



PTR 5003

S.R.: Conceitos Básicos

Profa. Mariana A. Giannotti

LGP – Laboratório de Geoprocessamento da EPUSP



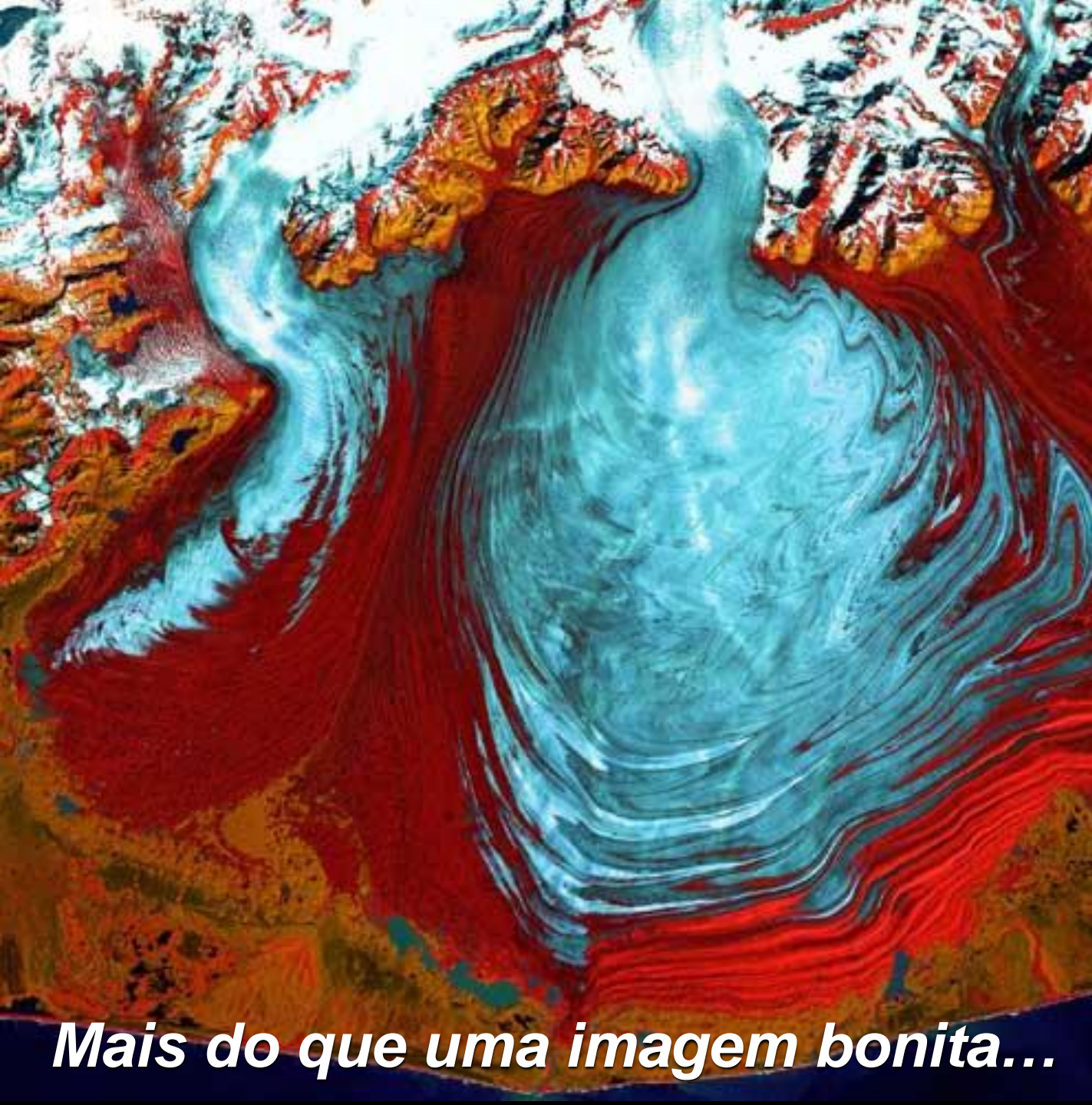
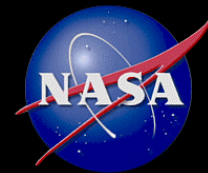
Sugestão de Bibliografia

MORAES NOVO, Evlyn L.M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 3ª Edição. São Paulo: Blucher, 2008.

CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Edição revisada. Campinas. IG/UNICAMP, 1993.

JENSEN, John R. Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. 2ª Edição. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. Remote sensing and image interpretation. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 2004. 763 p.



Mais do que uma imagem bonita...

Alaska



**Cores nas imagens de satélite
representam dados sobre a Terra.**

Landsat, Rio Betsiboka
River, Madagascar.



Quando a energia incide na superfície terrestre, parte é absorvida, parte é refletida de volta para o espaço.



Sensores medem a energia refletida da superfície terrestre.





Fonte: NASA



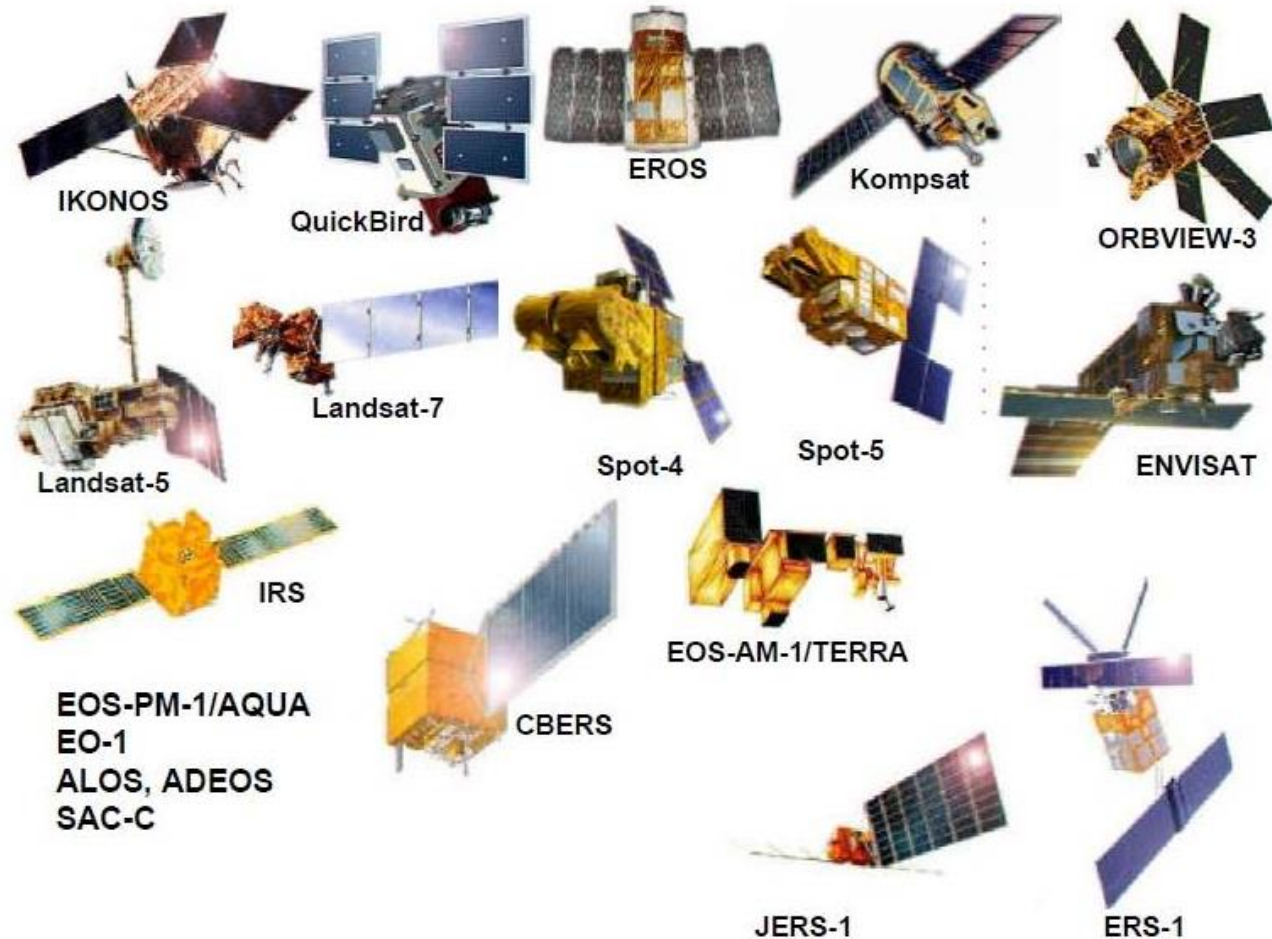
Sensoriamento Remoto

Sensoriamento Remoto
Crescente Capacidade de
Observação da Terra

- Satélites de Observação
– 0,30 metro a 1 Km de
resolução

- Bandas Espectrais –
visível ao radar

- Fontes Periódicas de
Informações



O que é o Sensoriamento Remoto

Utilização de sensores para:

a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sobre a superfície da Terra, através da coleta da energia radiante proveniente desse objeto, a conversão desta energia em sinal elétrico (digital) e a correspondente apresentação dessa informação

(adaptado de Novo, E.M.L., 1989)

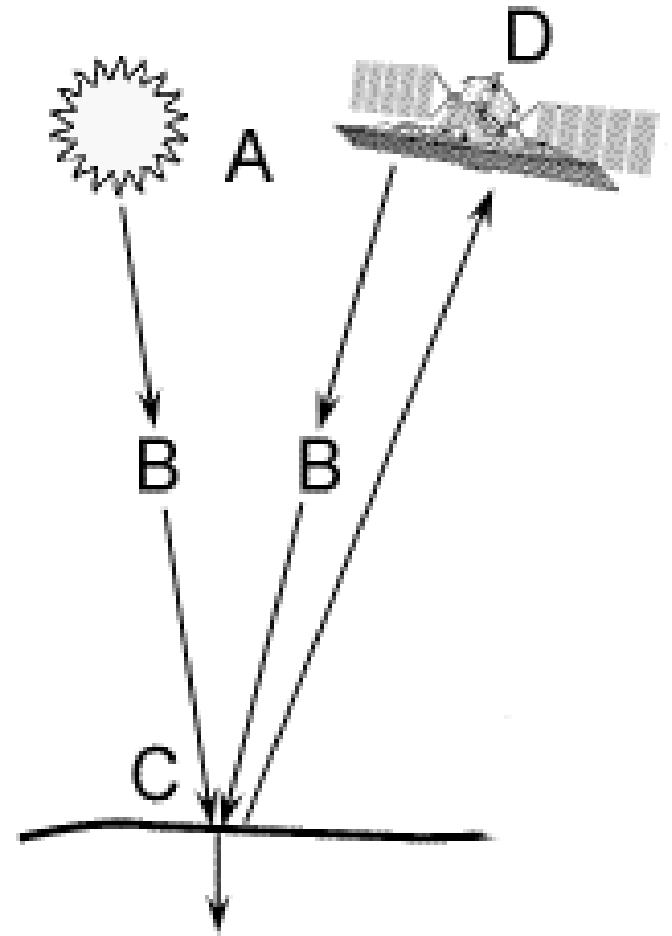
O que é o Sensoriamento Remoto?

Utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, colocados a bordo de aeronaves (ou outras plataformas), com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do Planeta Terra, a partir do registro e da análise das interações entre a REM (Radiação Eletromagnética) e as substâncias que os compõem em suas mais diversas manifestações

(adaptado de Novo, E.M.L., 2008)

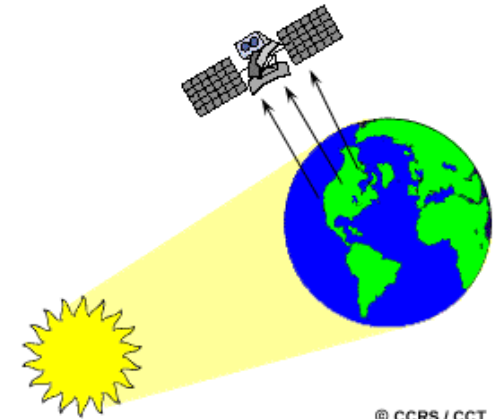
Conceituação básica

- Elementos fundamentais
 - Energia eletromagnética (B)
 - Fonte (A),(D)
 - Sol ou fonte eletrônica
 - Objeto (C)
 - Sensor (D)
- Objetivo
 - Detectar a interação entre a radiação eletromagnética (REM) e os objetos na Terra
 - Obter uma imagem

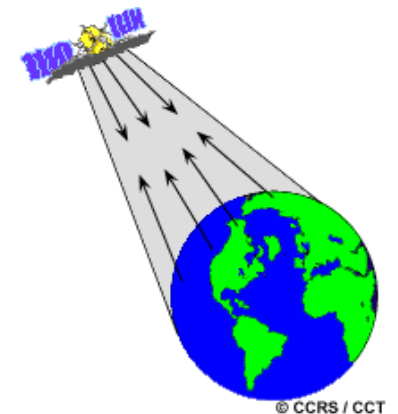


Tipos de Sensores

- Sensores **Passivos**
 - registram energia refletida por fontes naturais (Sol)
 - maioria

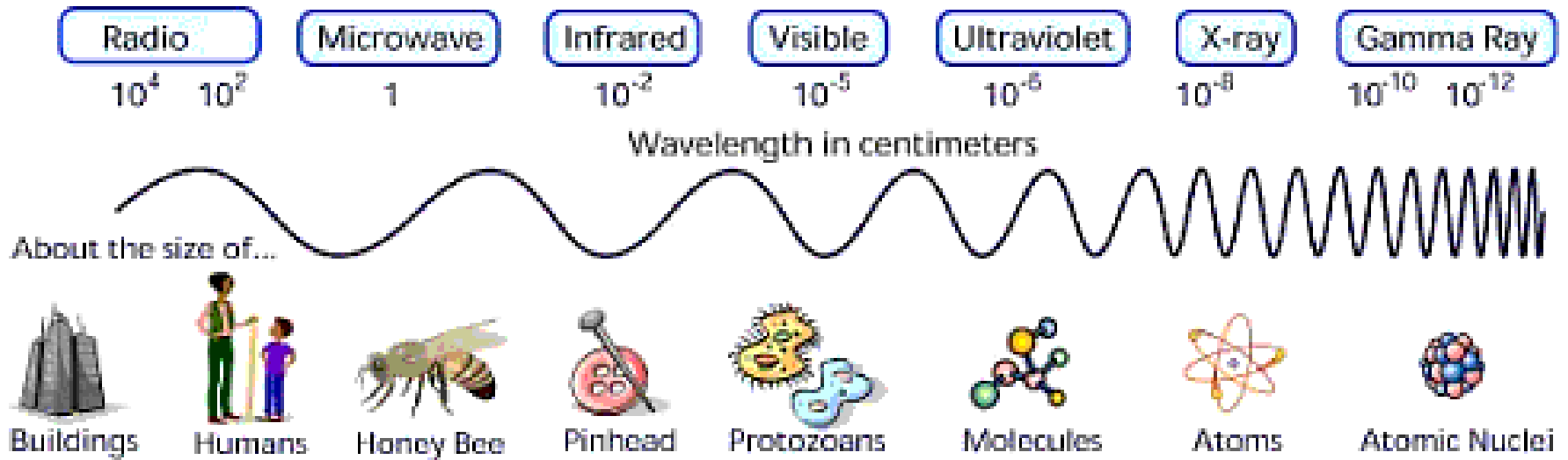


- Sensores **Ativos**
 - emitem sua própria energia e registram o sinal refletido
 - RADAR
 - podem ser usados à noite



Espectro eletromagnético

- Conceito
 - Intervalo contínuo de energia em comprimento de onda
- Divisão didática



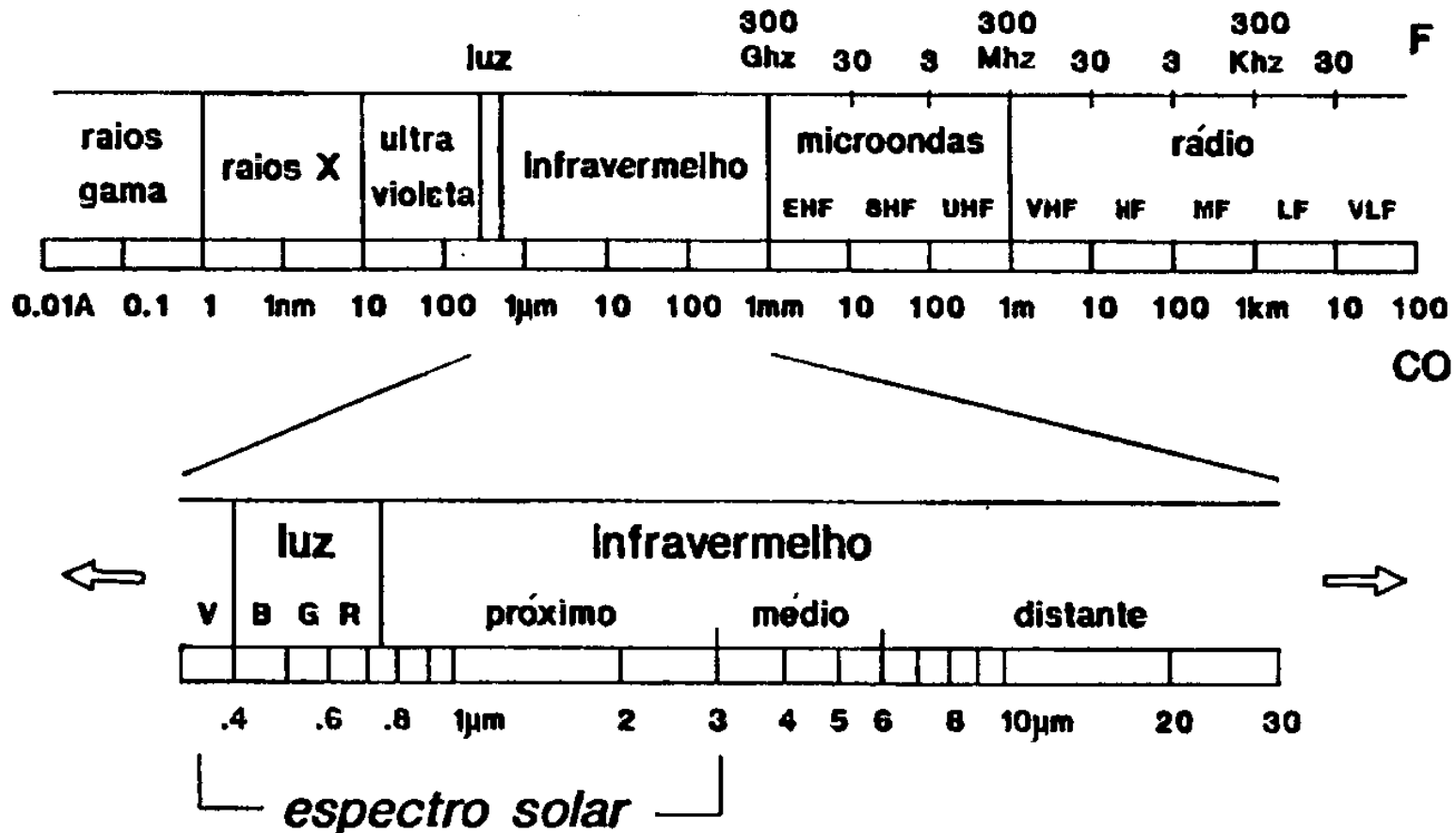
Fonte: adaptado de Nasa

Unidades de medida

Unidades de comprimento de onda mais comuns em SR

UNIDADE	DISTÂNCIA
Quilômetro km	1.000 m
Metro m	1 m
Centímetro cm	10^{-2} m = 0,01
Milímetro mm	10^{-3} m = 0,001
Mícron μ Micrômetro μm	10^{-6} m = 0,000001
Nanômetro nm	10^{-9} m = 0,000000001
Angstron	10^{-10} m = 0,0000000001

