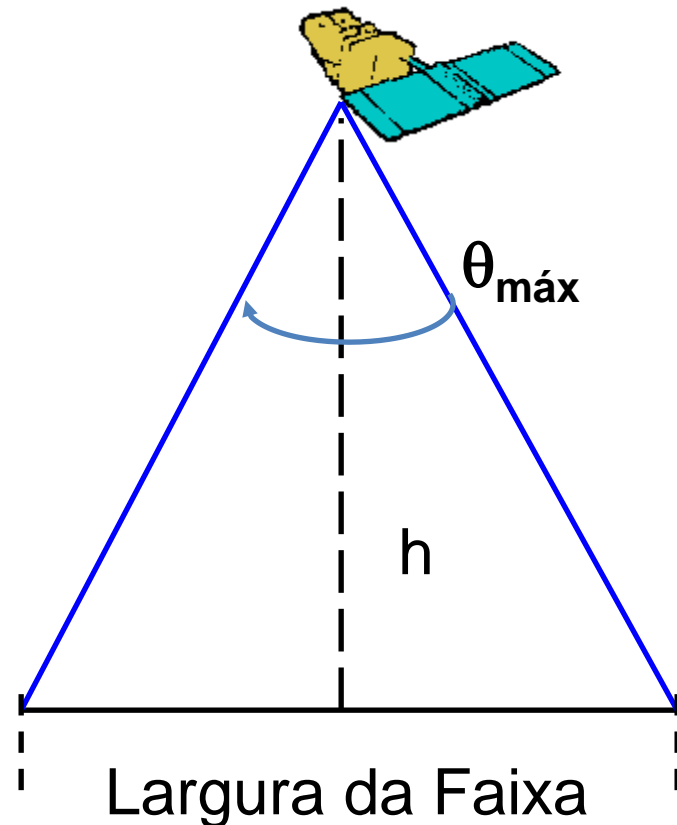
A largura da faixa depende de:

$\theta_{\text{máx}}$ ângulo máximo (Field of View FoV).

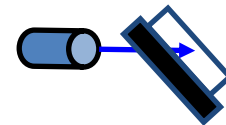
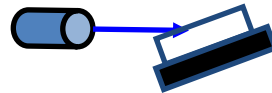
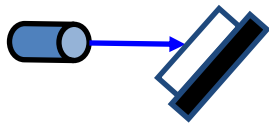
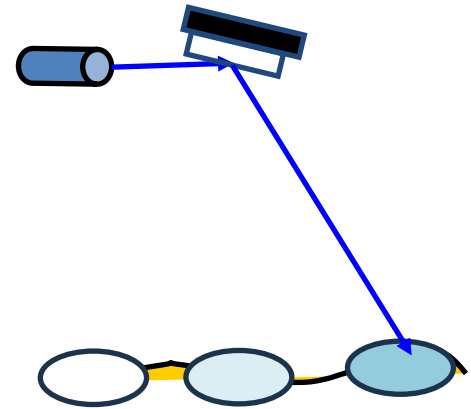
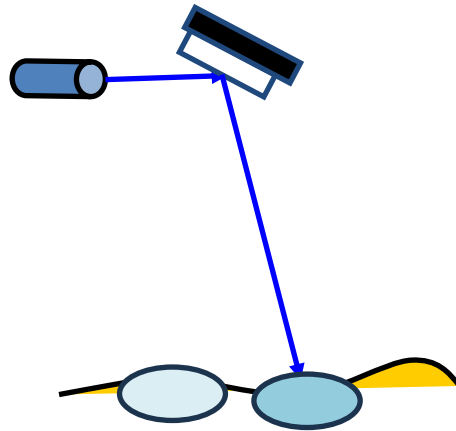
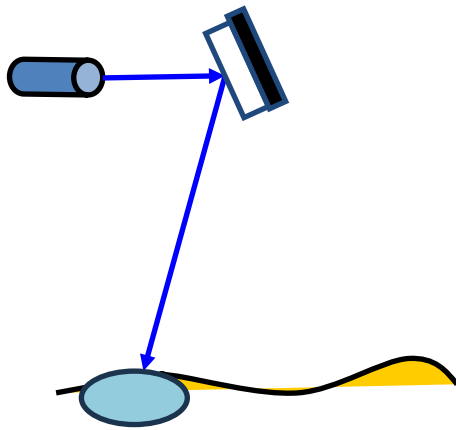
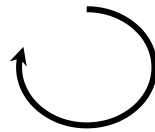
Altura da órbita (h)

- Logo: a faixa varrida no terreno:

- $L = 2 * h \tan(0,5 * \theta_{\text{máx}})$



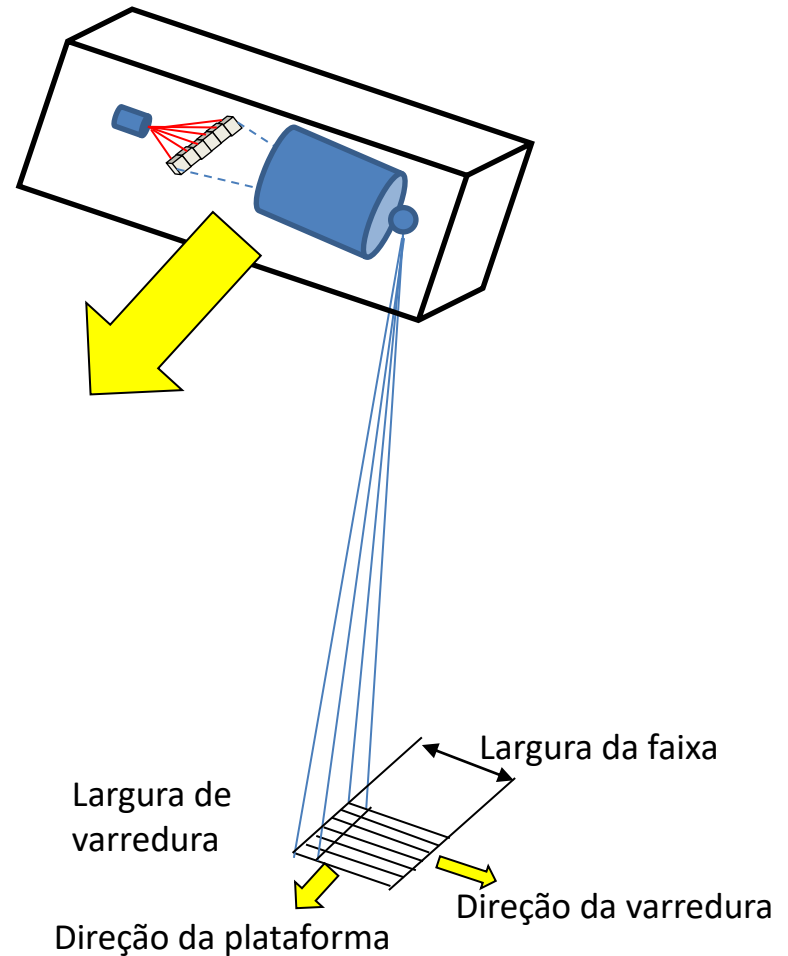
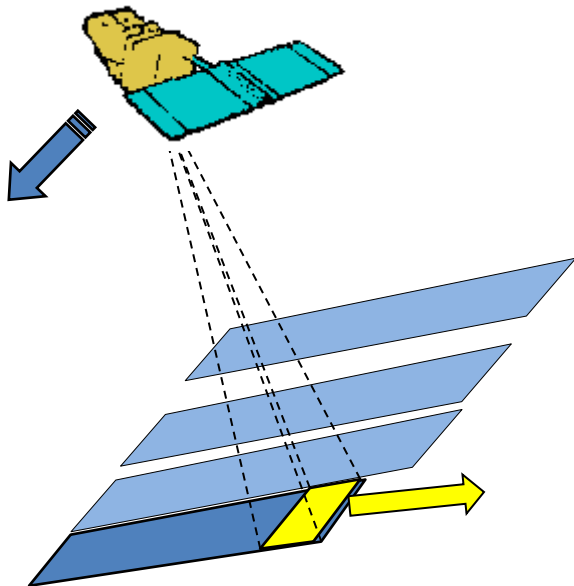
Espelho rotatório



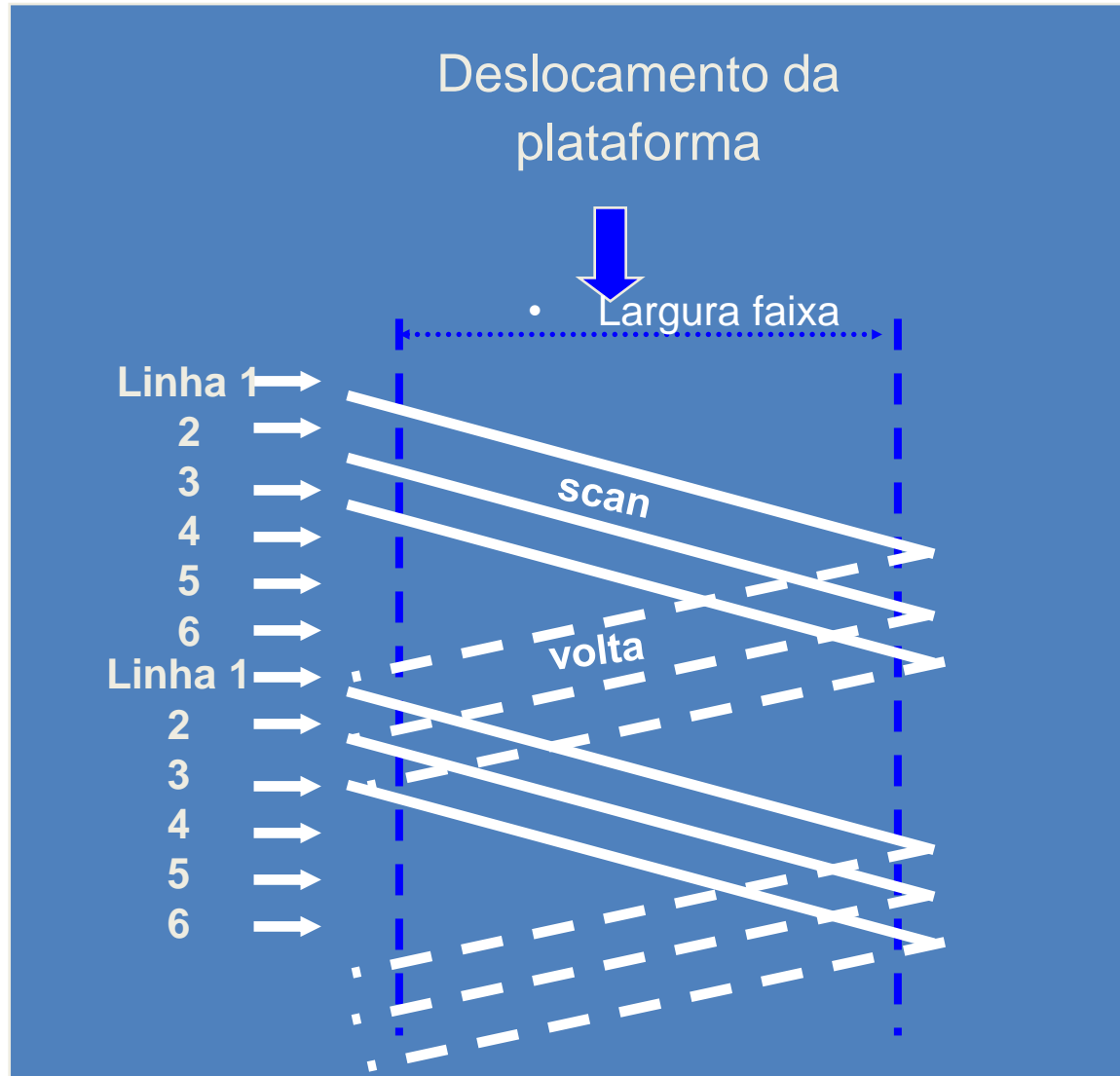
O espelho gira completamente, mas mede apenas na metade do tempo.

Compensação do movimento

- Para compensar o deslocamento da plataforma, várias linhas são lidas usando um arranjo linear sensores

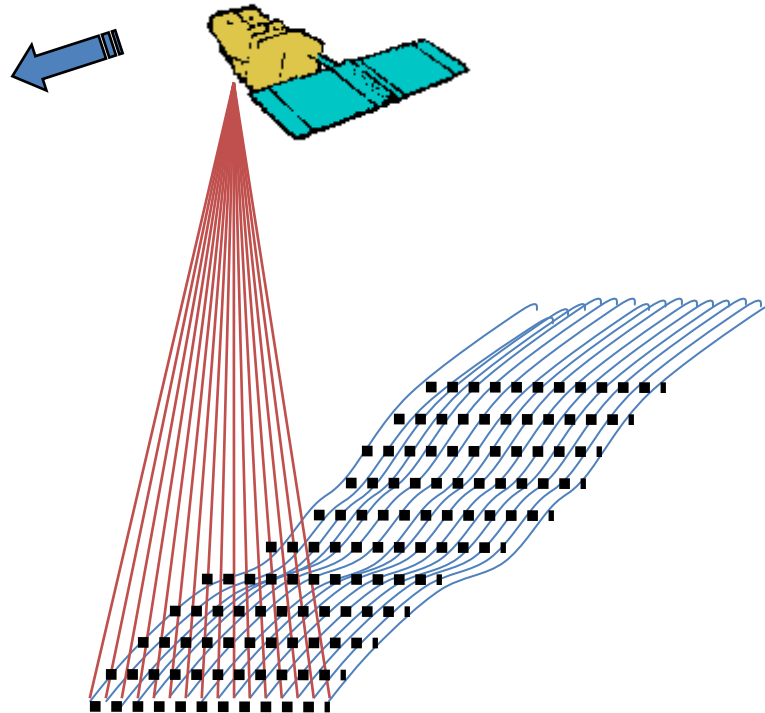


Na superfície da Terra...

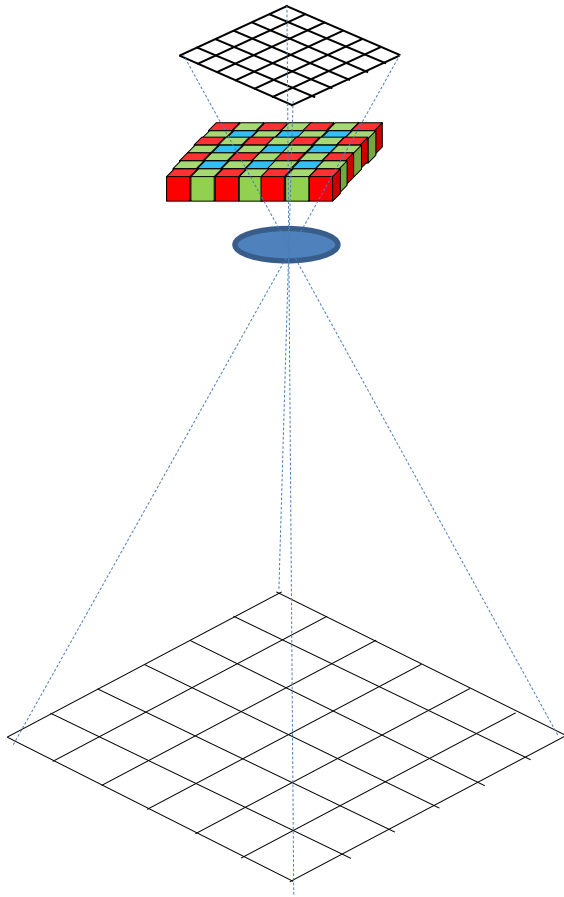


varredura eletrônica

- varredura eletrônica (push broom)



Faixas espectrais



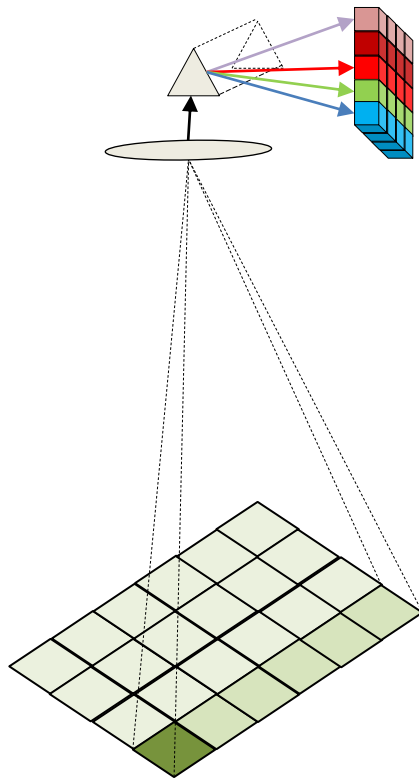
Em um sensor de quadro convencional, usa-se um CCD ou CMOS retangular.

No sistema óptico é usado um filtro de cores que permite separar as componentes RGB dentro da matriz.

Filtro de Bayer.

Em um processo final, uma imagem é interpolada para cada cor.

Varredor eletrônico



Nos varredores eletrônicos, a separação é efetuada ao longo da linha.

A radiação proveniente de um pixel é separada em componentes de cor que dão origem às bandas espectrais.