Espectro eletromagnético



- Faixas importante para SR
 - Faixa do visível ao infravermelho
 - Faixa do microondas (RADAR)



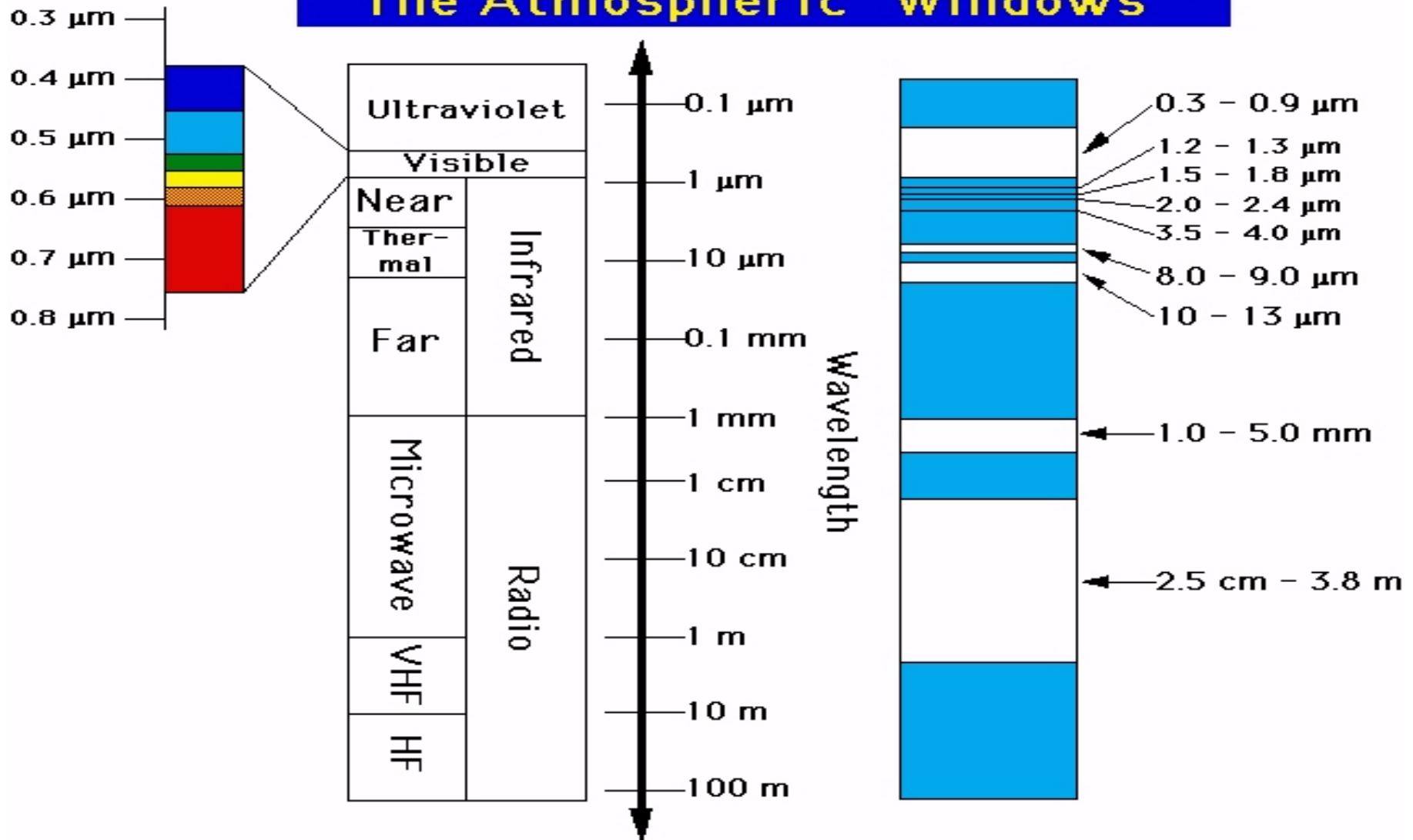
Os sensors do Landsat foram desenhados para detectar comprimentos de onda do visível e infravermelho.

Janelas Atmosféricas

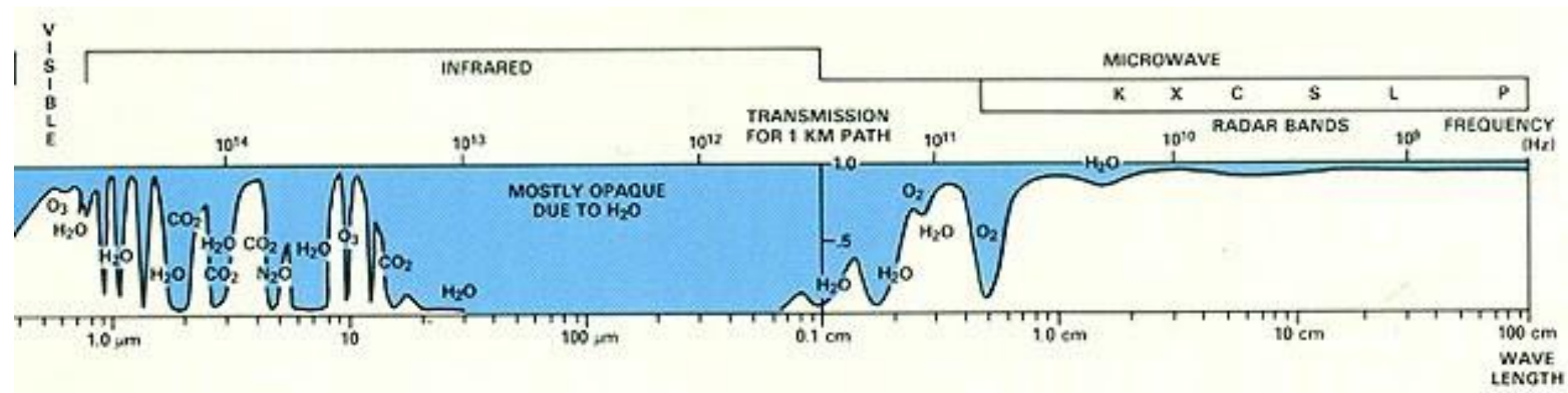
- Bandas de Absorção da atmosfera
Regiões do ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO (E.E.) para os quais a atmosfera é opaca, não permitindo a passagem da RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA (REM)
- Janelas atmosféricas
Regiões do E.E. onde a atmosfera é transparente à radiação proveniente do Sol

Janelas atmosféricas

The Atmospheric "Windows"

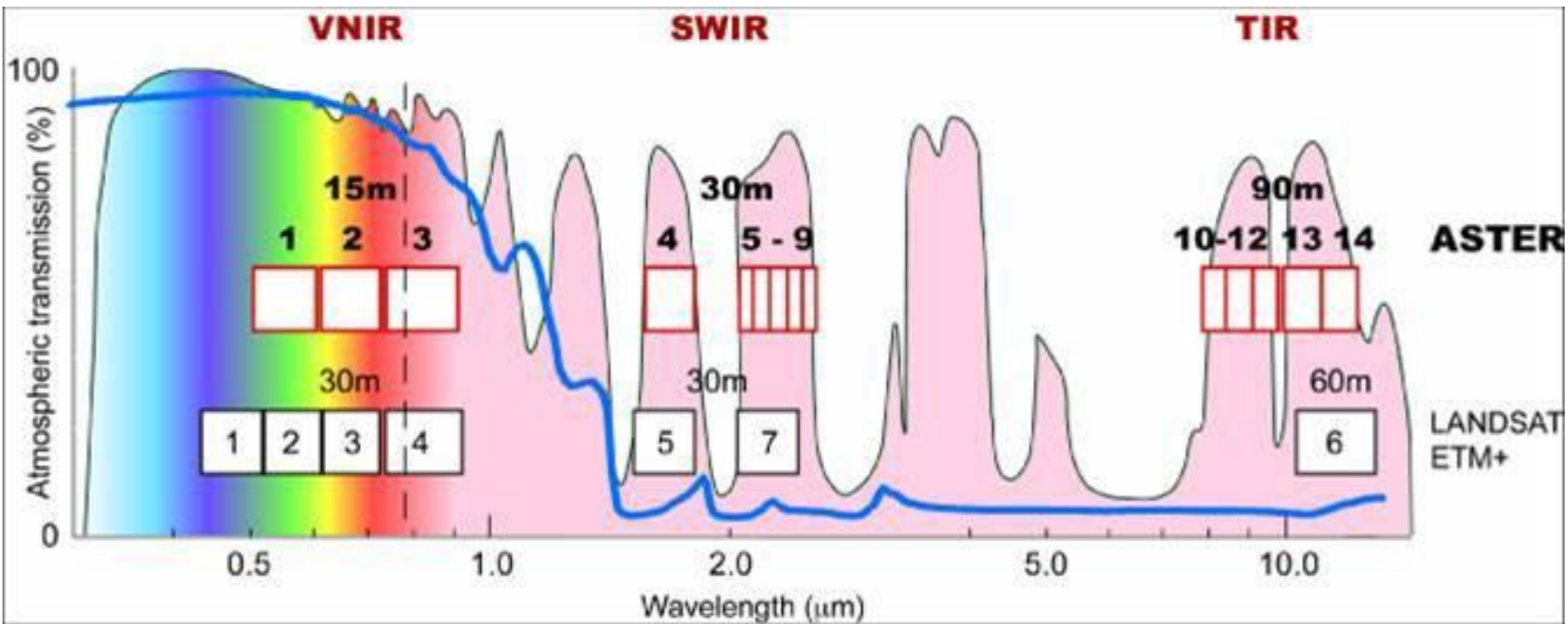


Espectro eletromagnético



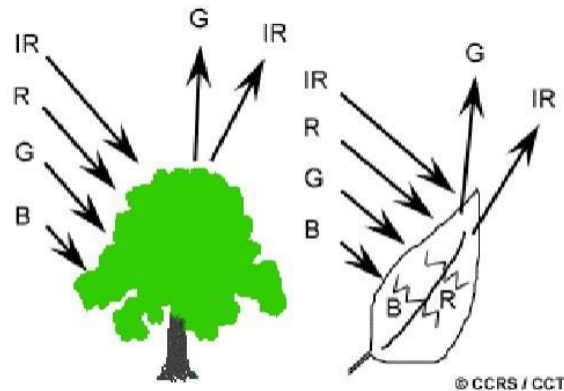
- Transmissão da REM pela atmosfera não é contínua.
- Existem “janelas”.

Espectro eletromagnético



Comportamento da REM

- “Cor” do objeto depende do comprimento de onda refletido
- folhas: clorofila
 - absorve **R** e **B**
 - reflete **G** e **NIR**



Reflectância da Vegetação



Vegetação no Visível (G)



Vegetação no Infravermelho (R)

Reflectância da Vegetação

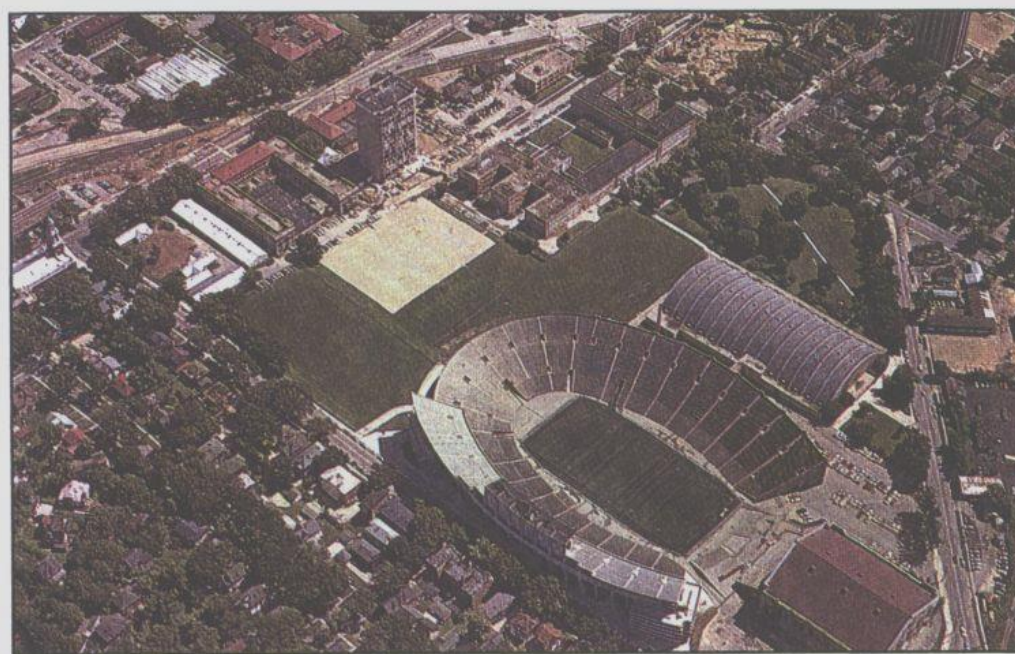


Foto normal

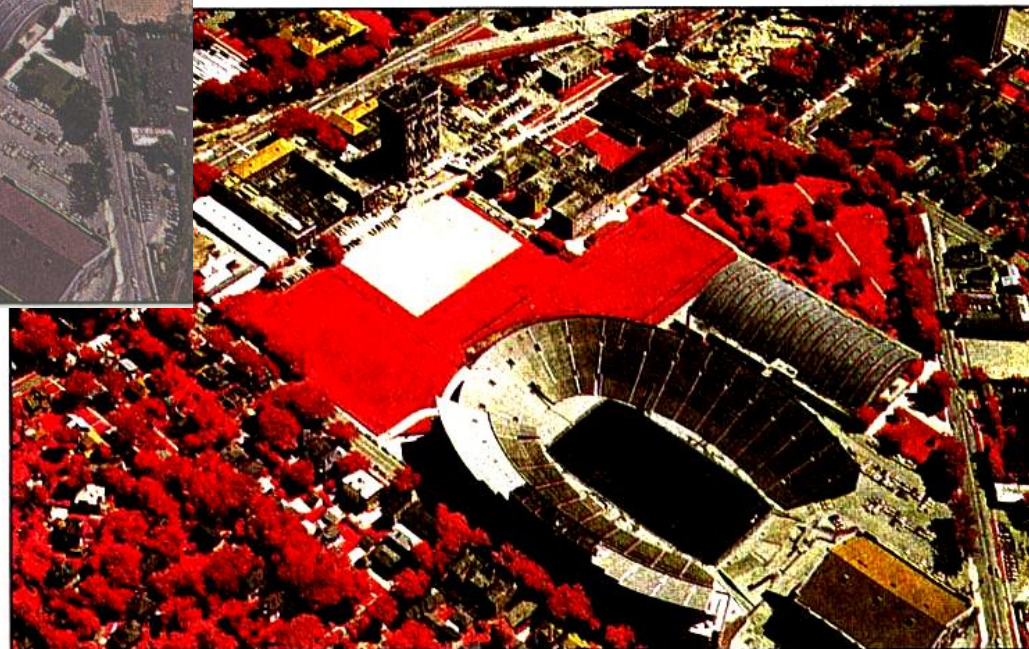
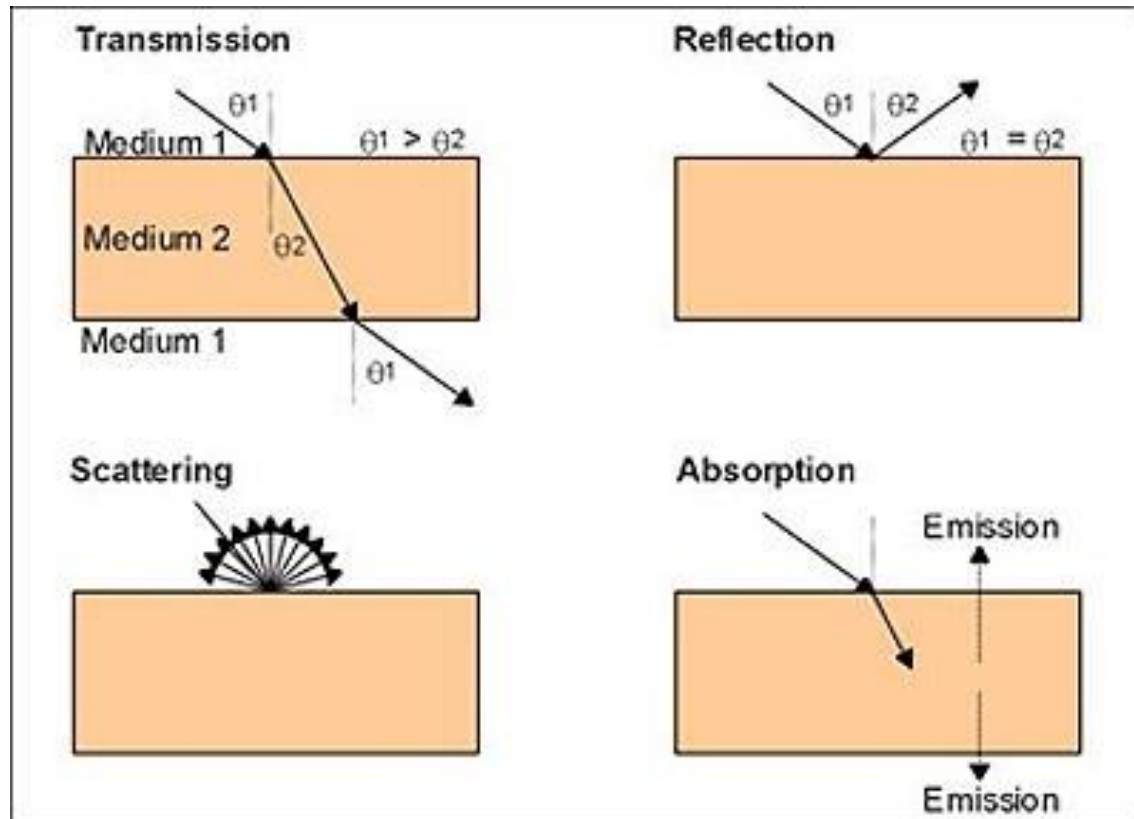