Características das imagens

- Resolução:
- Espectral
- Espacial
- Temporal
- radiométrica

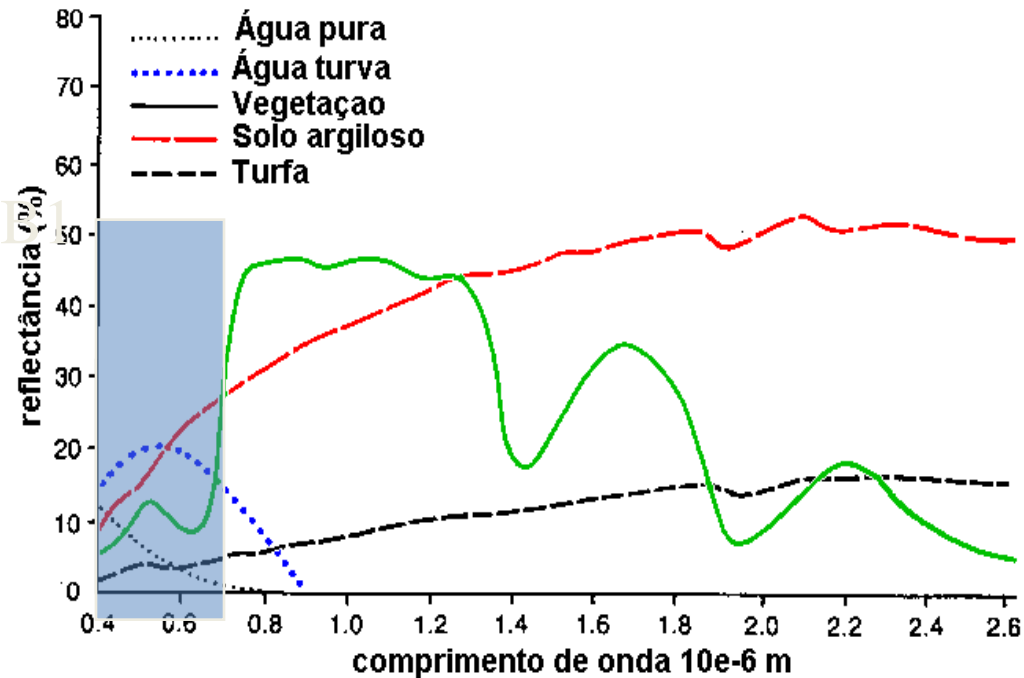
Resolução espectral

Diz respeito ao número e à largura das faixas e espectrais usadas para o registro da imagem.

Sistemas com maior número de bandas espectrais (estreitas) são chamados de alta resolução espectral.

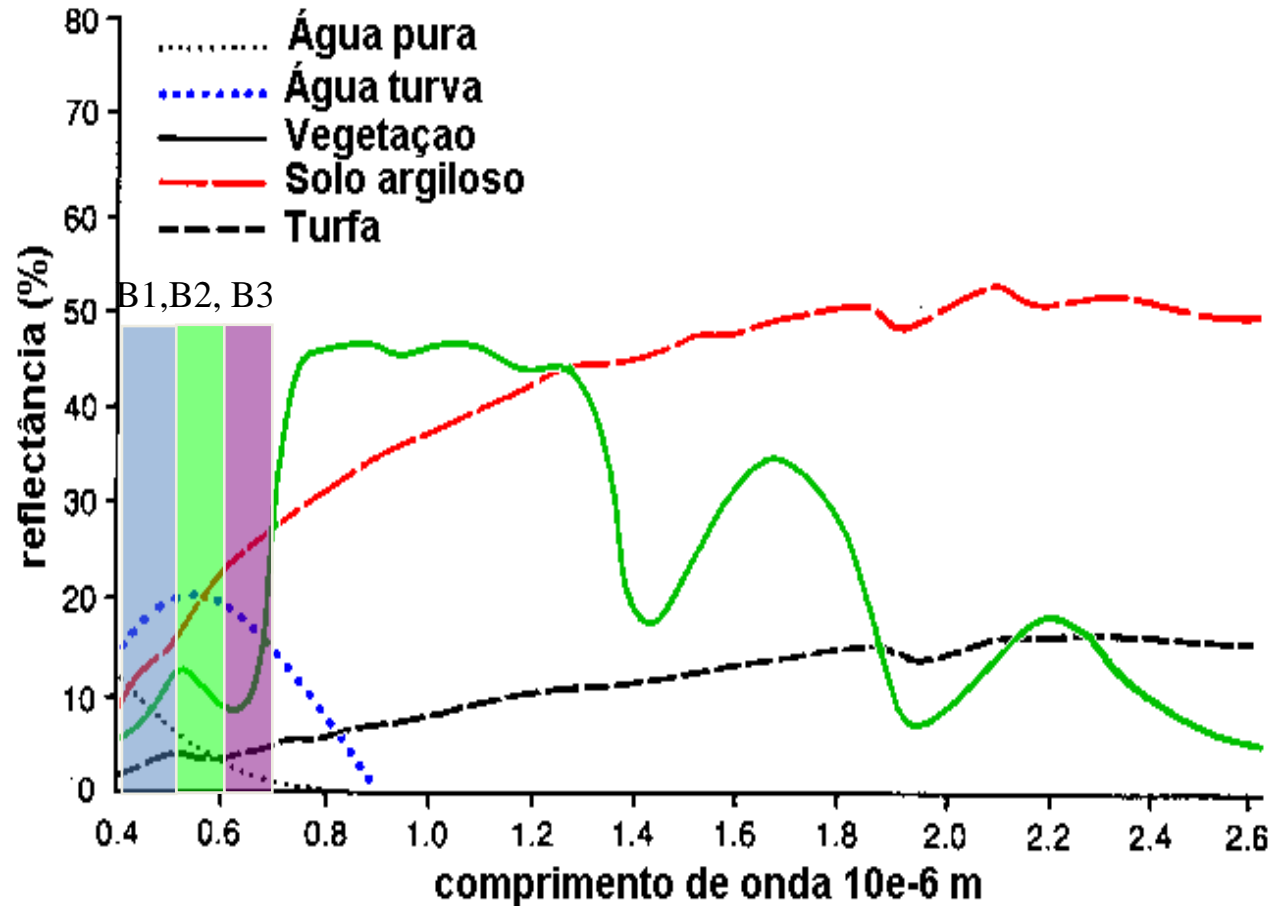
Mono/Pan cromática

- Uma imagem monocromática é gerada quando uma única faixa espectral estreita (pode corresponder a uma única cor) é registrada.
- Uma imagem pancromática é gerada quando uma única faixa larga é registrada. Esta faixa espectral corresponde a várias cores (pan+cromático).