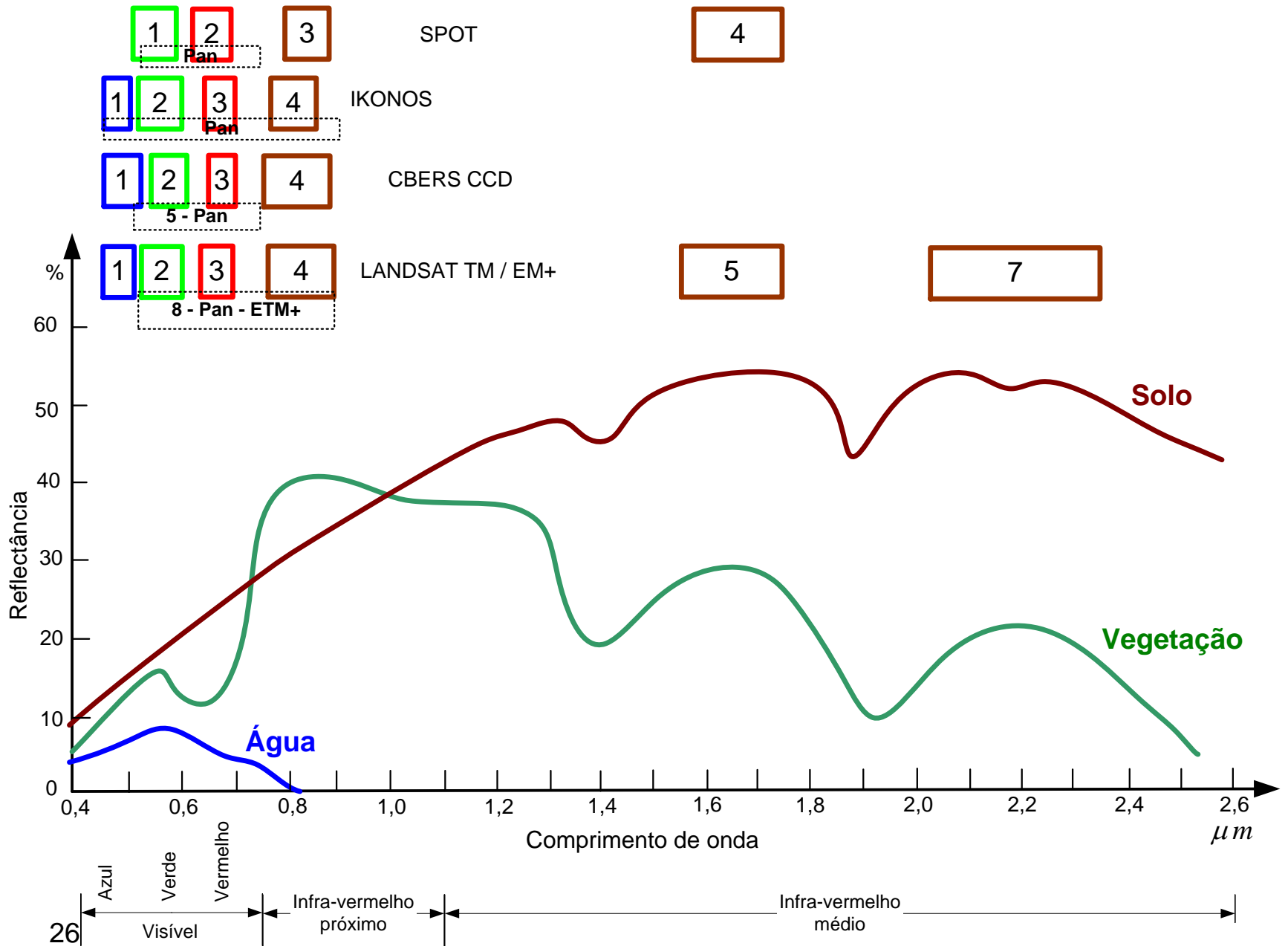
Foto Infravermelho

Comportamento da REM

- Transmissão
- Reflexão
- Espalhamento
- Absorção



Assinatura Espectral



Unidades de medida

Unidades de comprimento de onda mais comuns em SR

UNIDADE	DISTÂNCIA
Quilômetro km	1.000 m
Metro m	1 m
Centímetro cm	10^{-2} m = 0,01
Milímetro mm	10^{-3} m = 0,001
Mícron μ Micrômetro μm	10^{-6} m = 0,000001
Nanômetro nm	10^{-9} m = 0,000000001
Angstron	10^{-10} m = 0,0000000001

Imagem de Satélite

- matriz de pixels
- valor do pixel – digital number (DN)
- imagem 8bits

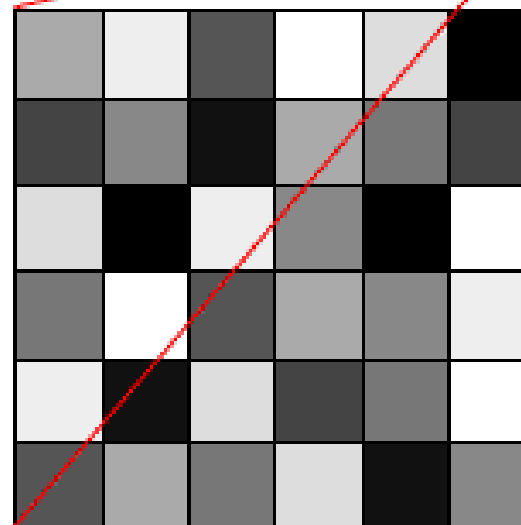
$2^8=256$ (0-255)

256 tons de cinza

0 = preto

255 = branco

© CCRS / CCT

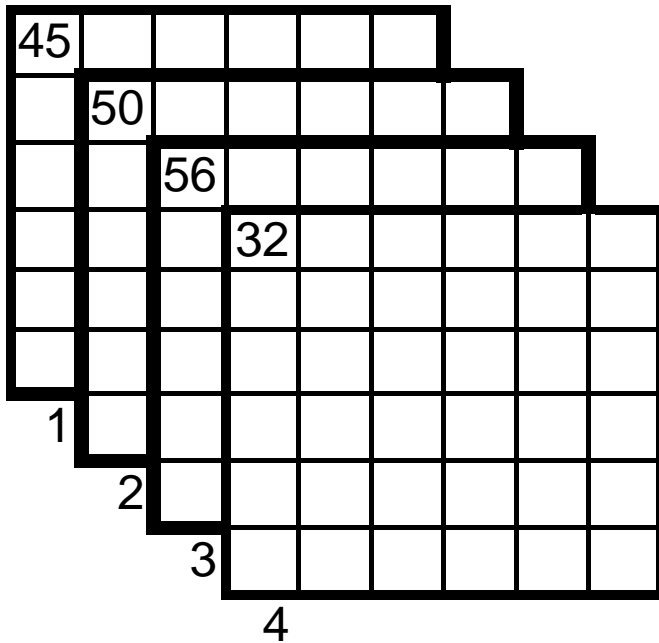


170	238	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	136	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	119	255
85	170	119	221	17	136

Imagem de Satélite

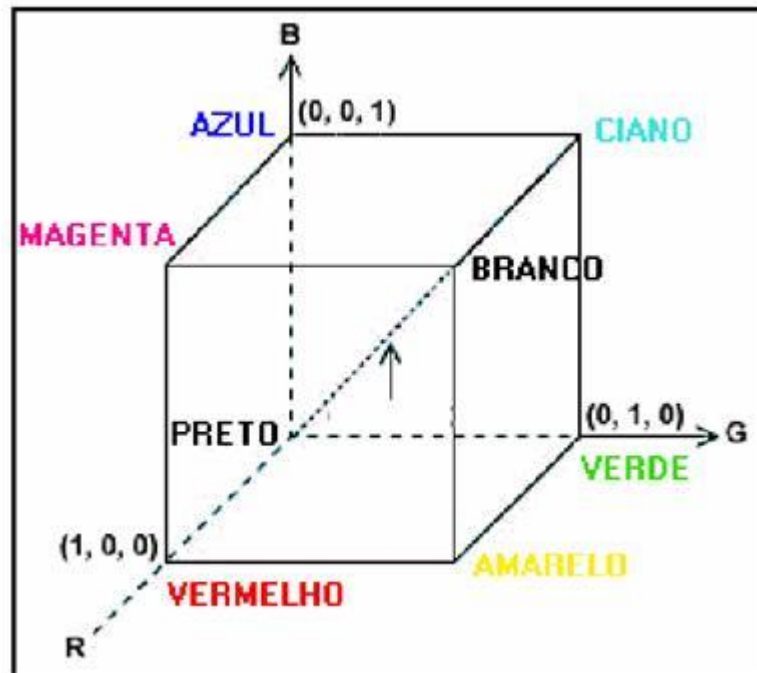
- Sensores captam diferentes faixas do espectro
- Cada faixa é armazenada em uma **banda**
- Cada banda é representada em tons de cinza
- A fusão das bandas gera a imagem colorida

Imagem de Satélite



Vetor padrão do pixel (1,1)

$$\begin{bmatrix} 45 \\ 50 \\ 56 \\ 32 \end{bmatrix}$$

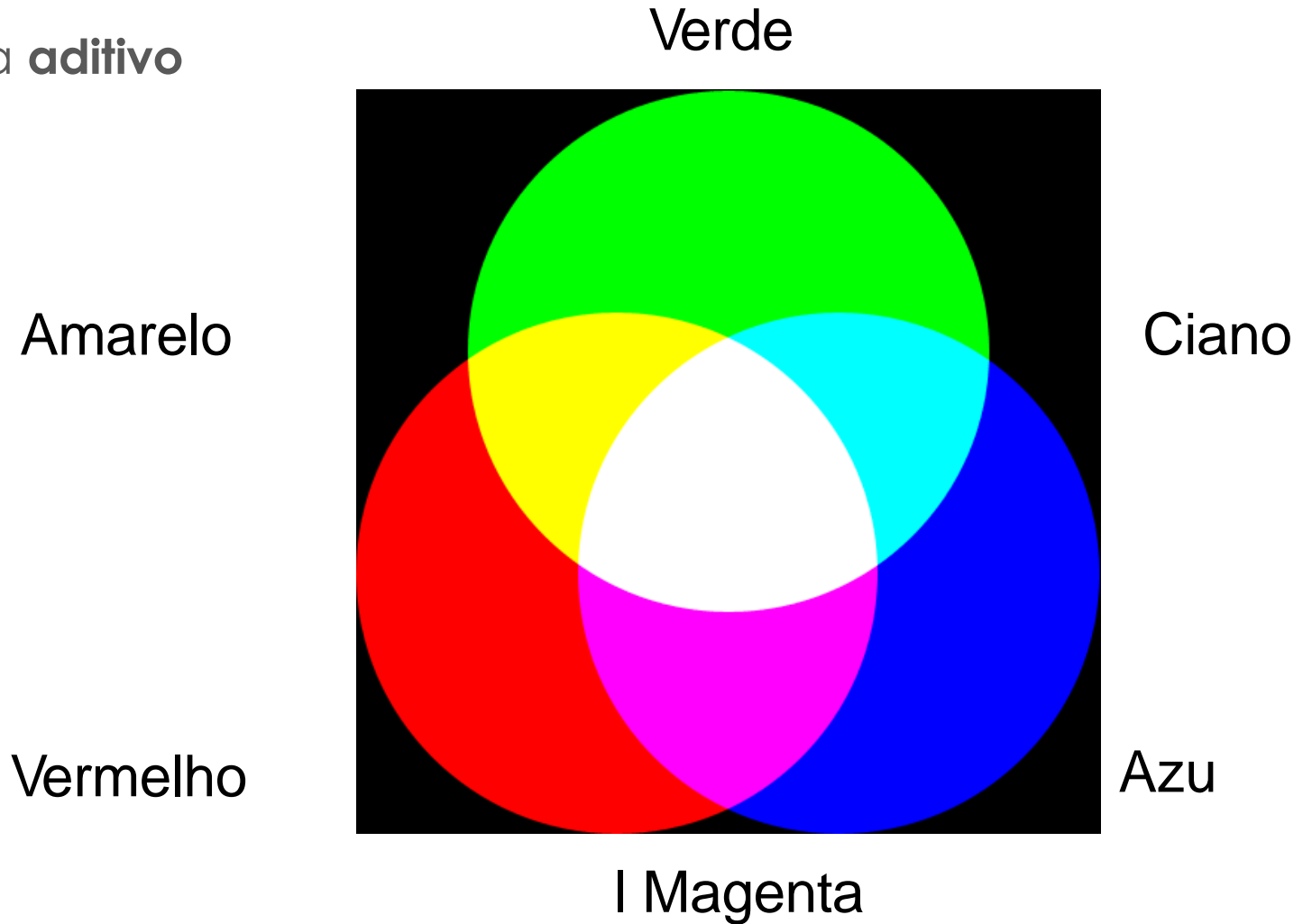


Realce de Cores

- O olho humano é mais sensível às variações de cores (\simeq **7.000.000**) do que às mudanças de tons de cinza (\simeq **30**)
- A retina contém fotoreceptores que transformam a energia eletromagnética (luz) em impulso neural (formação da imagem)
- A **percepção da cor** está relacionada com a composição do **comprimento de onda** da luz que atinge os olhos
- Diferentes comprimentos de onda podem ser misturados (sistema de cores aditivo) formando diferentes cores.