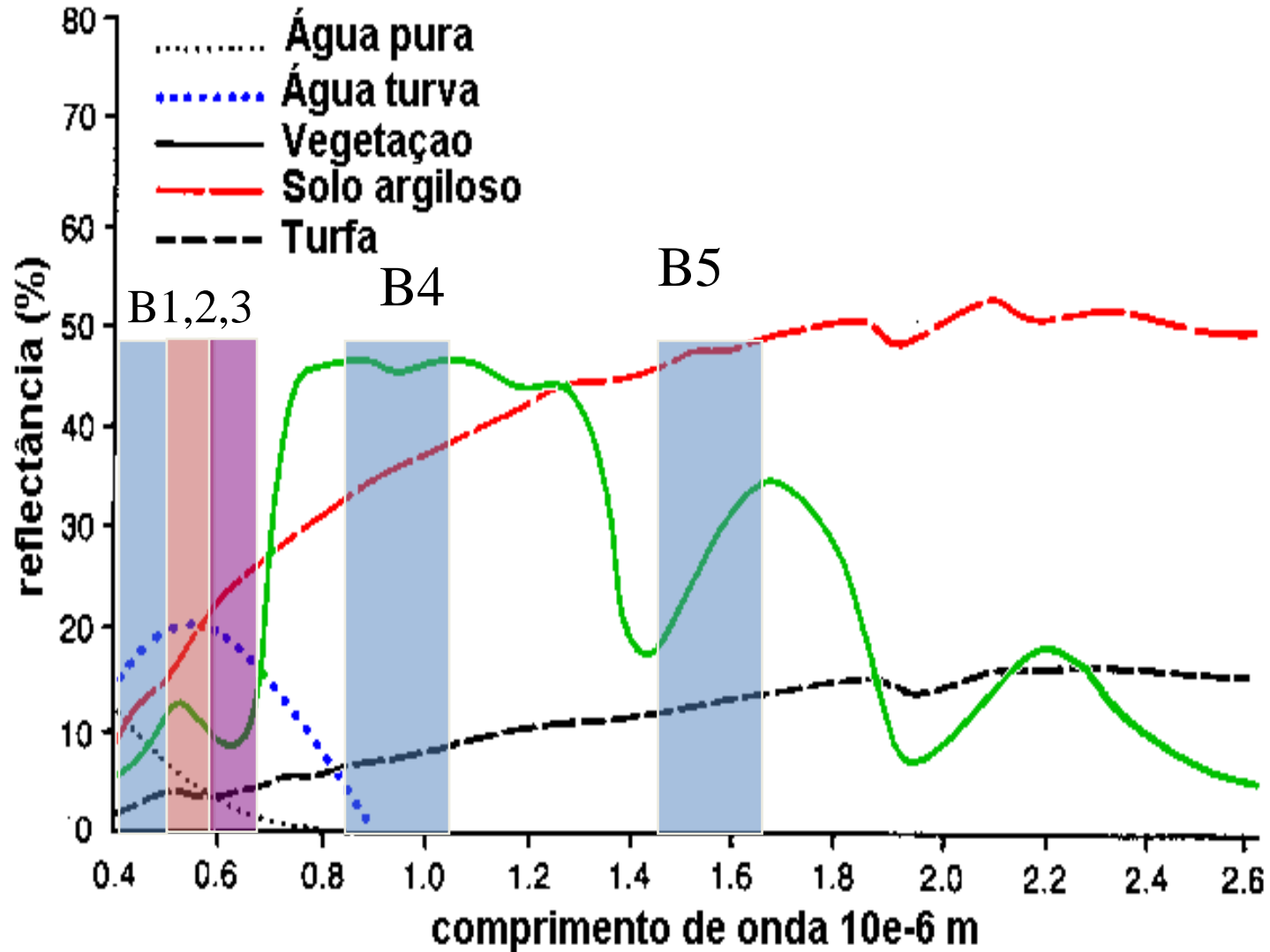


multiespectral

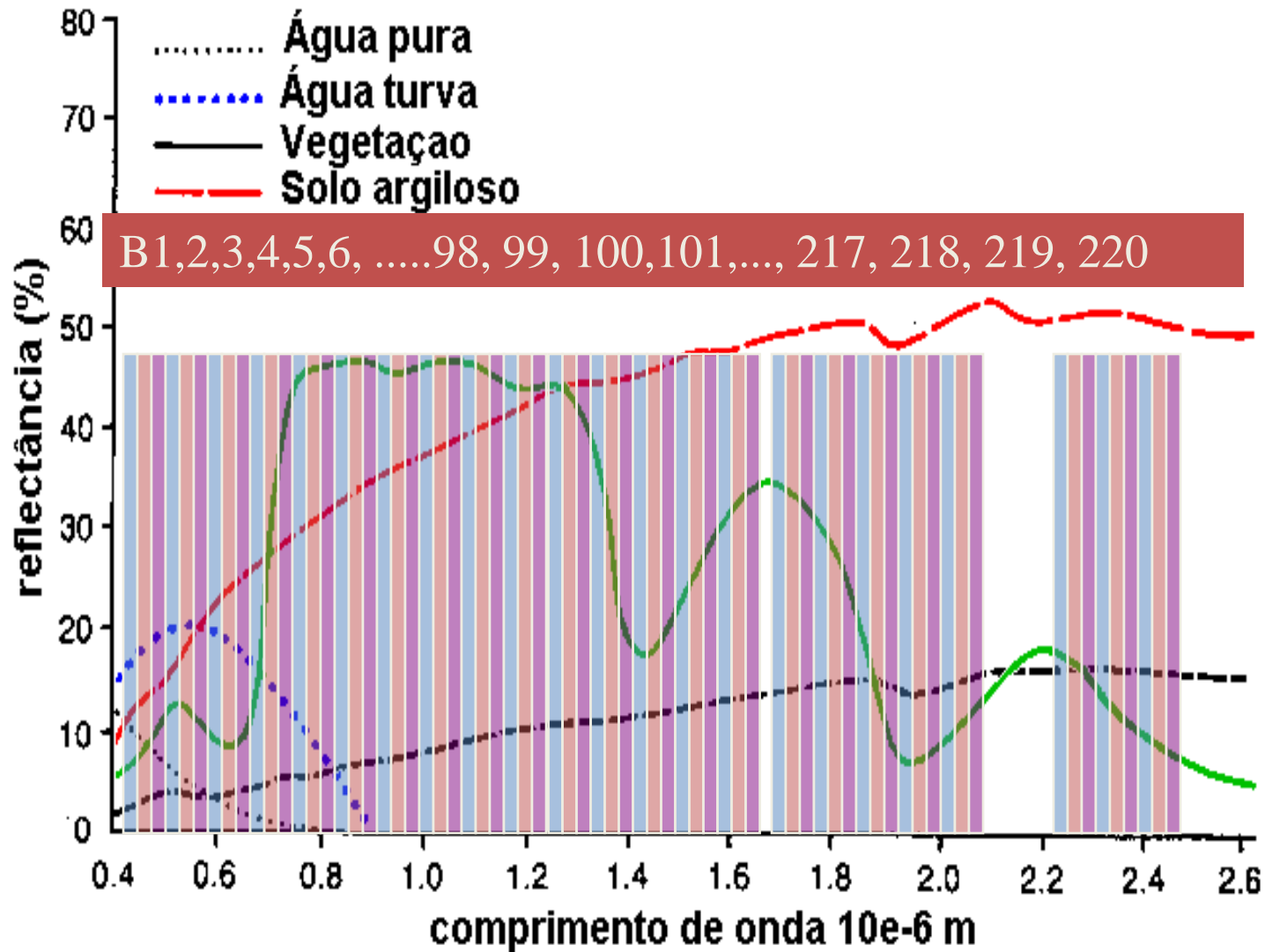
- Imagem colorida RGB



Multiespectral



Hiperespectral



Resumo

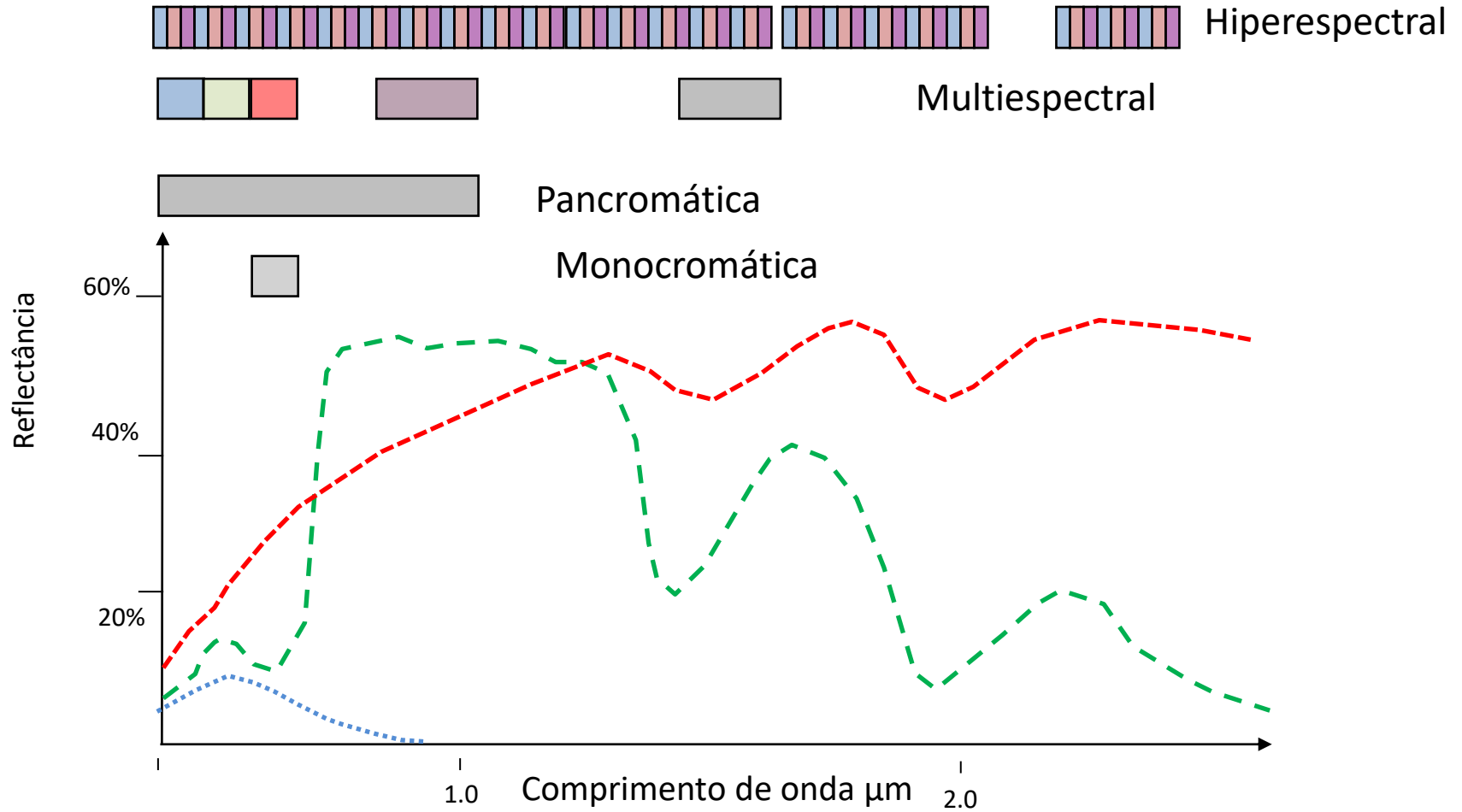
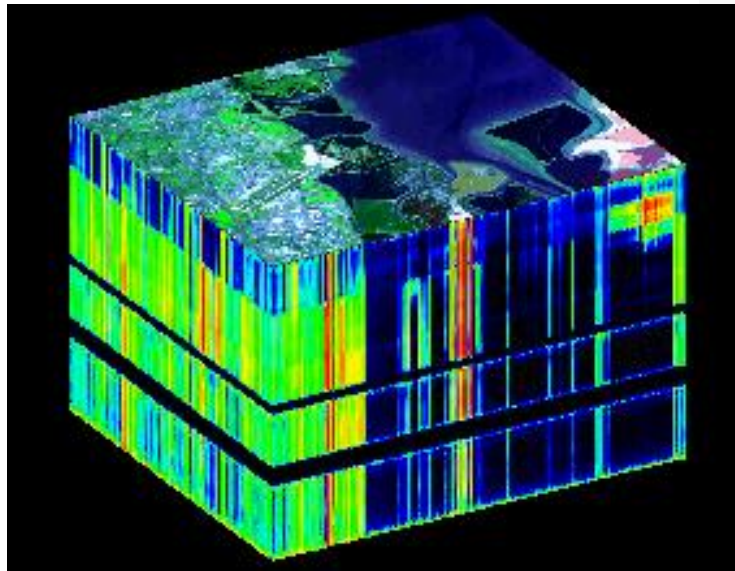


Imagem hiperespectral

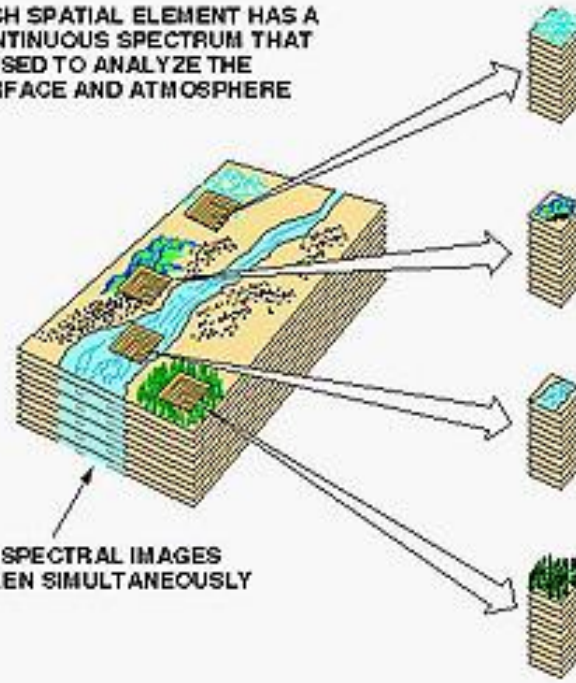
- Hiperespectral ex: 224 bandas



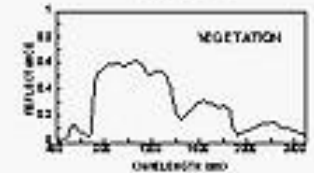
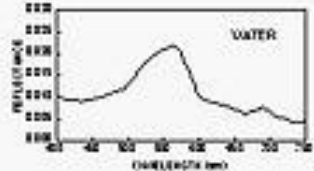
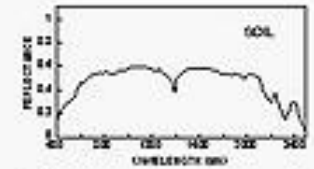
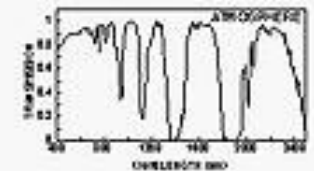
JPL

AVIRIS CONCEPT

EACH SPATIAL ELEMENT HAS A CONTINUOUS SPECTRUM THAT IS USED TO ANALYZE THE SURFACE AND ATMOSPHERE



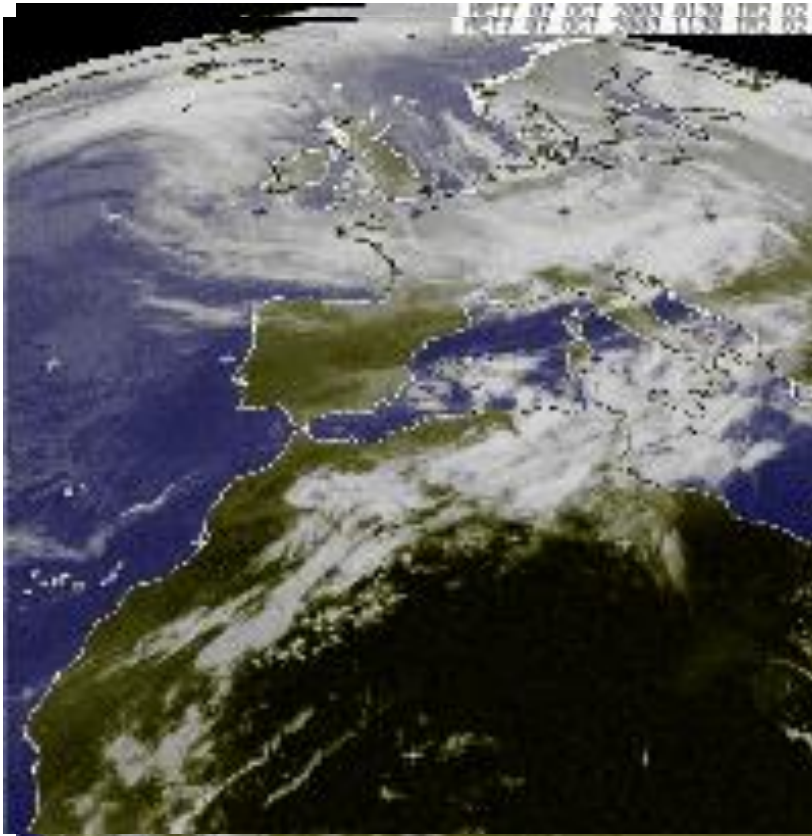
224 SPECTRAL IMAGES TAKEN SIMULTANEOUSLY



Resolução temporal

- Intervalo entre duas imagens consecutivas de uma mesma área
- Os sistemas meteorológicos e de observação da atmosfera têm alta resolução temporal.
- *Associada às características da órbita (equatorial, polar?)*
- Exemplo: imagens para meteorologia: Meteosat
- <http://meteosat.e-technik.uni-ulm.de/meteosat/images/>

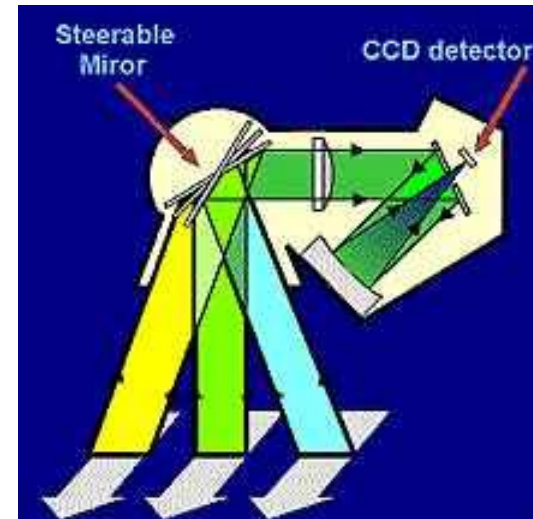
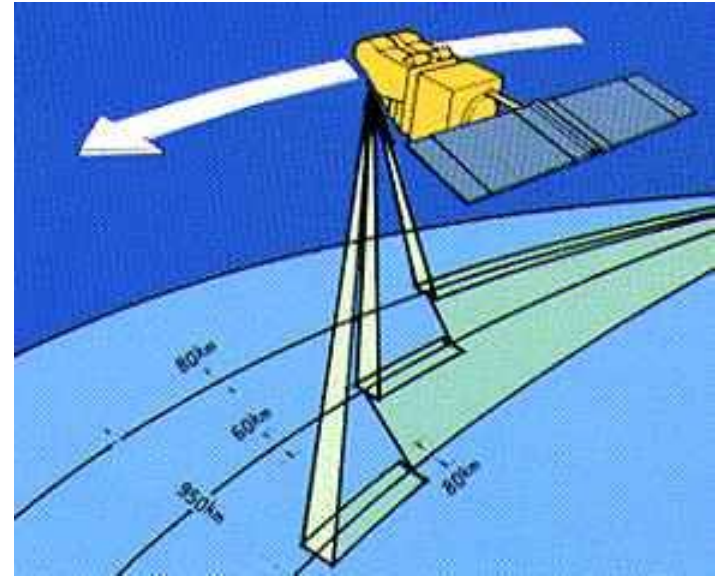
Resolução temporal