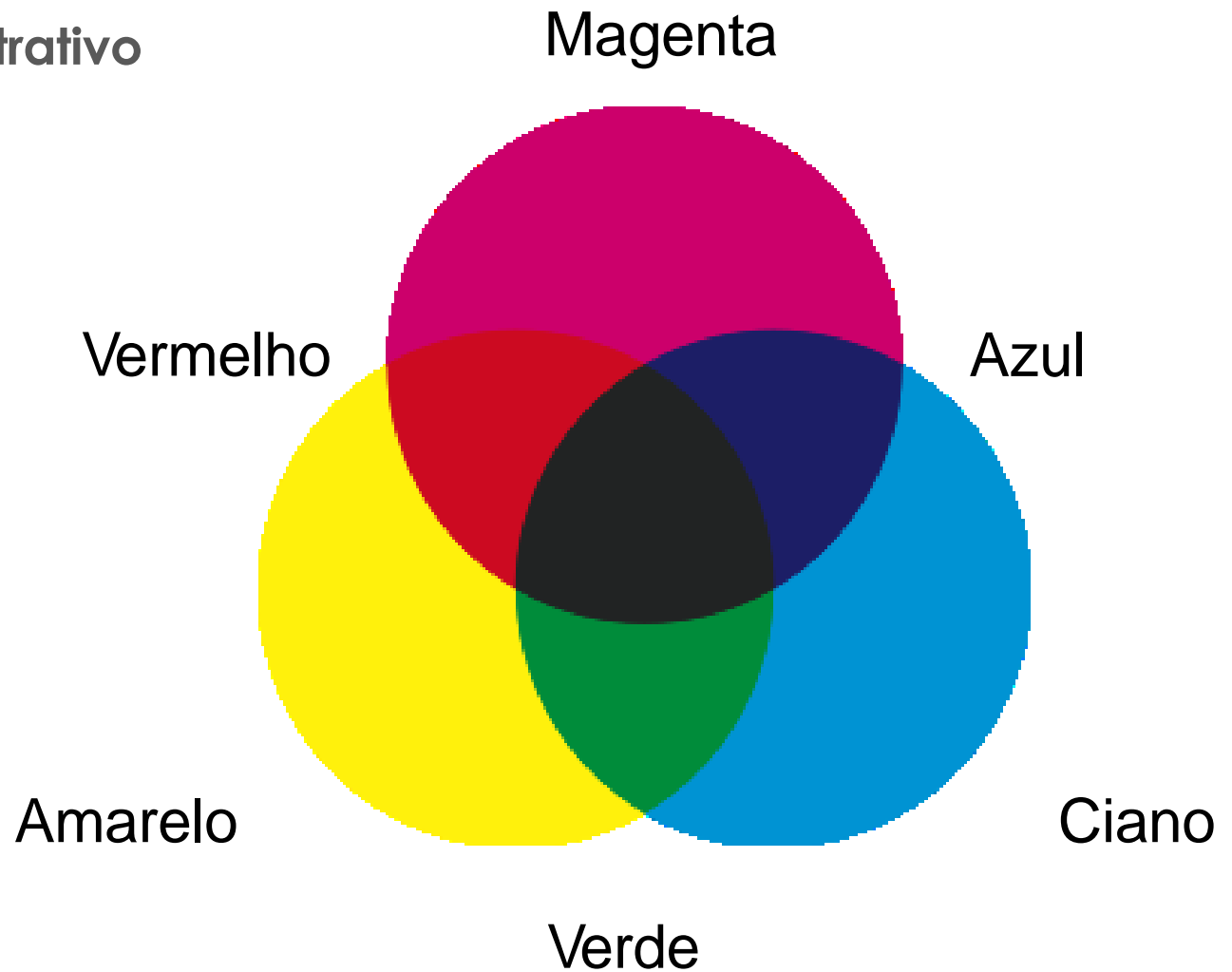
Realce de Cores

- Sistema **aditivo**
- **RGB**



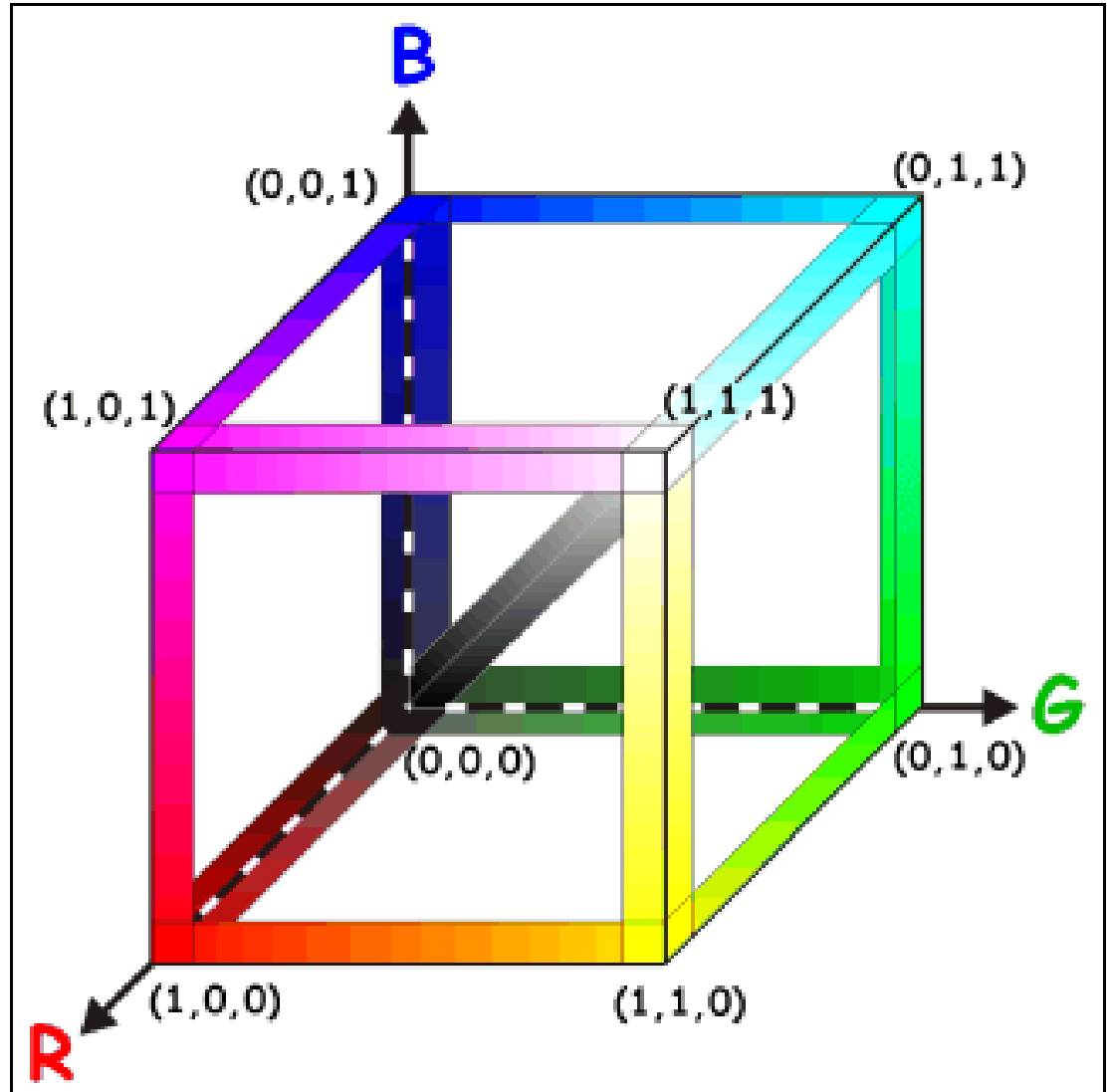
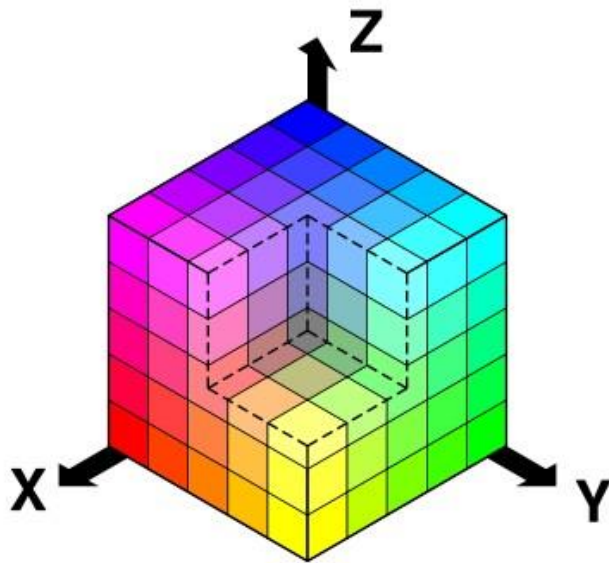
Realce de Cores

- Sistema **subtrativo**
- **CMYK**



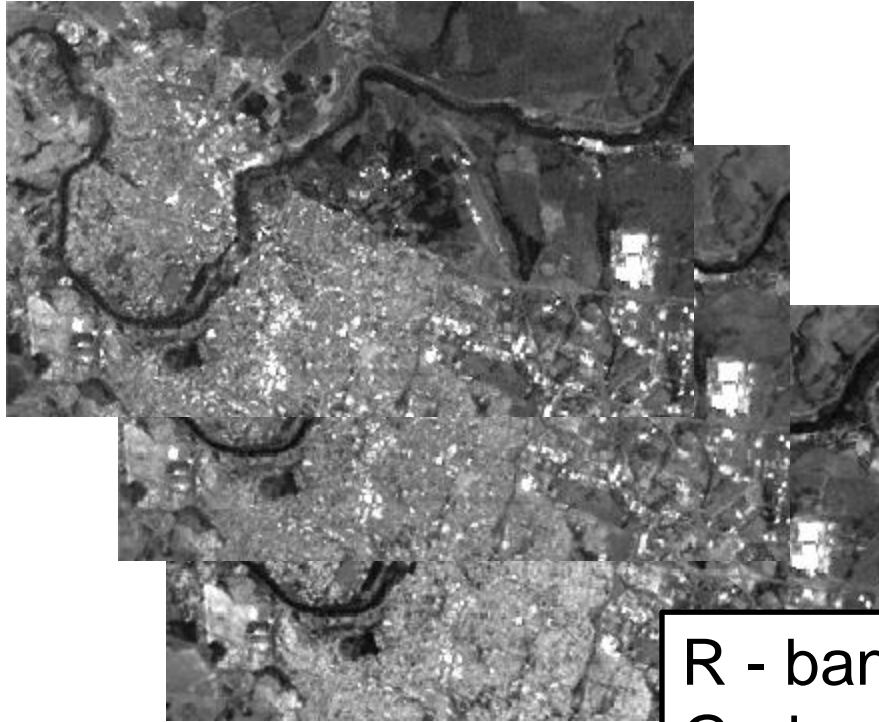
Realce de Cores

■ Cubo RGB



Realce de cores

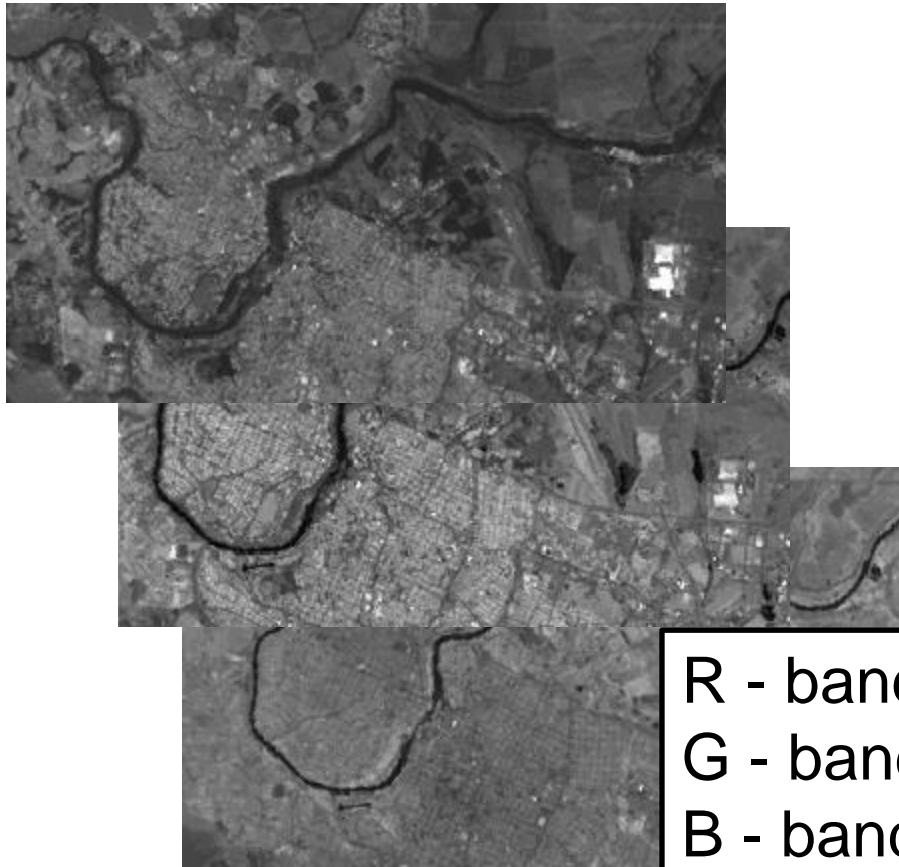
Composição cor natural



R - banda 3
G - banda 2
B - banda 1

Realce de cores

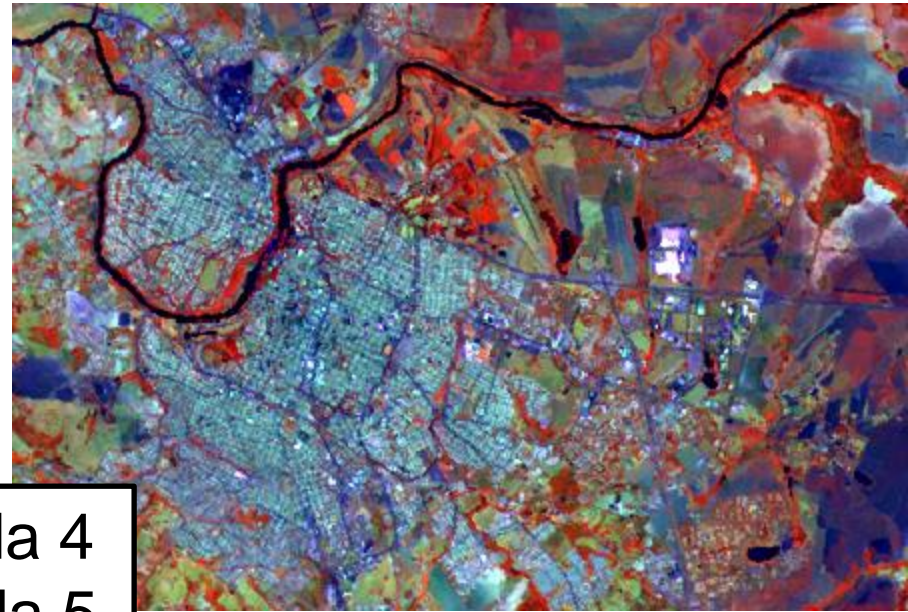
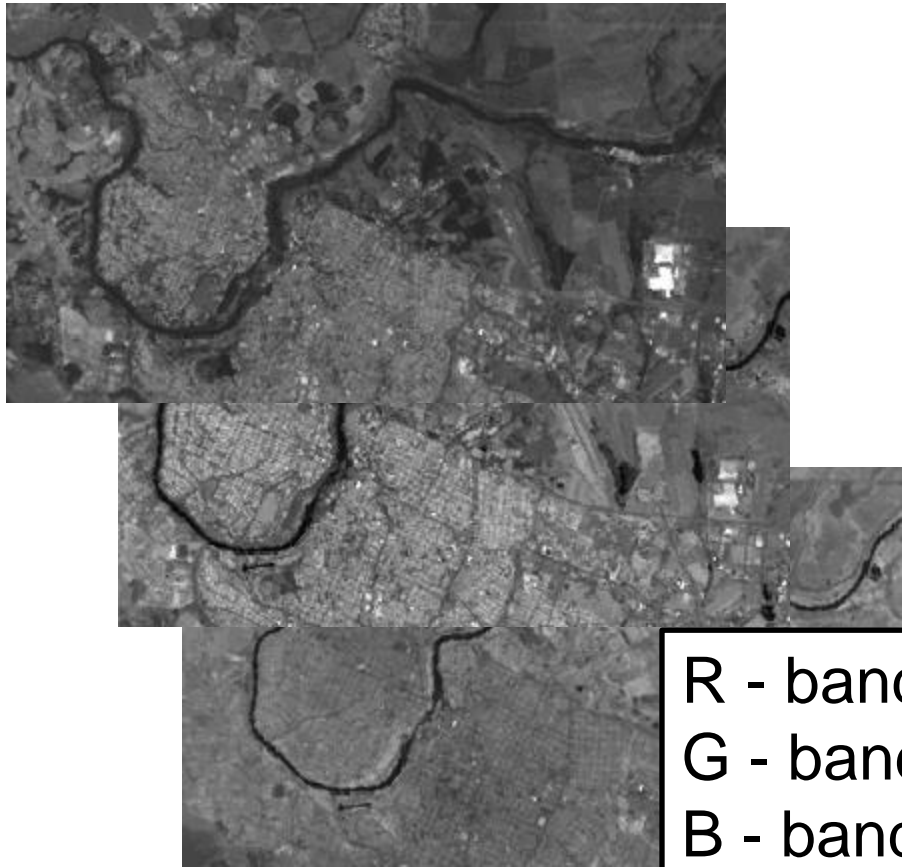
Composição falsa cor



R - banda 5
G - banda 4
B - banda 3

Realce de cores

Composição falsa cor



R - banda 4
G - banda 5
B - banda 3

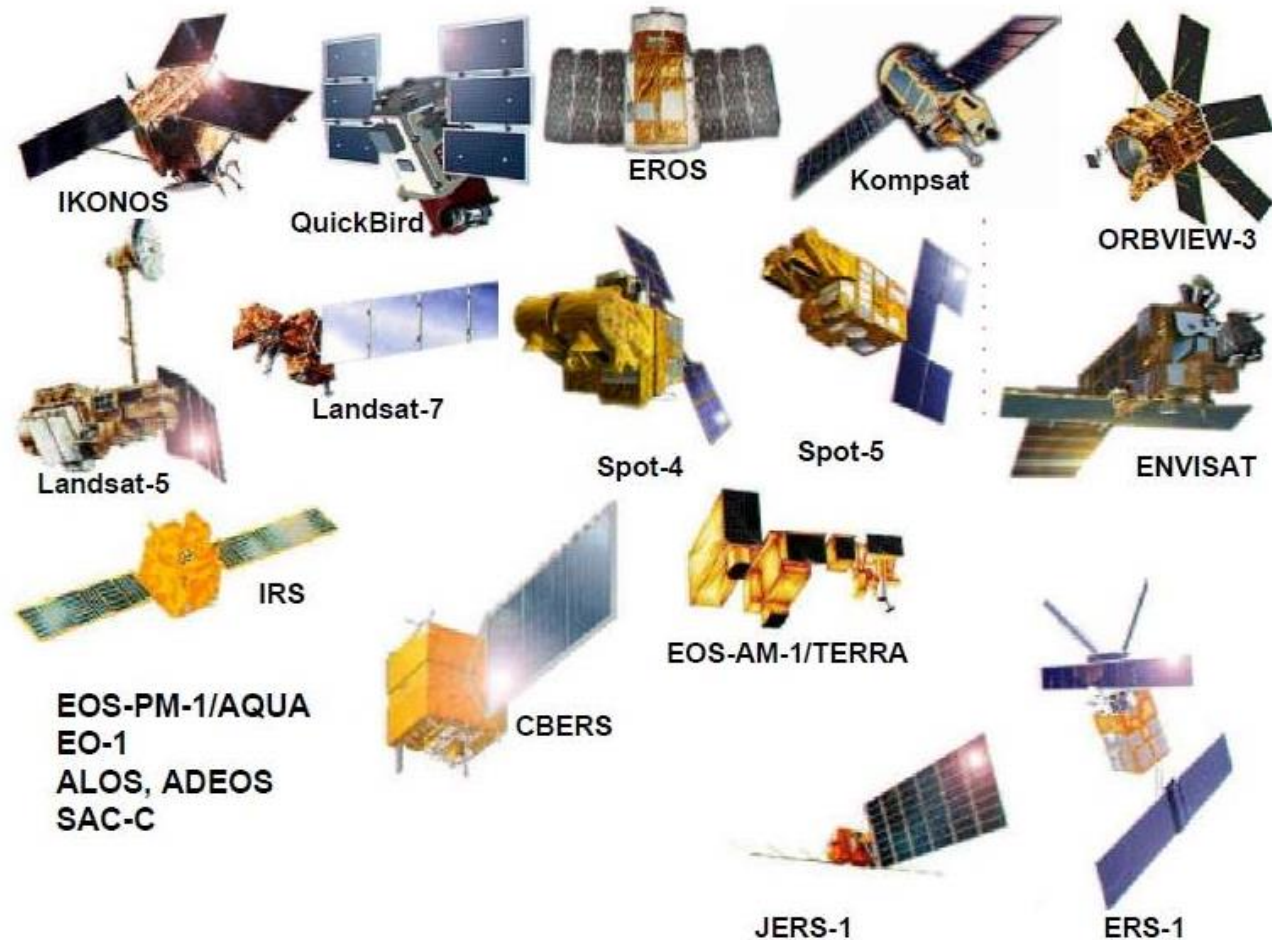
Sensoriamento Remoto

Sensoriamento Remoto
Crescente Capacidade de
Observação da Terra

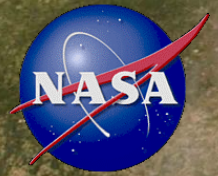
- Satélites de Observação
– 0,30 metro a 1 Km de
resolução

- Bandas Espectrais –
visível ao radar

- Fontes Periódicas de
Informações

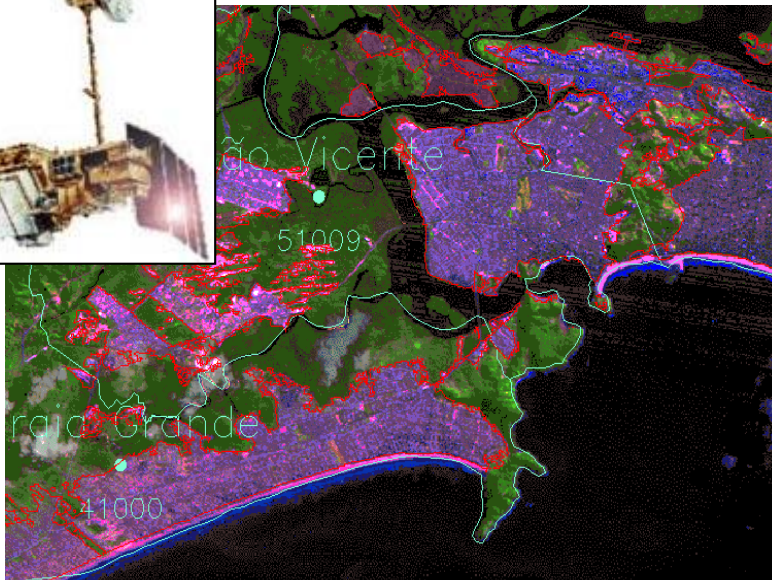


Landsat



- Missão: Mapear a superfície de Terra
- Dados desde 1972
- Revisita: 16 dias
- Resolução: 30m
- Dados públicos sem custo

Satélites e Sensores



Landsat 5 - 30 metros



Spot 10 metros

Satélites e Sensores



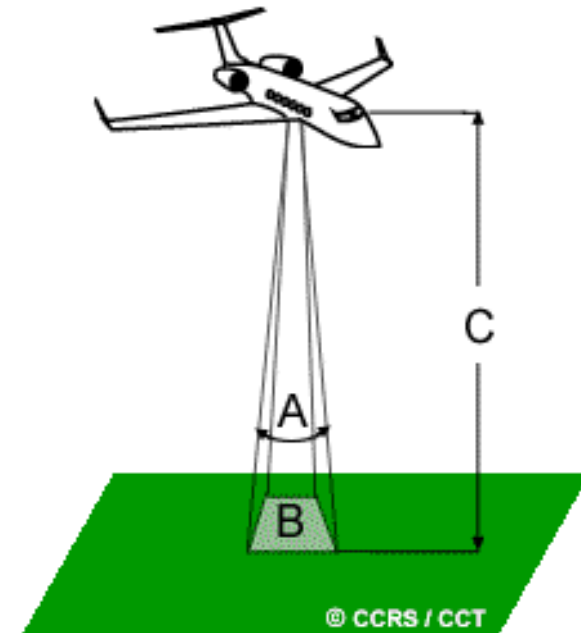
Quick Bird – 60 cm



Ikonos – 1 m

Resolução espacial

- **Resolução espacial** – indica o tamanho do menor objeto que podemos reconhecer em uma imagem.



Resolução espacial



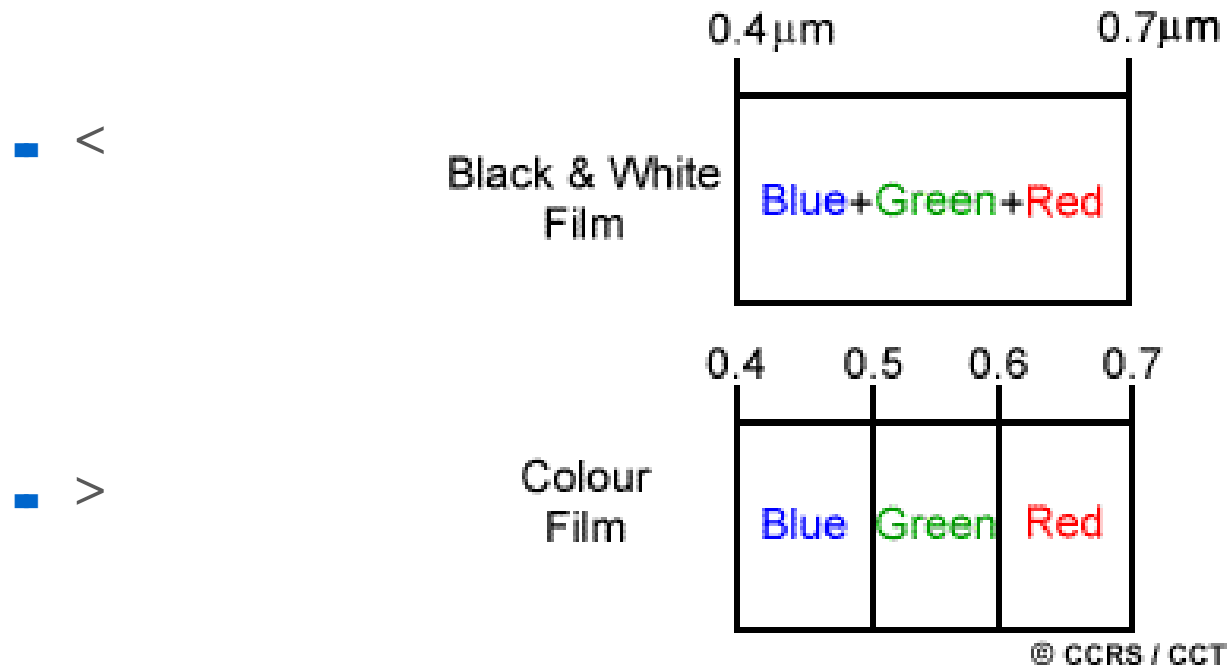
baixa



alta

Resolução espectral

- Capacidade do sensor em separar faixas no espectro EM (Número e Largura das Faixas)



Resolução Radiométrica

$2^{\text{number of bits}} = \text{number of quantisation levels}$

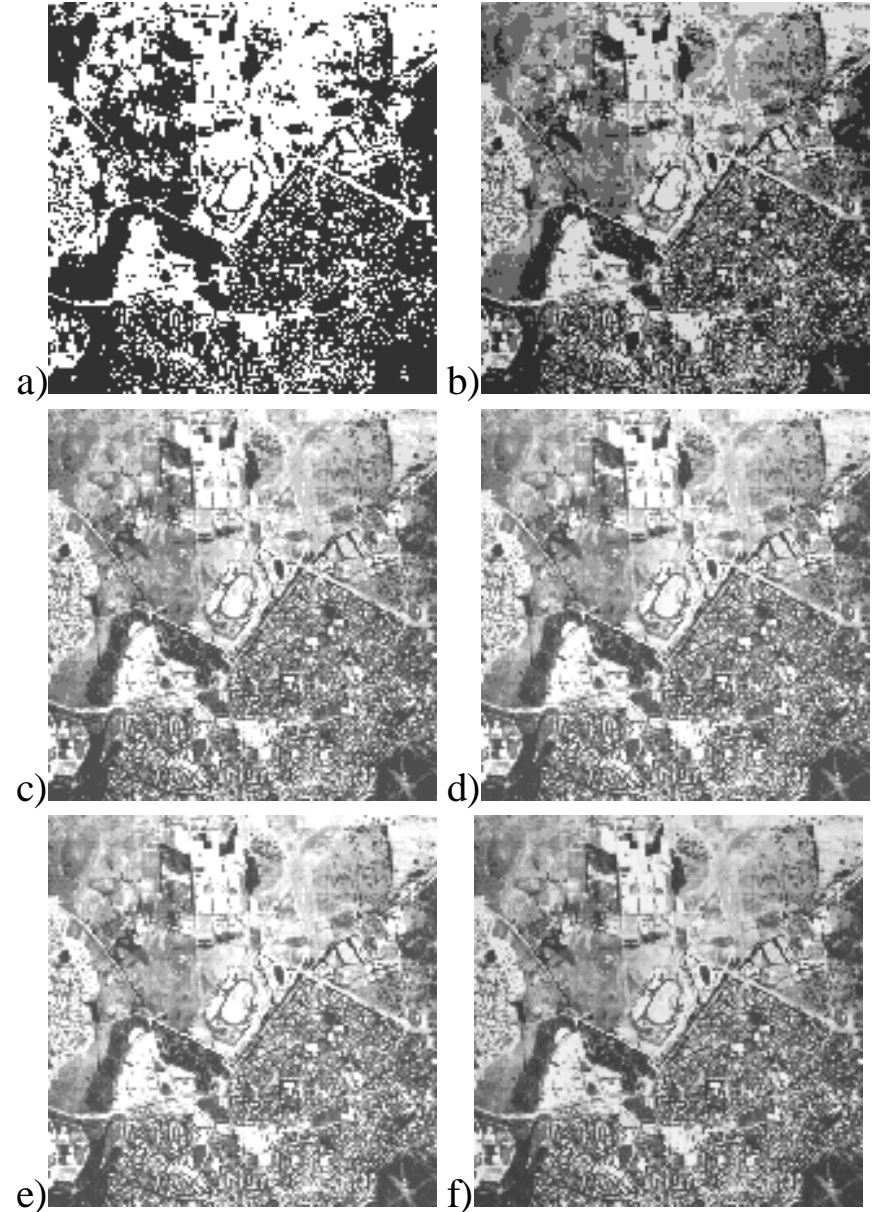
Number of bits	Number of quantisation levels	Range of quantisation levels
1	2	0-1
2	4	0-3
3	8	0-7
4	16	0-15
5	32	0-31
6	64	0-63
7	128	0-127
8	256	0-255
9	512	0-511
10	1024	0-1023

Resolução Radiométrica

Efeitos da mudança da resolução radiométrica sobre o contraste das imagens

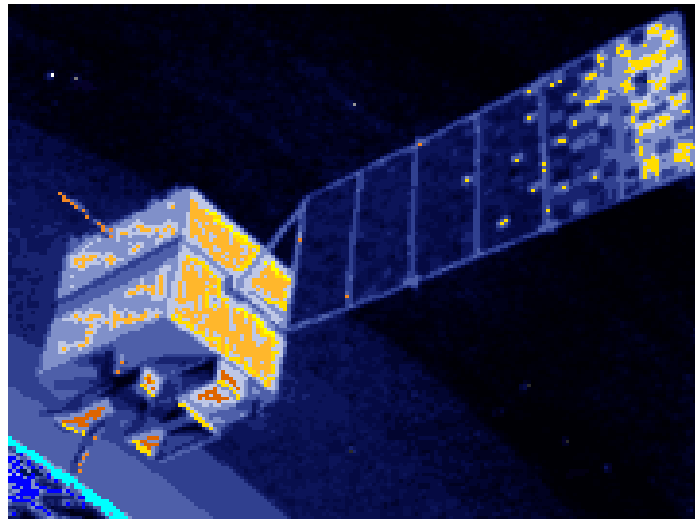
Número de níveis de quantização:

- (a) 2
- (b) 4
- (c) 8
- (d) 16
- (e) 32
- (f) 64



Satélites e Sensores: CBERS

CBERS: CHINESE-BRAZILIAN EARTH RESOURCES
SATELLITE

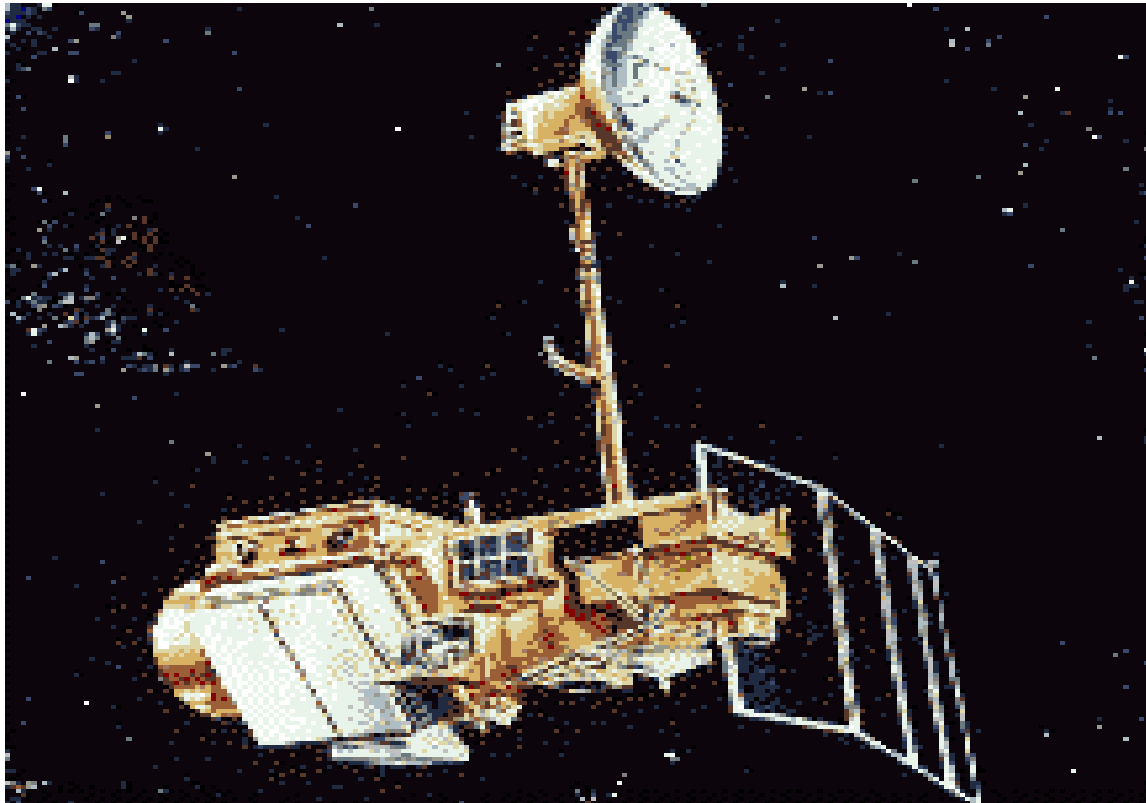


Satélites e Sensores: CBERS

CARACTERÍSTICAS DOS IMAGEADORES			
Imageadores >	CCD	IR-MSS	WFI
Bandas Espectrais	0,51 – 0,73 (pan) 0,45 – 0,52 0,52 – 0,59 0,63 – 0,69 0,77 – 0,89	0,50-1,10 pan 1,55-1,75 2,08-2,35 10,40-12,50	0,63-0,69 0,76-0,90
Resolução espacial (m)	20	80 (pan e IV)	260
Período de revisita (nadir):	26 dias	26 dias	3-5 dias
Período de revisita (off-nadir):	3 dias (+/- 32°)	-	-
Largura da faixa imageada	113 km	120 km	890 km
Ângulo de visada lateral	+/- 32°	-	-

Satélites e Sensores: Landsat 7

LANDSAT 7: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE –
USA

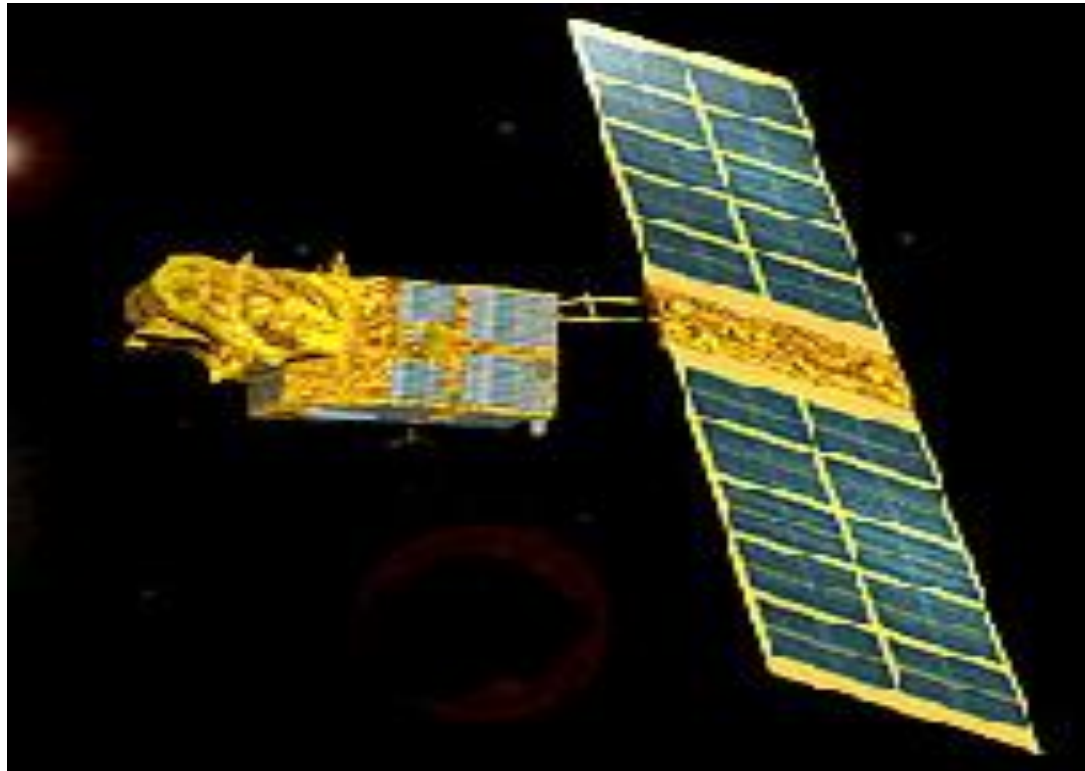


Satélites e Sensores: Landsat 7

CARACTERÍSTICAS DOS IMAGEADORES		
Imageadores >	TM (LANDSAT 5)	ETM+ (LANDSAT 7)
Bandas espectrais	0,45 - 0,52	0,45 - 0,52
	0,52 - 0,60	0,53 - 0,61
	0,63 - 0,69	0,63 - 0,69
	0,76 - 0,90	0,78 - 0,90
	1,55 - 1,75	1,55 - 1,75
	10,4 - 12,5	10,4 - 12,5
	2,08 - 2,35	2,08 - 2,35
		0,52 - 0,90 (pan)
Resolução espacial (m)	30m	30 m
	120 m (termal)	60 m (termal)
		15 m (pan)
Período de revisita	16 dias	16 dias