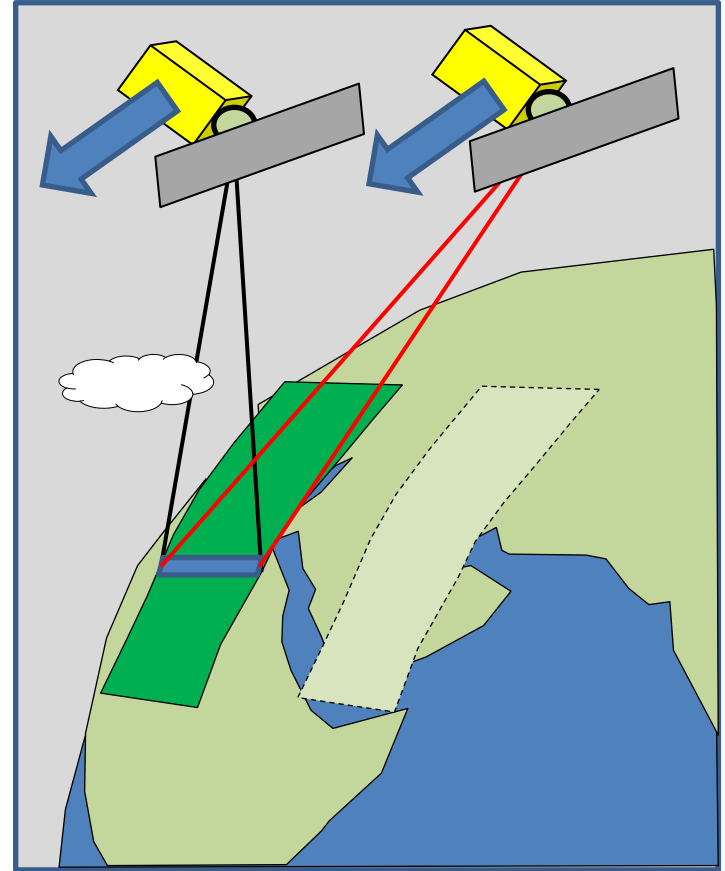
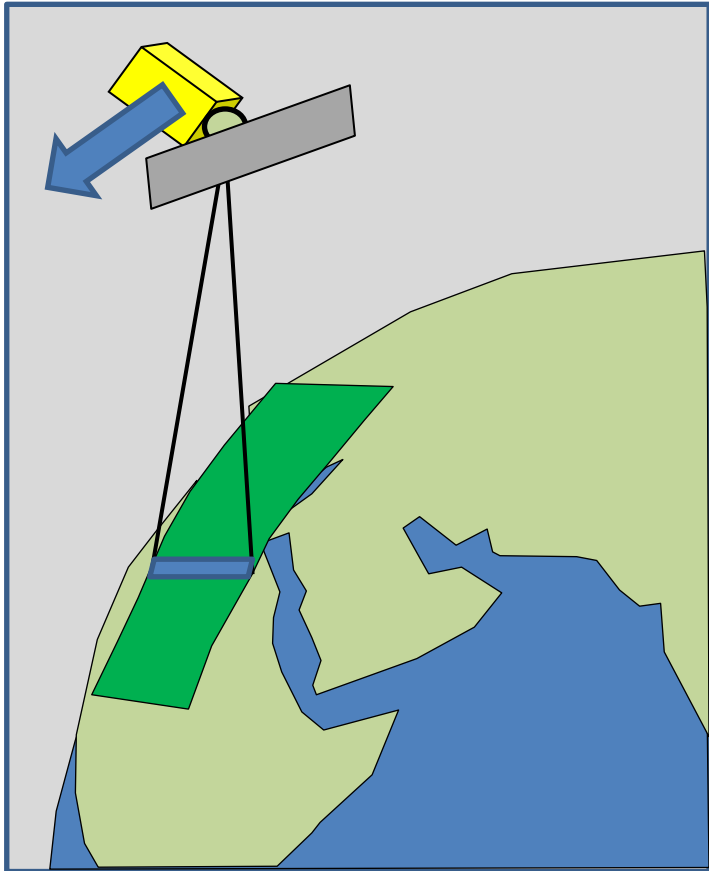
- Intervalo entre a tomada de duas imagens seguidas da mesma área.

alternativas

- 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.

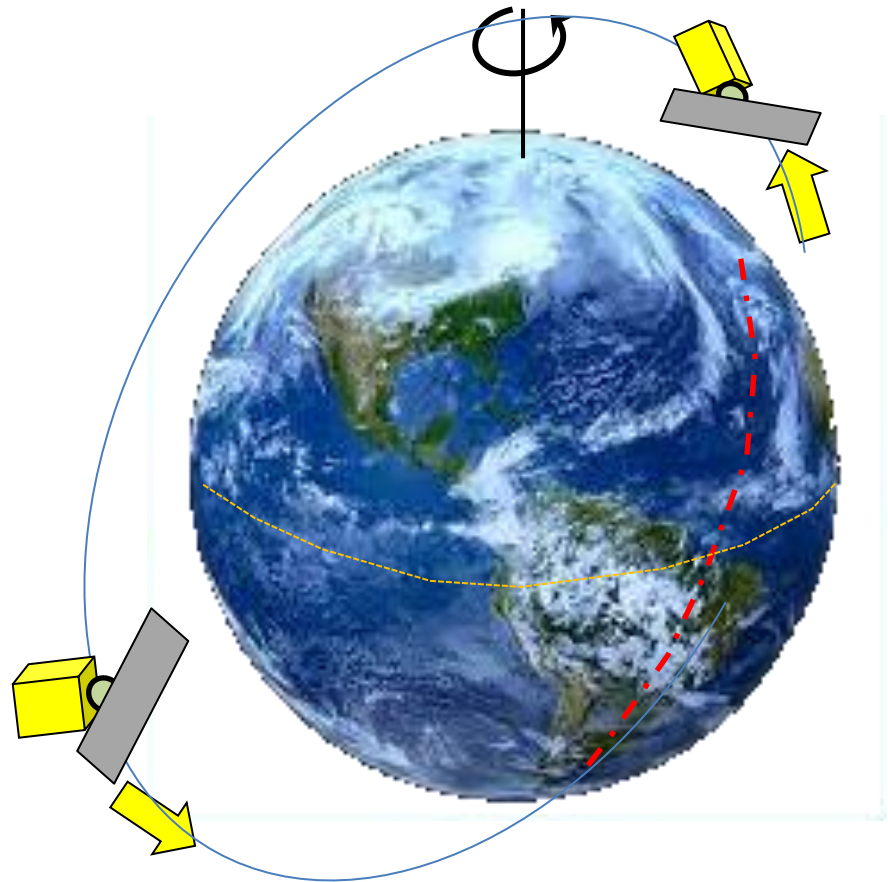


Orientação do sensor



Combinação de satélites

Vários satélites na mesma órbita podem carregar o mesmo sensor.



Resolução espacial

Discretização

resulta do processo de varredura por sensores digital.

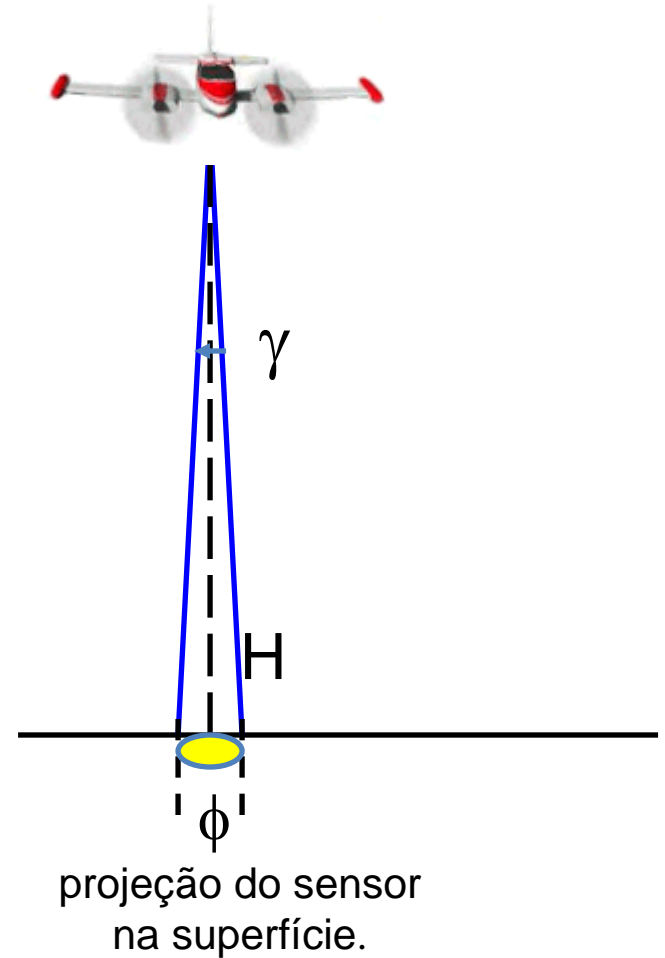
- Consiste em dividir a área coberta e pequenas unidades, cada uma delas associada a um detetor durante a varredura.



Área coberta por cada detetor

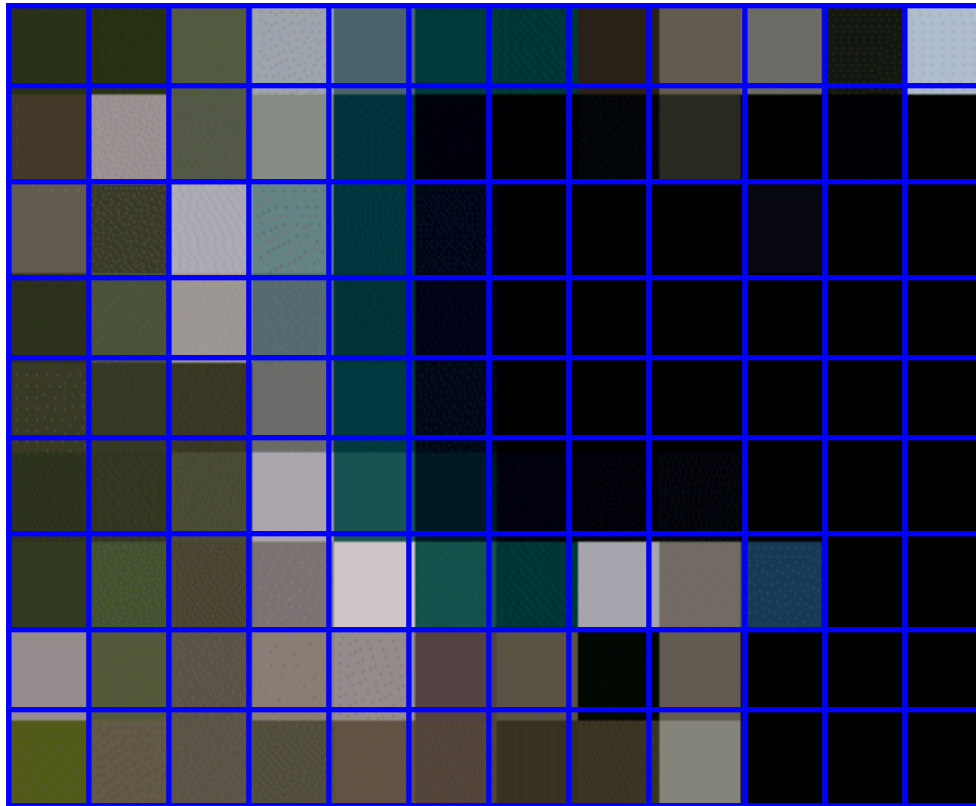
Devido à abertura do IFOV (Campo instantâneo de visão) cada sensor cobre uma pequena unidade de área, não apenas um ponto. O diâmetro da região coberta pelo sensor na superfície do terreno (ϕ) é função da altura da órbita (H) e o IFOV (γ).