Satélites e Sensores: SPOT 4

SPOT 4: SISTÈME PROBATOIRE DE L'OBSERVATION DE LA TERRE
- FRANCE



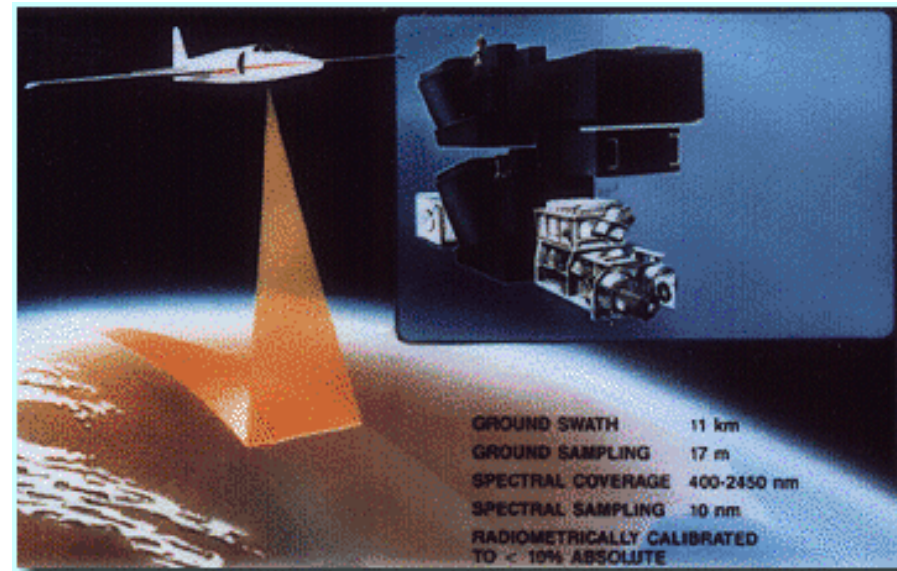
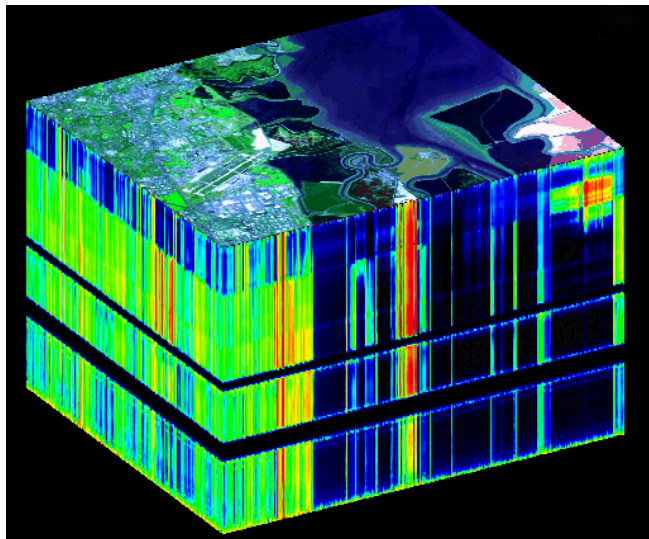
Satélites e Sensores: SPOT 4

CARACTERÍSTICAS DOS IMAGEADORES HRVIR		
Imageadores >	MULTIESPECTRAL	PANCRO
Bandas espectrais (?m)	0,50 - 0,59 (verde) 0,61 - 0,68 (vermelha) 0,79 - 0,89 (infravermelho)	0,61 - 0,68
Resolução espacial (m)	20 m	10 m
Período de revisita (nadir):	26 dias	26 dias
Período de revisita (off-nadir):	3 dias	3 dias
Largura da faixa imageada	117 km (2X60km)	117 km (2X60km)
Ângulo de visada lateral	+/- 27°	+/- 27°

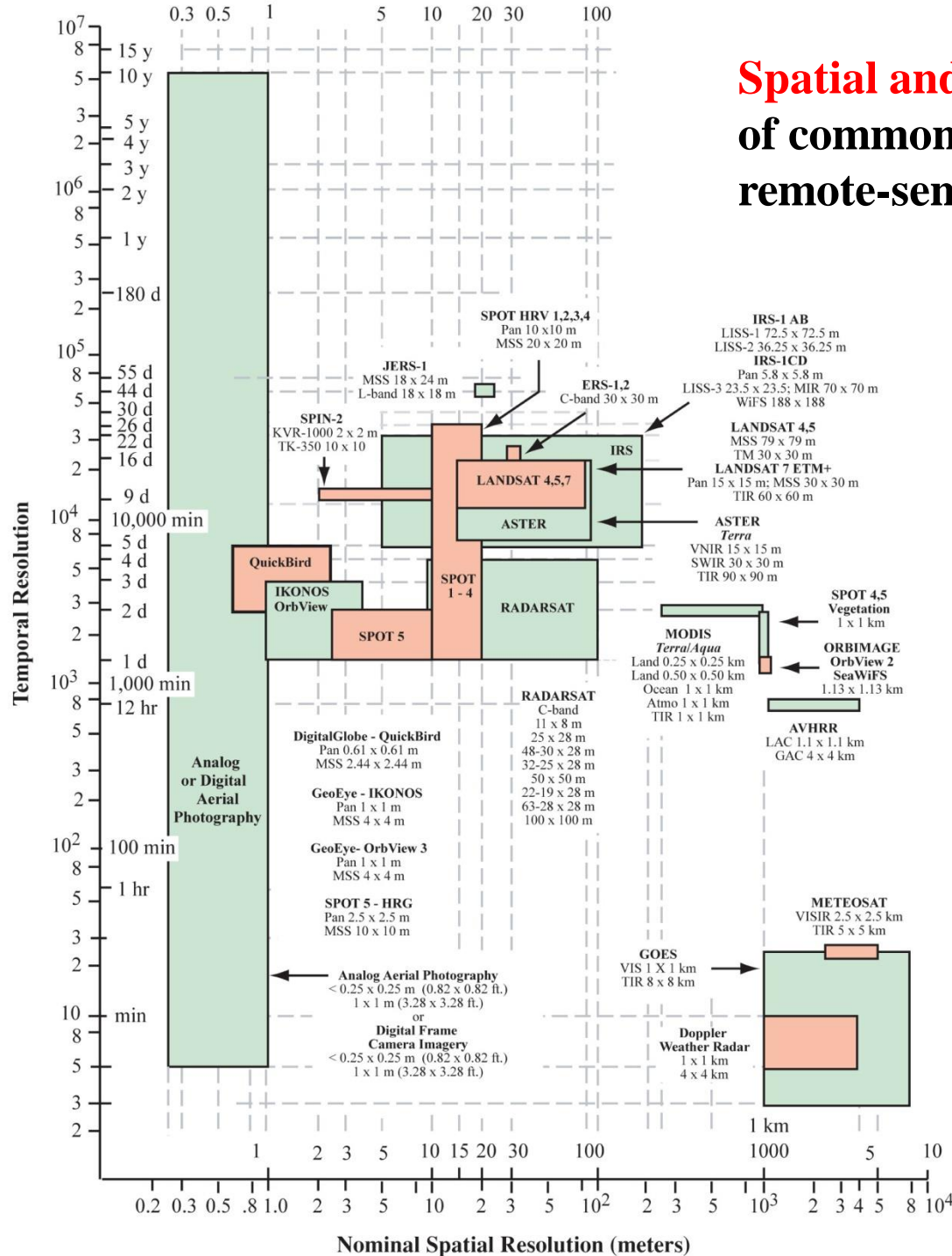
Satélites e Sensores: AVIRIS

Airborne Visible Infrared Imaging Spectrometer

- Altitude de 20 km
- 224 bandas entre 0,4 a 2,5 μm
- NASA



Spatial and temporal characteristics of commonly used Earth observation remote-sensing systems and their sensors



(Source: John Jensen)

Catálogo de Imagens

The screenshot displays the GeoFUSE web application interface. At the top, a navigation bar includes links for 'GeoFUSE HOME', 'PRODUCTS & SERVICES', 'MARKETS', 'GALLERY', 'HOW TO BUY', 'MEDIA ROOM', 'ABOUT US', and 'CONTACT'. Below this is a search panel with two tabs: 'FIND A PLACE' and 'SEARCH IMAGE CATALOG'. The 'FIND A PLACE' tab is active, showing a search input field with 'são paulo' and a 'FIND' button. Below the search field, it indicates 'Displaying São Paulo, República Federativa do Brasil' and lists 'Featured Locations'. A map of São Paulo is shown with a white callout box containing the text 'São Paulo, República Federativa do Brasil' and instructions to refine the Area of Interest. The callout also includes a 'Search the Image Catalog' section with three tool icons: 'Point Specific point', 'Polygon Define an area', and 'Map Extent Entire map window'. The map interface includes standard navigation controls like zoom in/out, pan, and a scale bar at the bottom left. The bottom of the page features a copyright notice and technical details.

1 FIND A PLACE 2 SEARCH IMAGE CATALOG

Find a place or geographic location for display on the map. Begin by entering a place name or address below.

são paulo

FIND

Displaying
São Paulo, República Federativa do Brasil

Featured Locations

São Paulo, República Federativa do Brasil
Refine your Area of Interest by dragging, searching again, or clicking another Find Place search result.

Search the Image Catalog
To see available images in our Catalog, use one of these tools. (Map Extent available only at certain zoom levels.)

- Point Specific point
- Polygon Define an area
- Map Extent Entire map window

Copyright © 2013 DigitalGlobe, Inc. Collected 1-OCT-1999 to 16-APR-2013 • 20% Max. Cloud Cover • All Sources • Stereo Pairs Only: FALSE • Collection Elev. Angle: 60 to 90 • Sensor Mode: PAN/MSI • Line Rate: ANY Lat: -23.6505, Lon: -46.5965



Sensoriamento Remoto



Courtesy: Ball Aerospace

1999	2001	2007	2008	2009	2014	2016
82 cm	61 cm	52 cm	41 cm	46 cm	31 cm	31 cm

Sensoriamento Remoto



COMPORTAMENTO ESPECTRAL DE ALVOS

- O que é ?
 - É o estudo da reflectância espectral de alvos (objetos) como a vegetação, solos, minerais e rochas, água
- Ou seja:
 - É o estudo da interação da REM com as substâncias da superfície terrestre.

COMPORTAMENTO ESPECTRAL DE ALVOS



**Interações com
objetos:**

I = Incidente

A = Absorção

T = Transmissão

R = Reflexão

Comportamento Espectral de Alvos

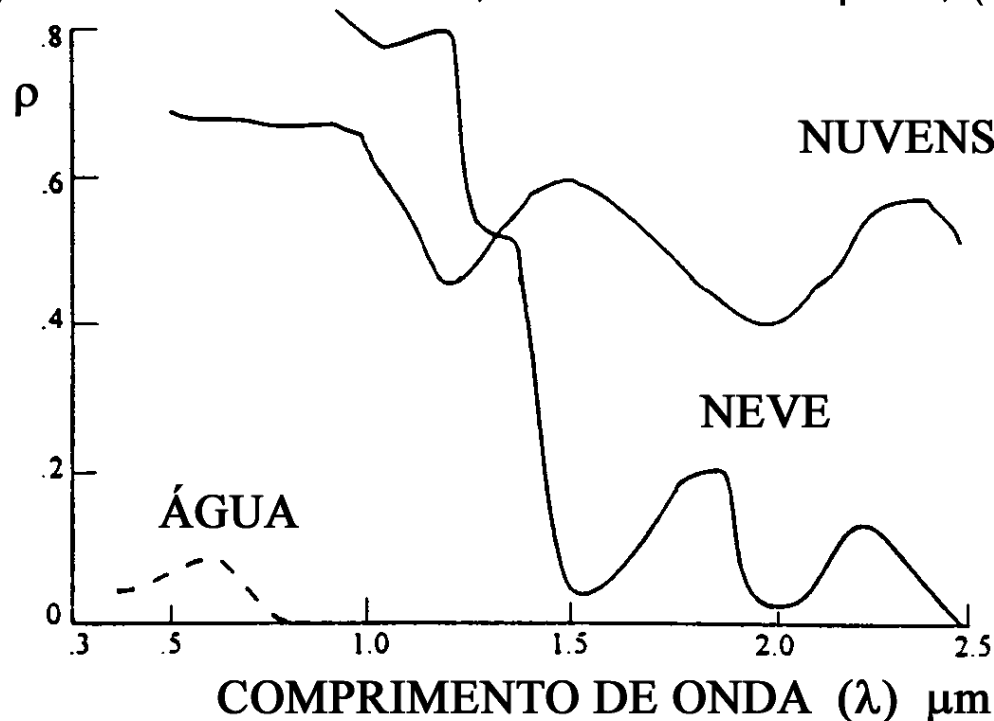
- Água
- Vegetação
- Solos
- Materiais do ambiente urbano
 - Asfalto
 - Concreto
 - Amianto
 - Zinco...

Água

Líquida (0,38 a 0,7 μm) = baixa reflectância, acima de 0,7 μm água absorve toda REM

Nuvens (0,38 a 2,5 μm) altíssima reflectância

Neve (0,7 a 1,2 μm) = alta reflectância, decréscimo rápido, (1,4 e 2,0 μm) baixa ref.



Porque estudar o CEA da água?



Água x Sistema Aquático

Sistema Aquático

Composição

- Água
- Substâncias Dissolvidas
- Partículas em Suspensão
- Organismos vivos

Componentes
opticamente ativos

Forçantes /
Condições
de Contorno

- Geométricas (forma, profundidade)
- Hidrodinâmicas
- Radiação Solar

Fatores
complicadores

Água x Sistema Aquático

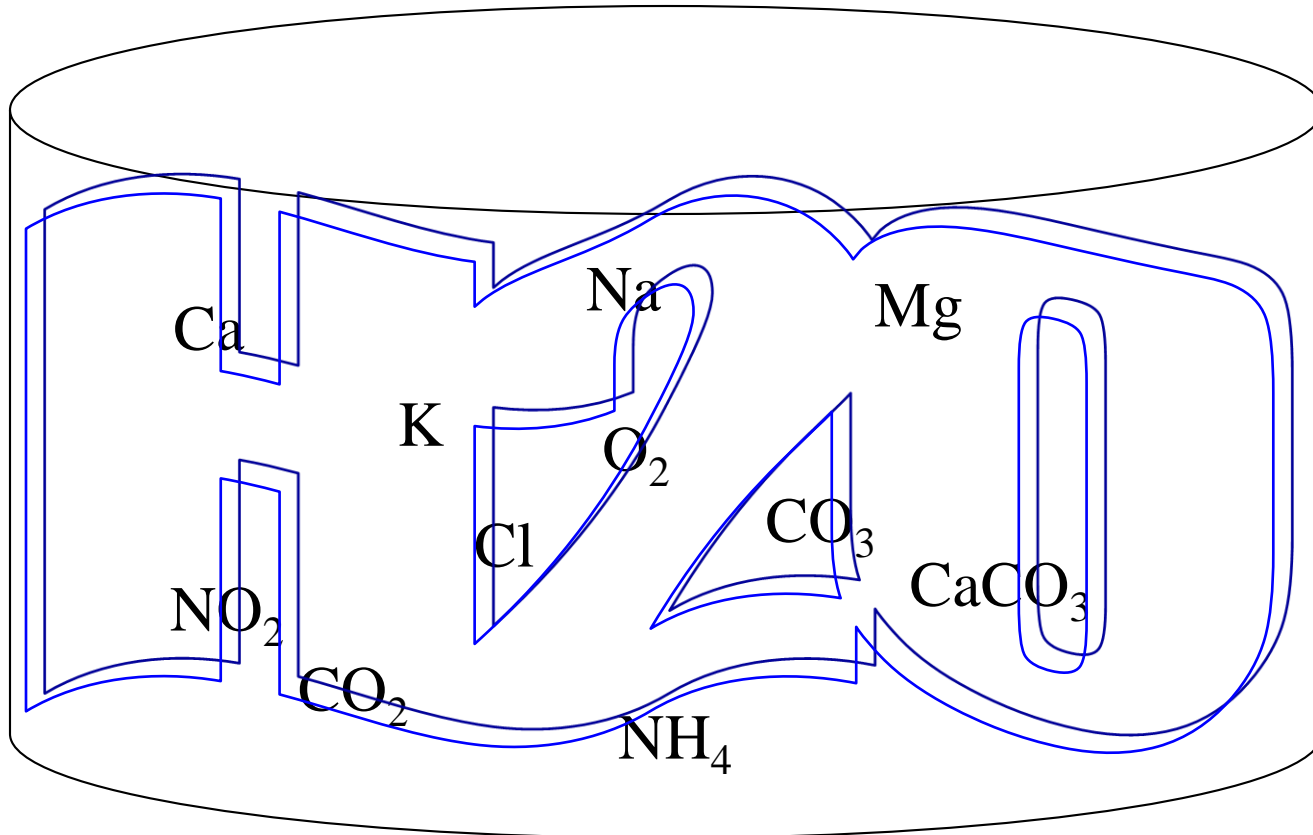
Composição → Propriedades

- Físicas
 - Campo de luz submerso
 - Temperatura
 - Densidade
 - Velocidade de fluxo
- Químicas
 - Nutrientes
 - Saturação de Oxigênio
- Biológicas
 - Produtividade

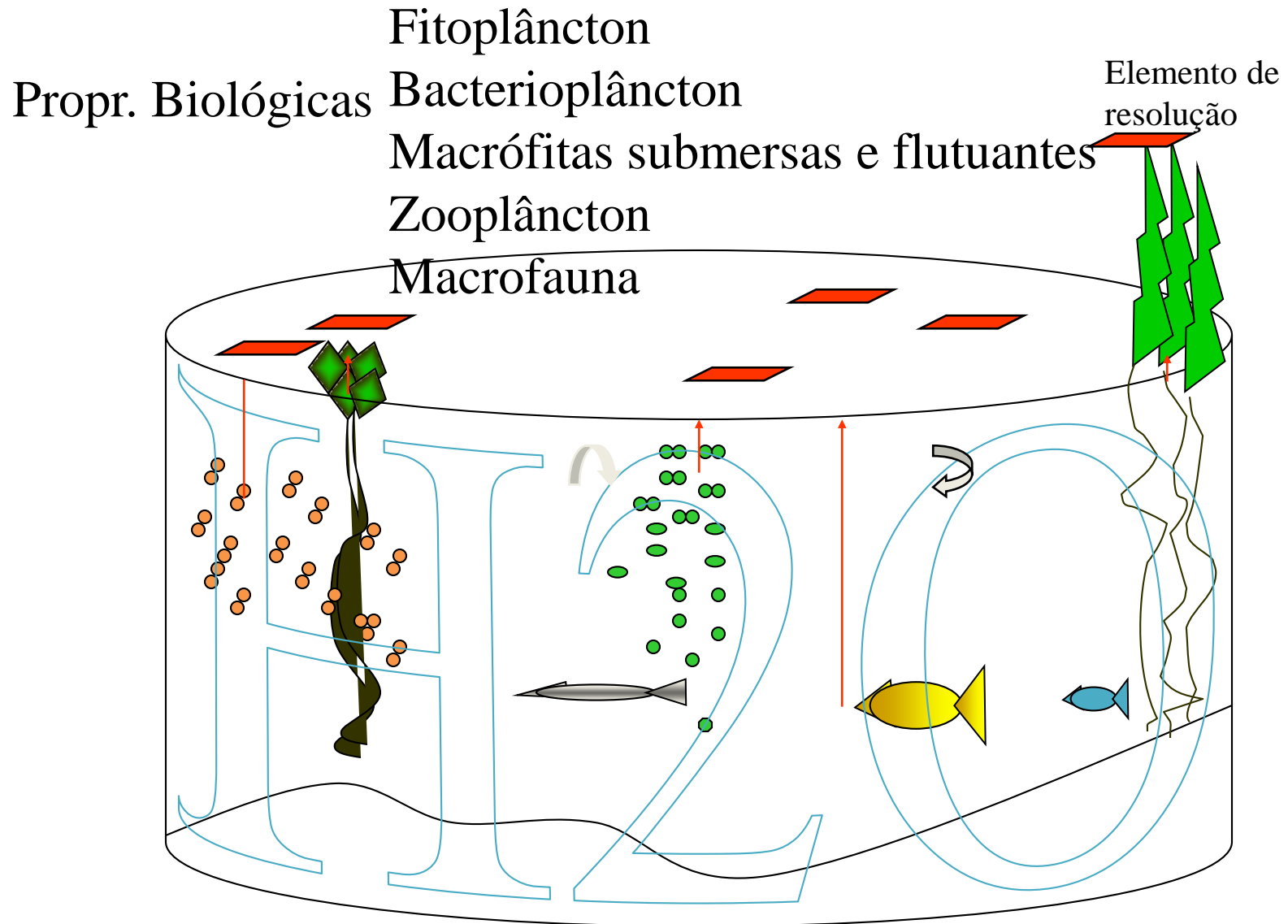
Água x Sistema Aquático

Composição química

Gradients verticais
Gradients horizontais



Água x Sistema Aquático



Influência da Profundidade



Cor percebida pode ser afetada pela profundidade do sistema aquático

Variabilidade da Radiação Solar

Radiação Difusa/
Radiação do céu refletida
na superfície da água.