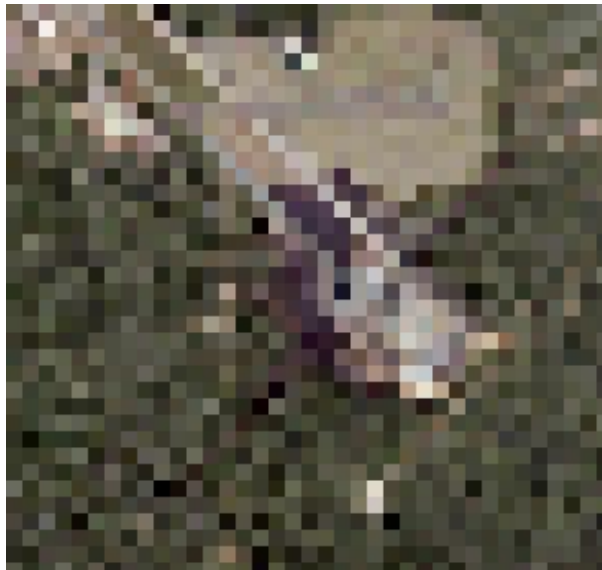
Quanto menor for o tamanho do pixel, mais detalhe espacial pode ser armazenado na imagem, ou seja, aumenta a resolução espacial. Por isso, a resolução espacial do sistema está associada ao tamanho do pixel no terreno.



Exemplo de discretização

- Simplificação do plano da imagem sob forma de uma malha regular finita, cujos elementos têm um tamanho fixo e constante (pixels), onde a energia incidente em cada célula é medida por um elemento detector.





Mesma imagem em várias resoluções espaciais (Base de Alcântara)

Resolução radiométrica - Quantização

A energia incidente é uma grandeza contínua, o que demandaria um grande espaço de memória para armazenar a imagem (pouco prático e antieconômico).

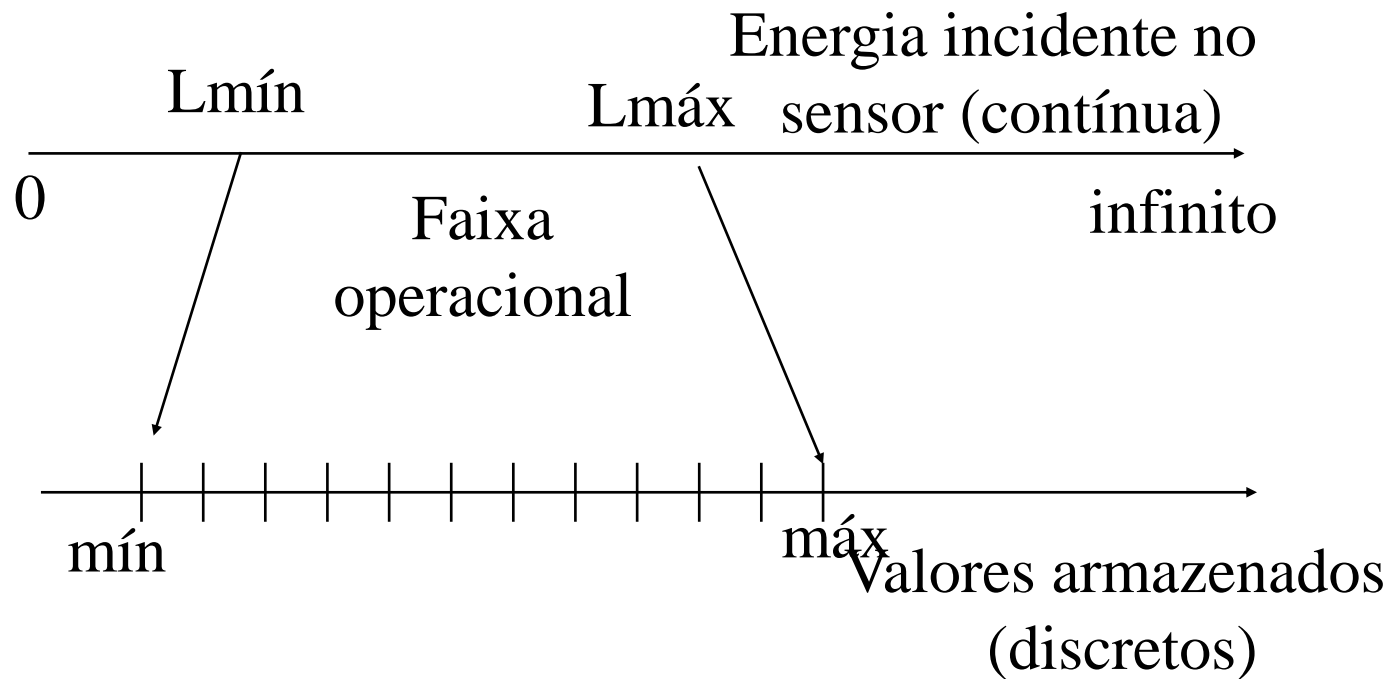
A gama de valores possíveis que podem ser armazenados é pequena em função da sensibilidade dos sensores.

É necessário o armazenamento de apenas uma quantidade finita, mas suficientemente grande, de níveis de energia em lugar de todos os valores possíveis;

Solução: uma segunda simplificação, desta vez nos valores de energia.

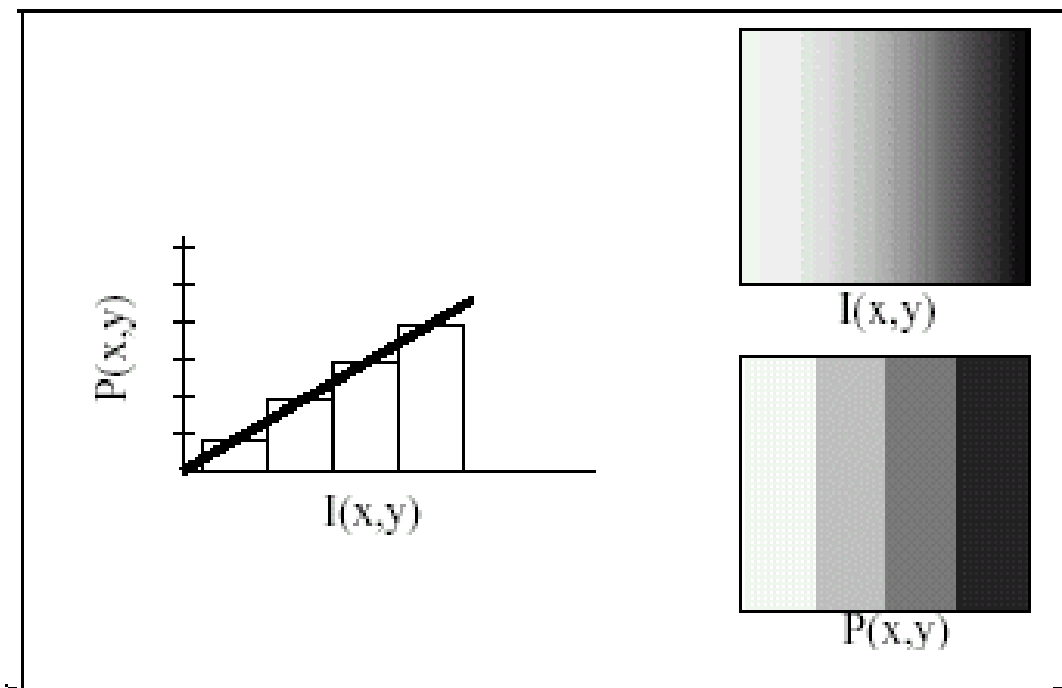
Resolução radiométrica - Quantização

Definir uma escala discreta de possíveis valores entre L_{\min} – L_{\max} , em função da resolução radiométrica do sistema (8 bits? 11 bits).



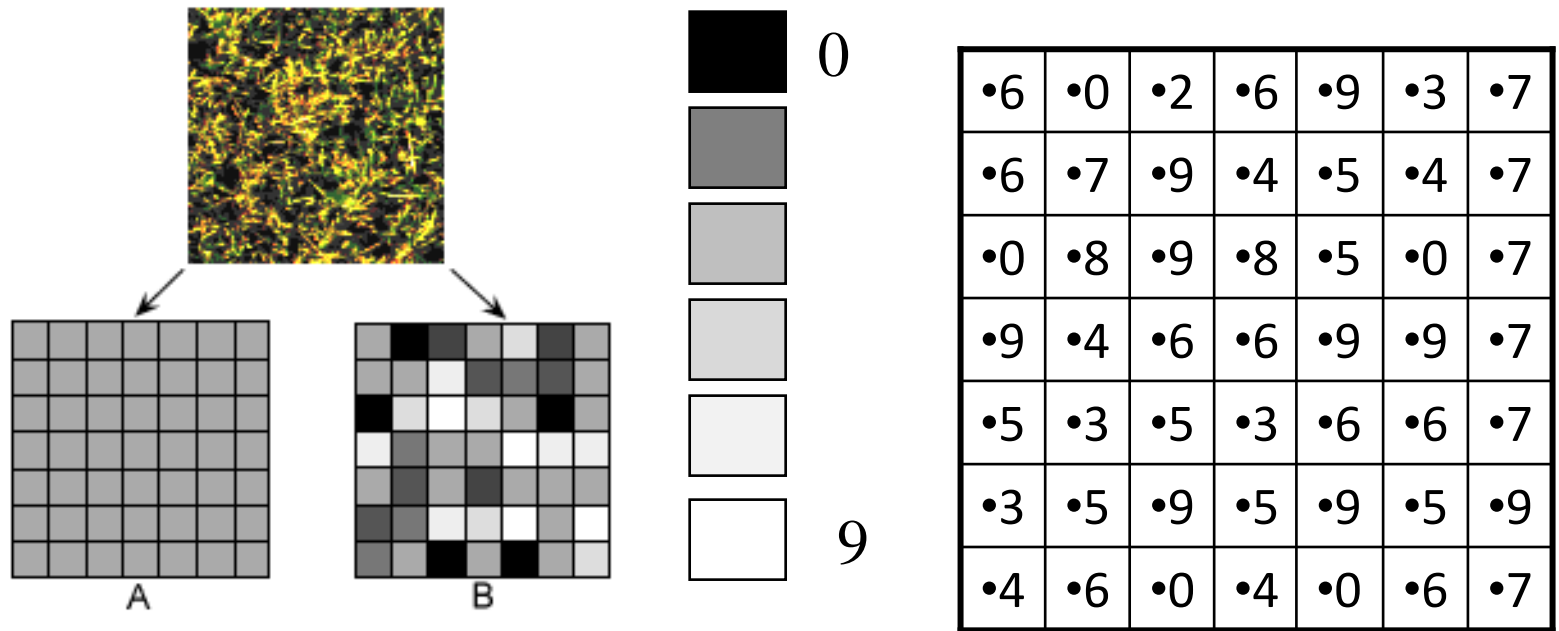
Resolução radiométrica - Quantização

AO resultado é o armazenamento da energia incidente no sensor usando uma nova escala, composta por valores numéricos inteiros.



Resolução radiométrica - Quantização

A imagem deixa de ser analógica (contínua) para ser armazenada como números, valores discretos.



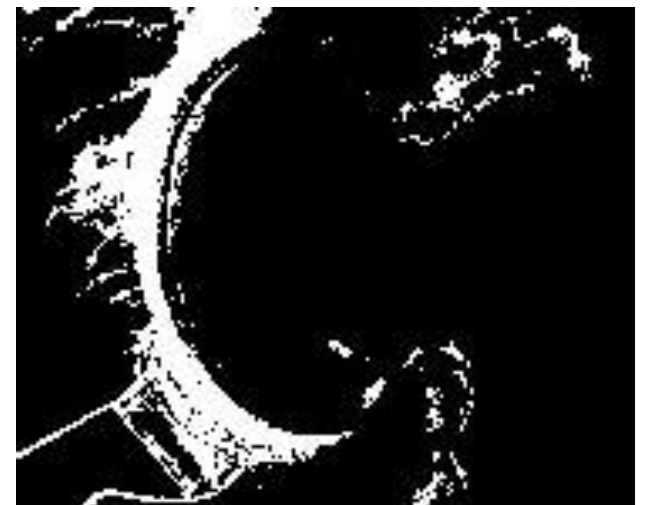
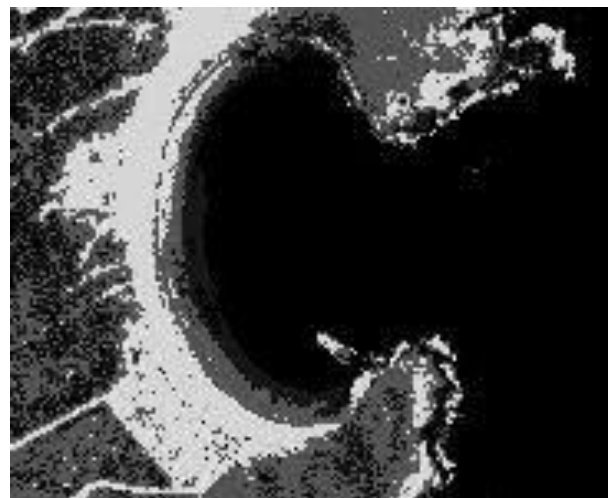
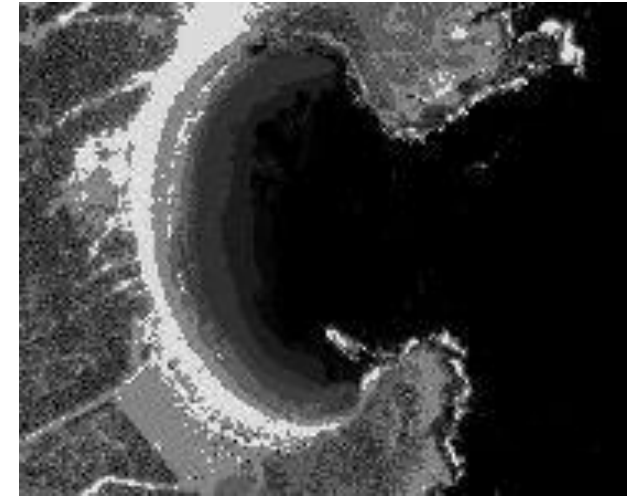
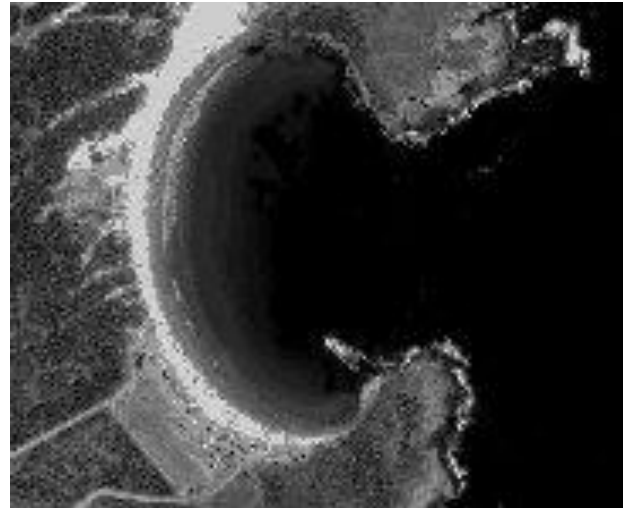
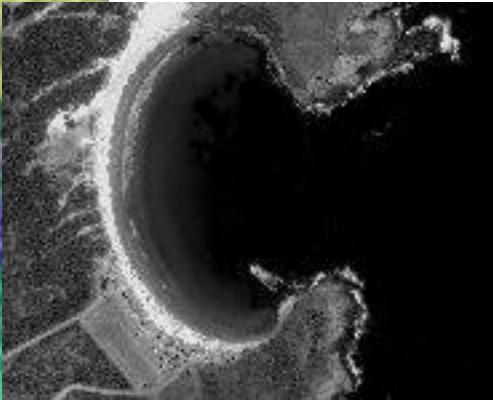


Bits & Bytes

- Refere-se à quantidade de valores digitais que são usados para armazenar a variação de energia eletromagnética incidente no sensor.
- Geralmente é definida em função do número de BITS usados para armazenar os dados em formato digital (Quantização).

Usando n bits é possível representar 2^n possibilidades, variando de zero a $2^n - 1$

Resolução radiométrica - Quantização



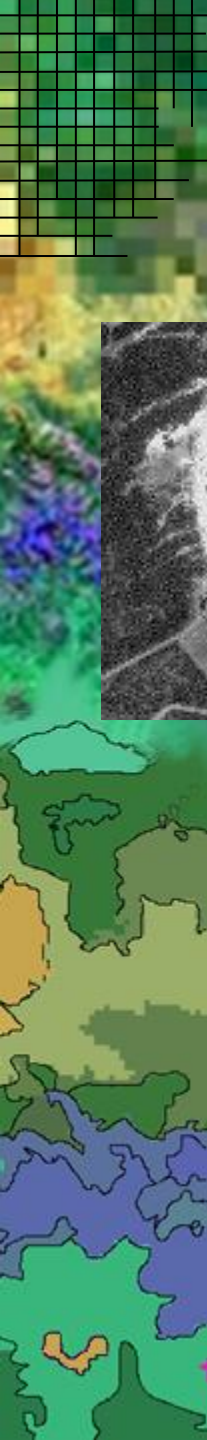
Representação
usando

16 tons (valores)

8 tons (valores)

4 tons (valores)

2 tons (valores)



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