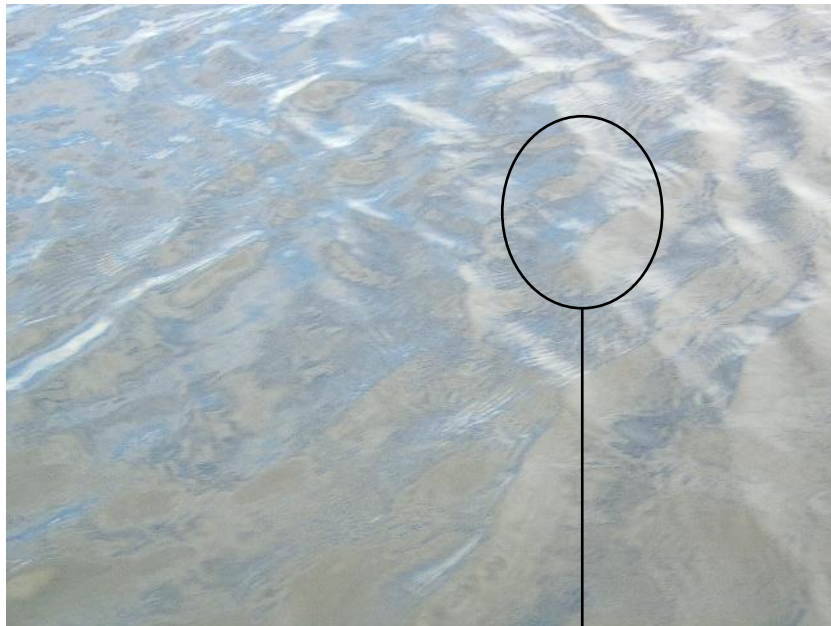


Céu encoberto/ nuvens refletidas na
superfície da água.

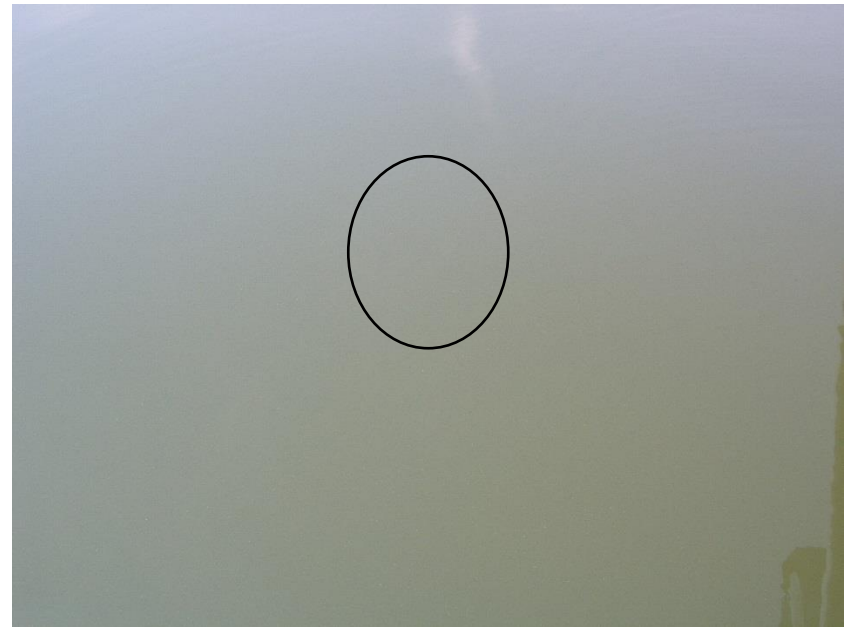


Condições Hidrodinâmicas

Vento fraco

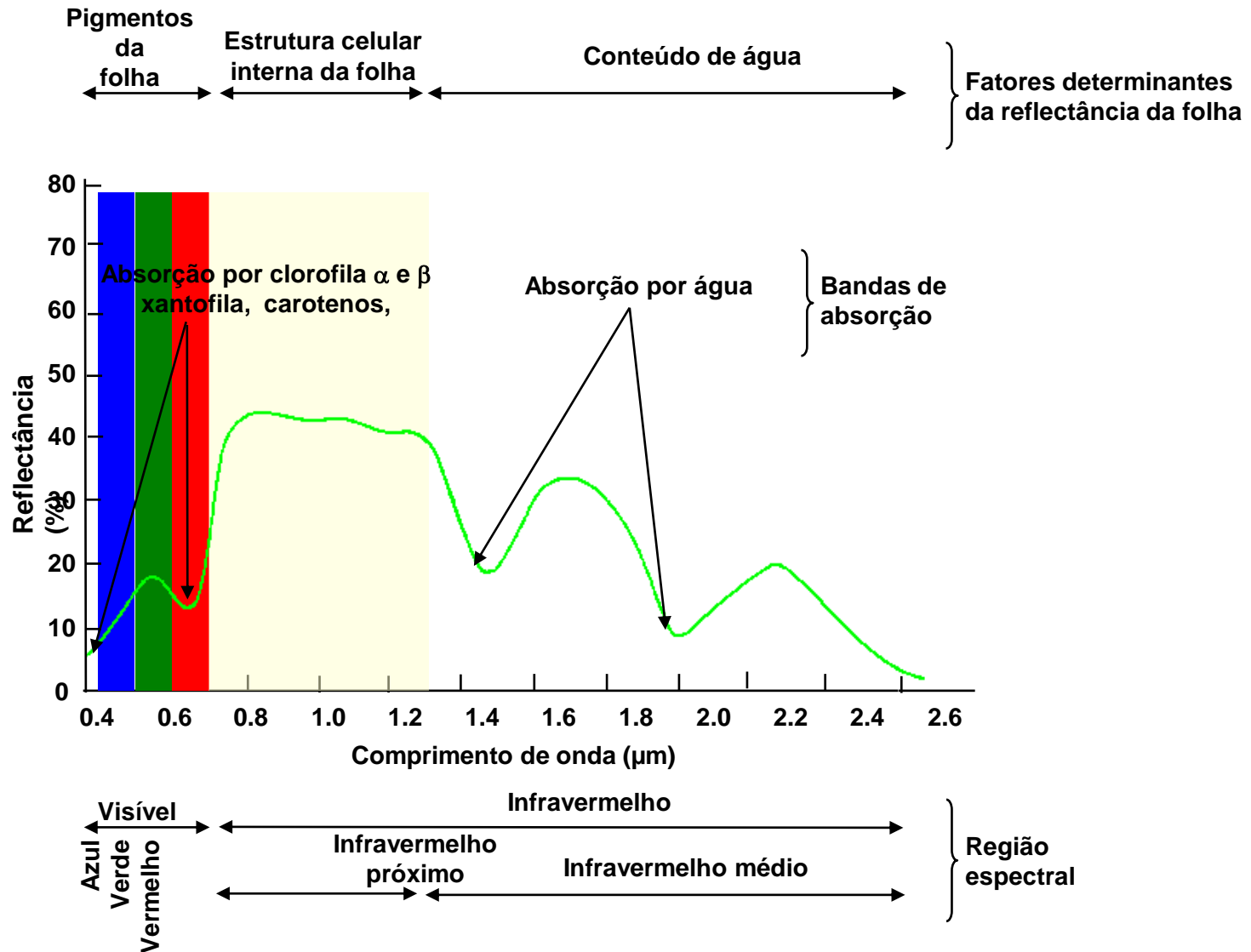


Sem vento

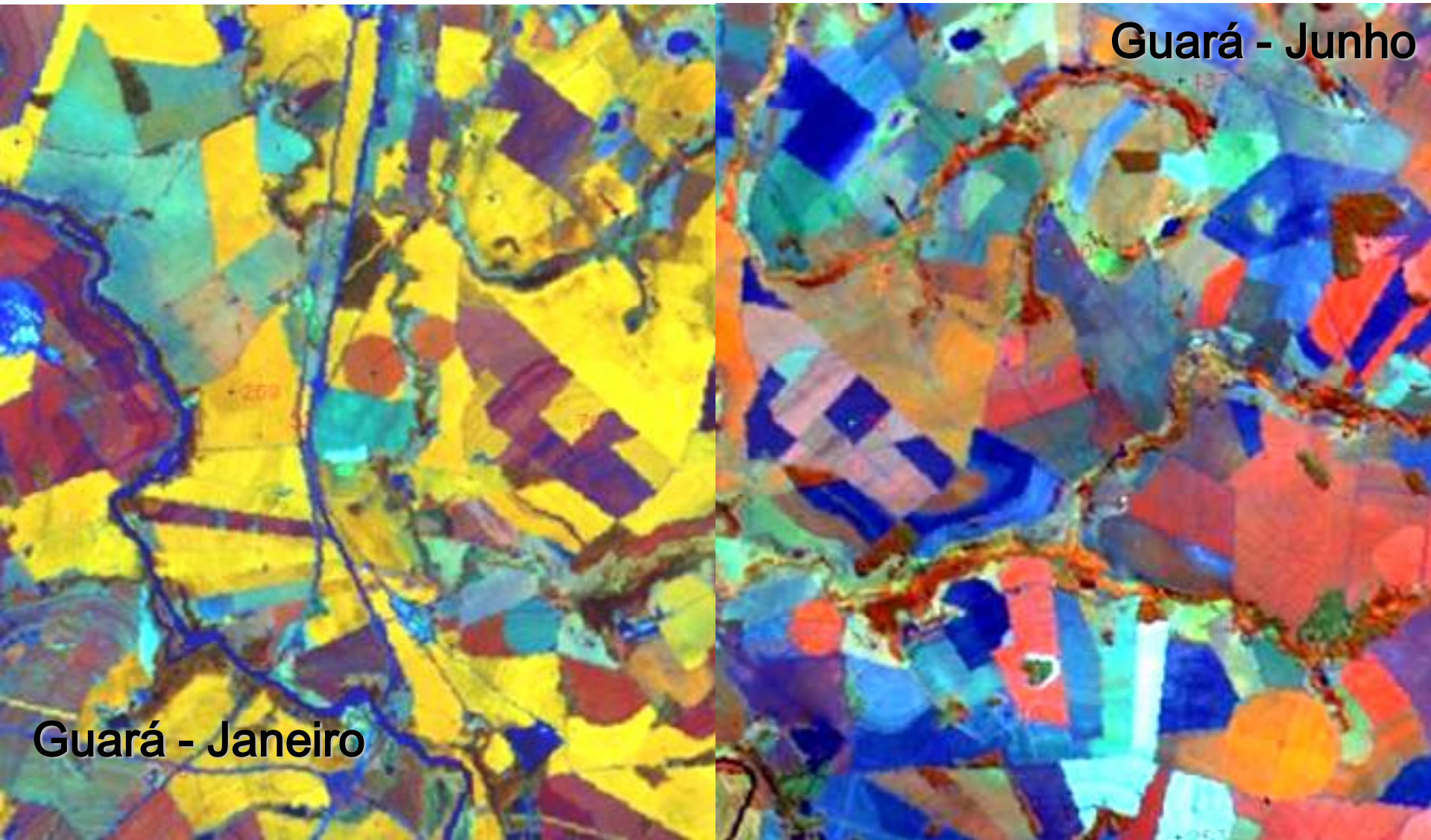


Ondulação da superfície modula o campo de luz refletido

Comportamento Espectral da Vegetação



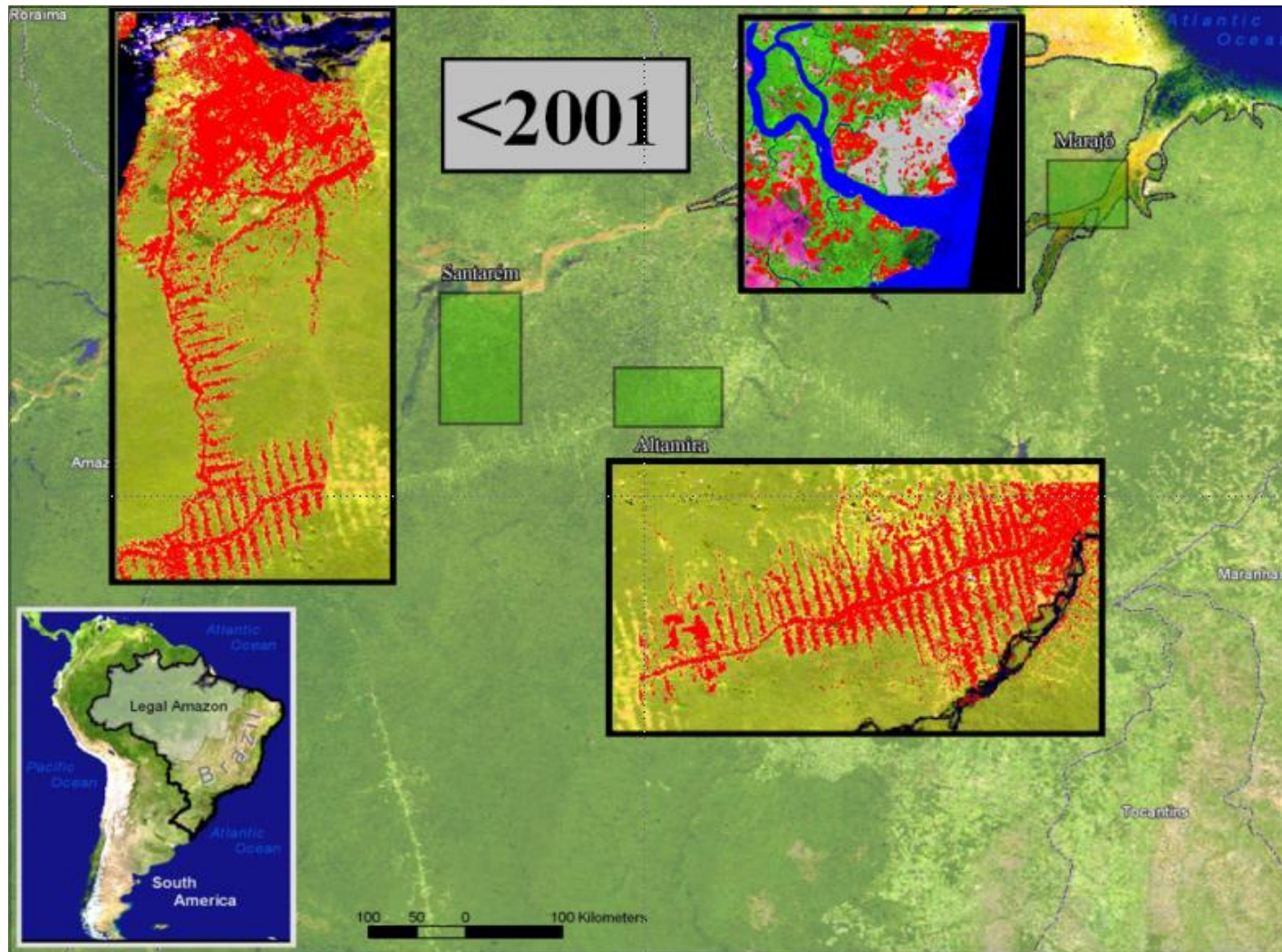
Porque estudar o CEA da vegetação?



Guará - Junho

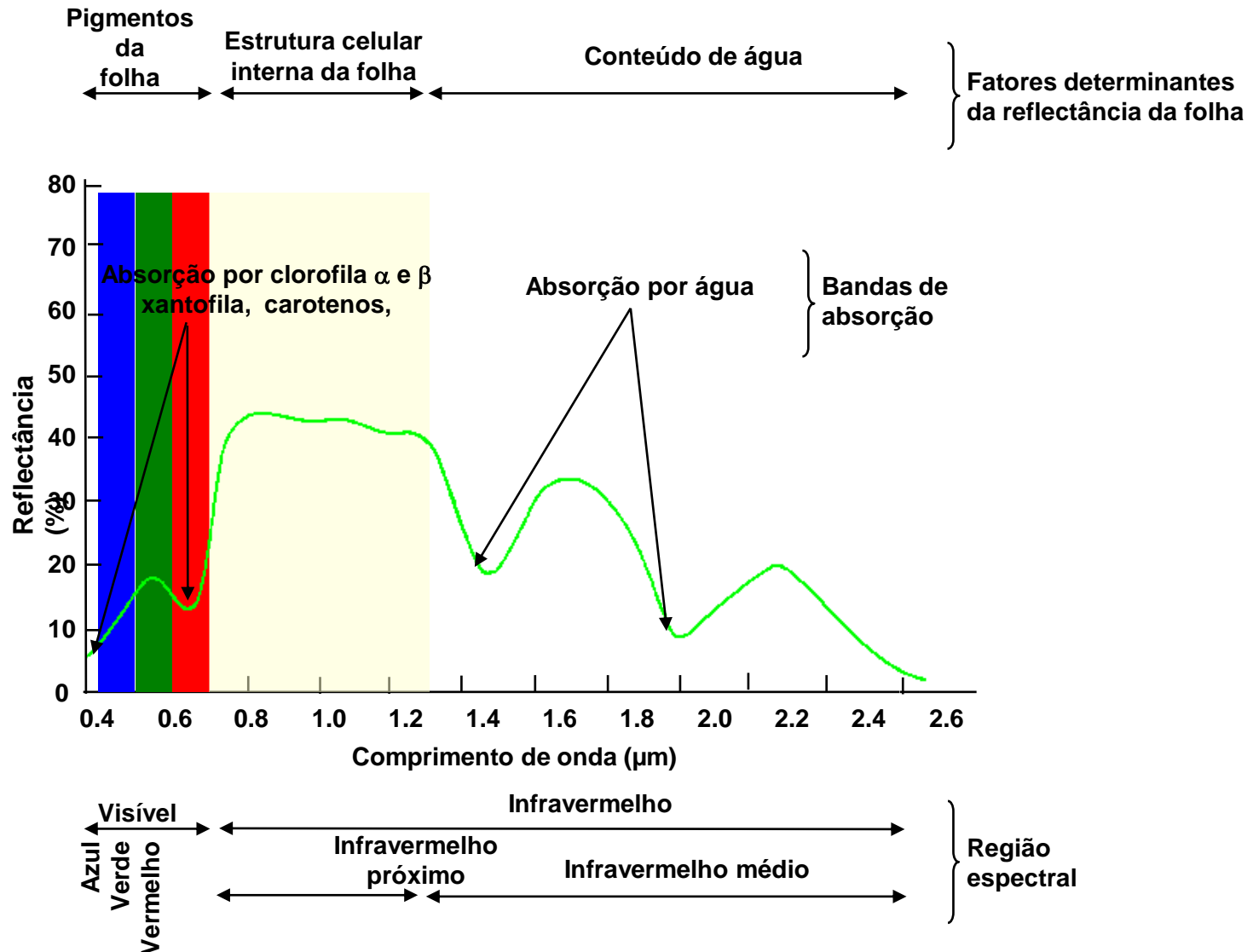
Guará - Janeiro

Porque estudar o CEA da vegetação?



Created by Scott Hetrick 09/04. Data Sources include NASA's Earth Observatory Team, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Brazilian Space Agency), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística and ESRI.

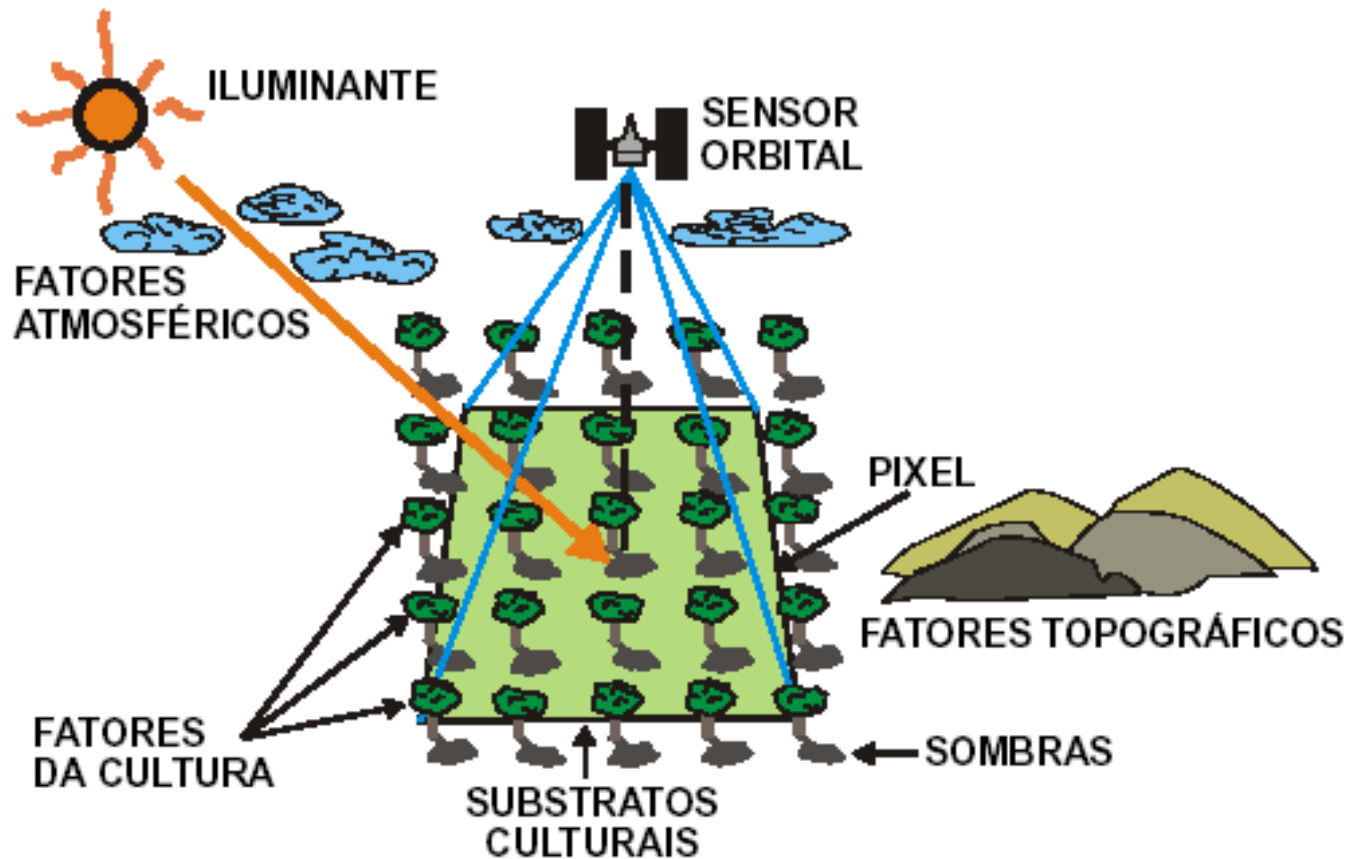
Comportamento Espectral da Vegetação



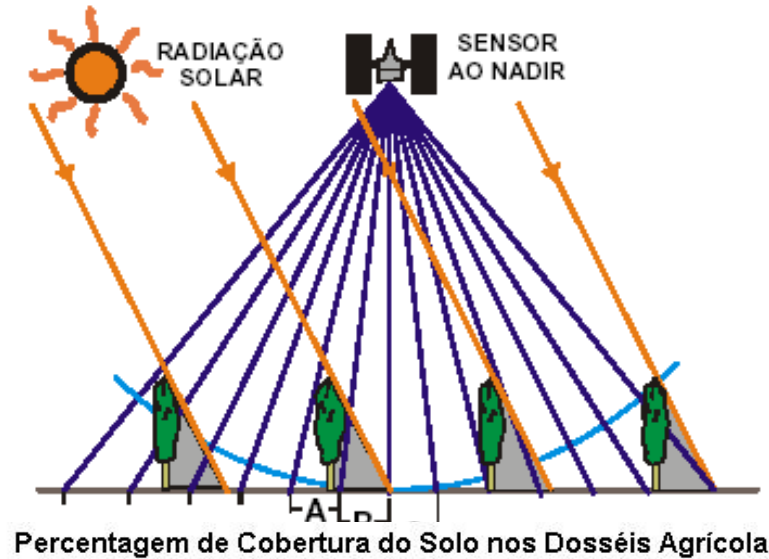
Clorofila (0,45 a 0,67 μm)

Fonte: Laerte Guimarães Ferreira (UFG – LAPIG)

Vegetação x Geometria de Aquisição



Vegetação x Geometria de Aquisição



Menor cobertura do solo



Maior cobertura do solo

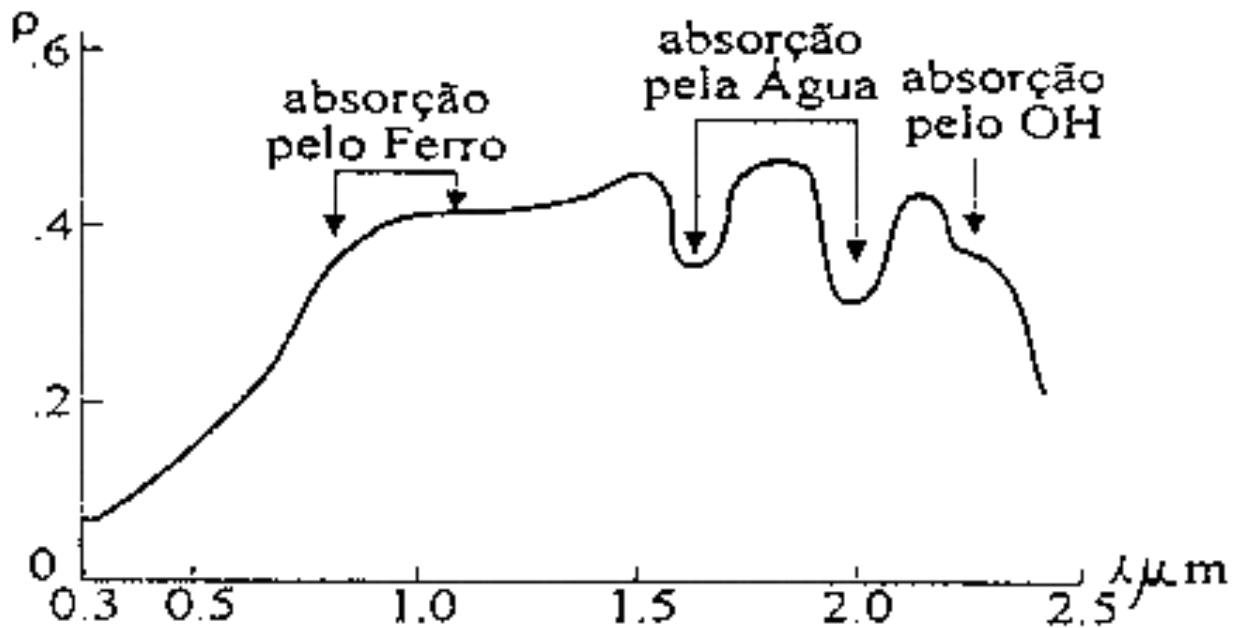


Vegetação x Estágio Fenológico

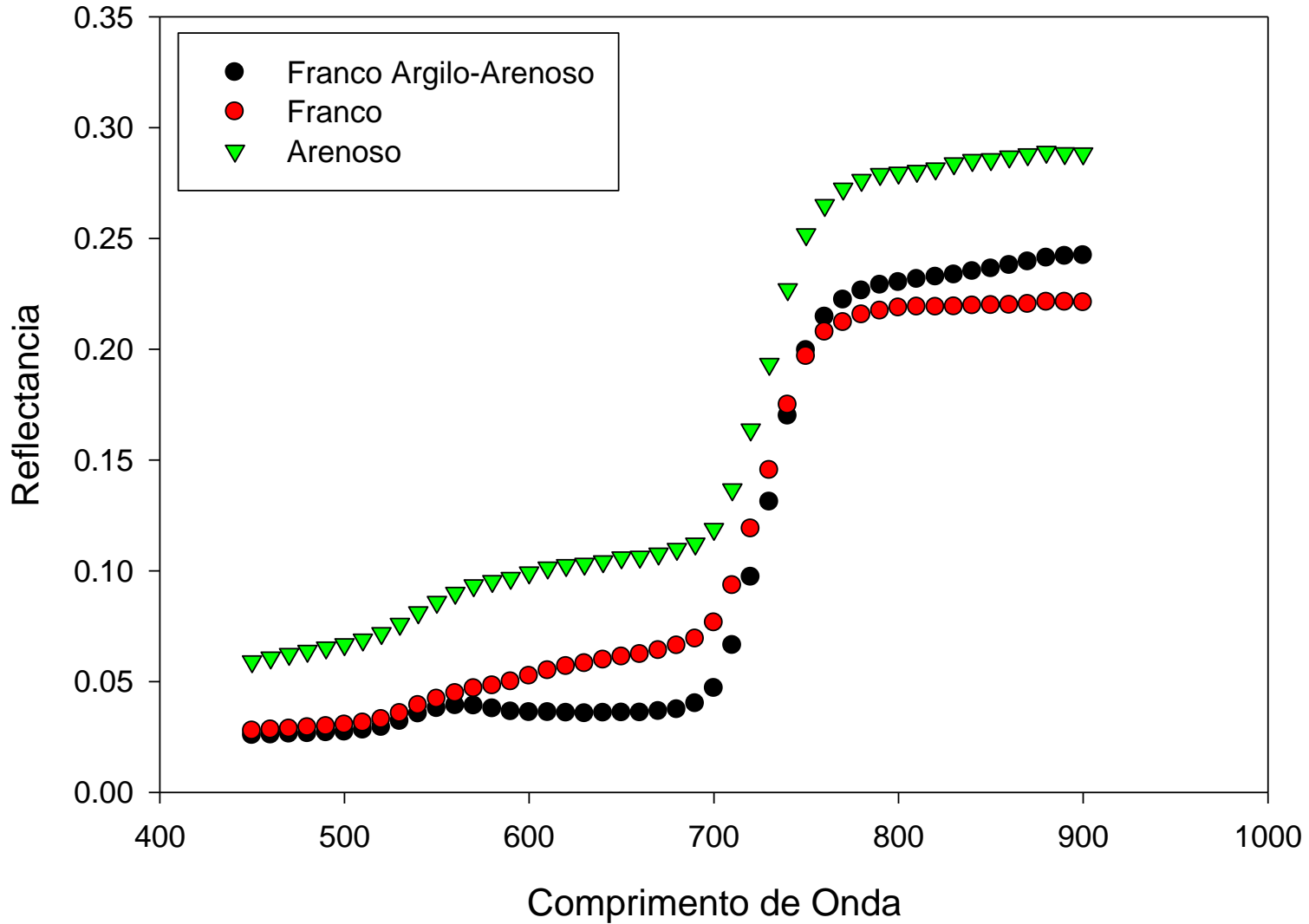


Solos

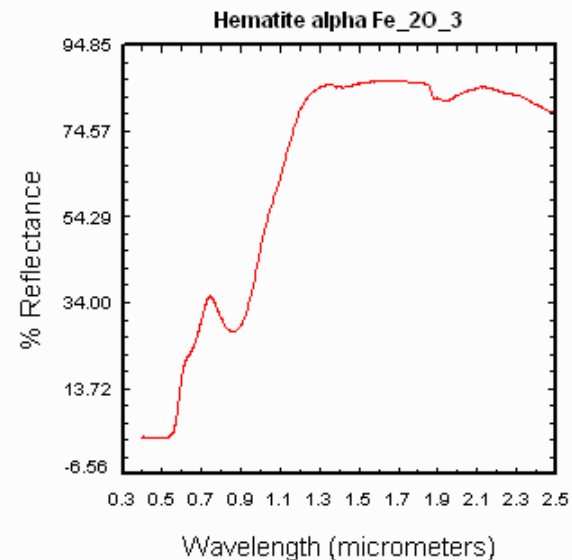
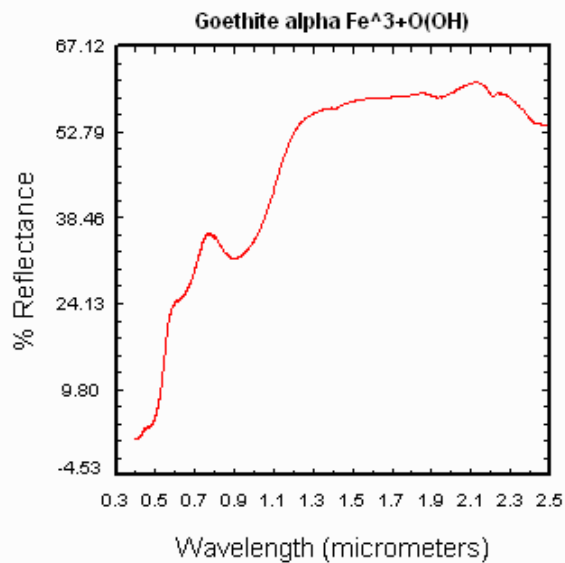
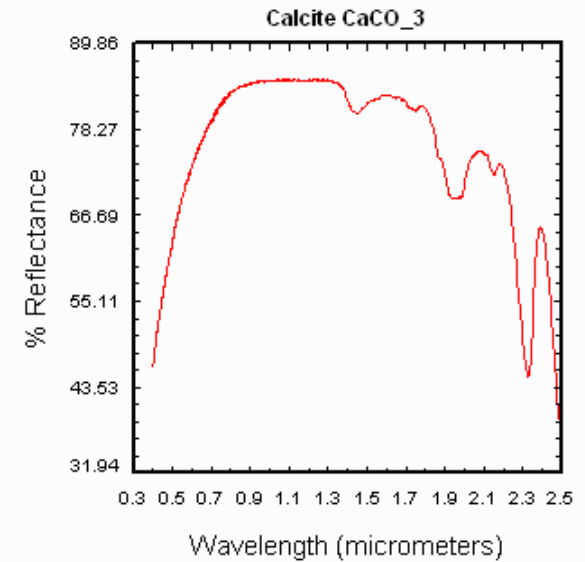
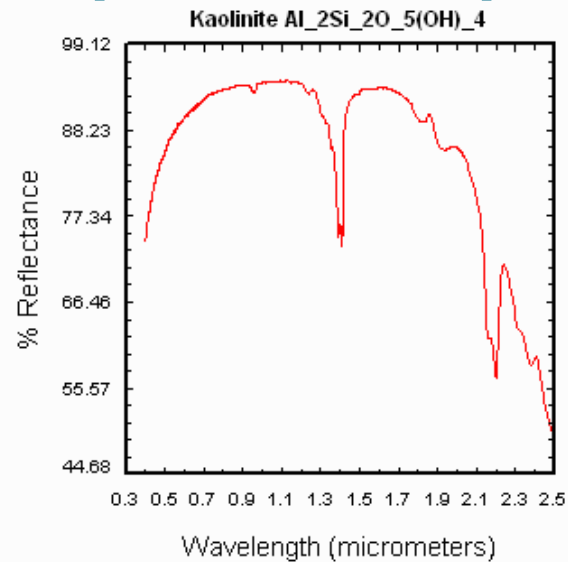
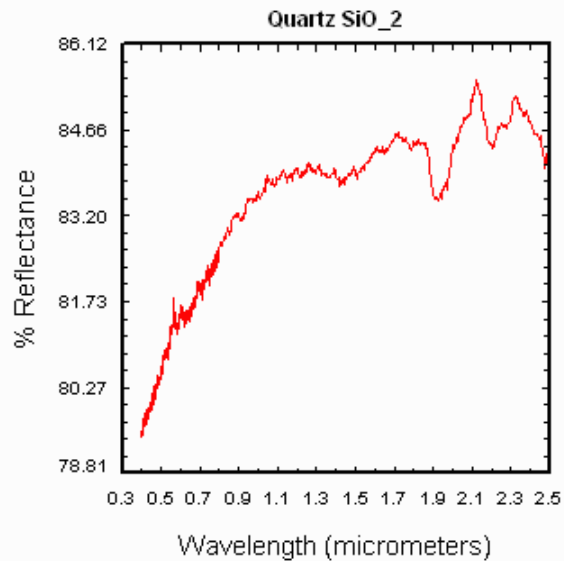
Umidade, matéria orgânica, textura, rugosidade e ferro



Solos



Solos: Interações Microscópicas (minerais)

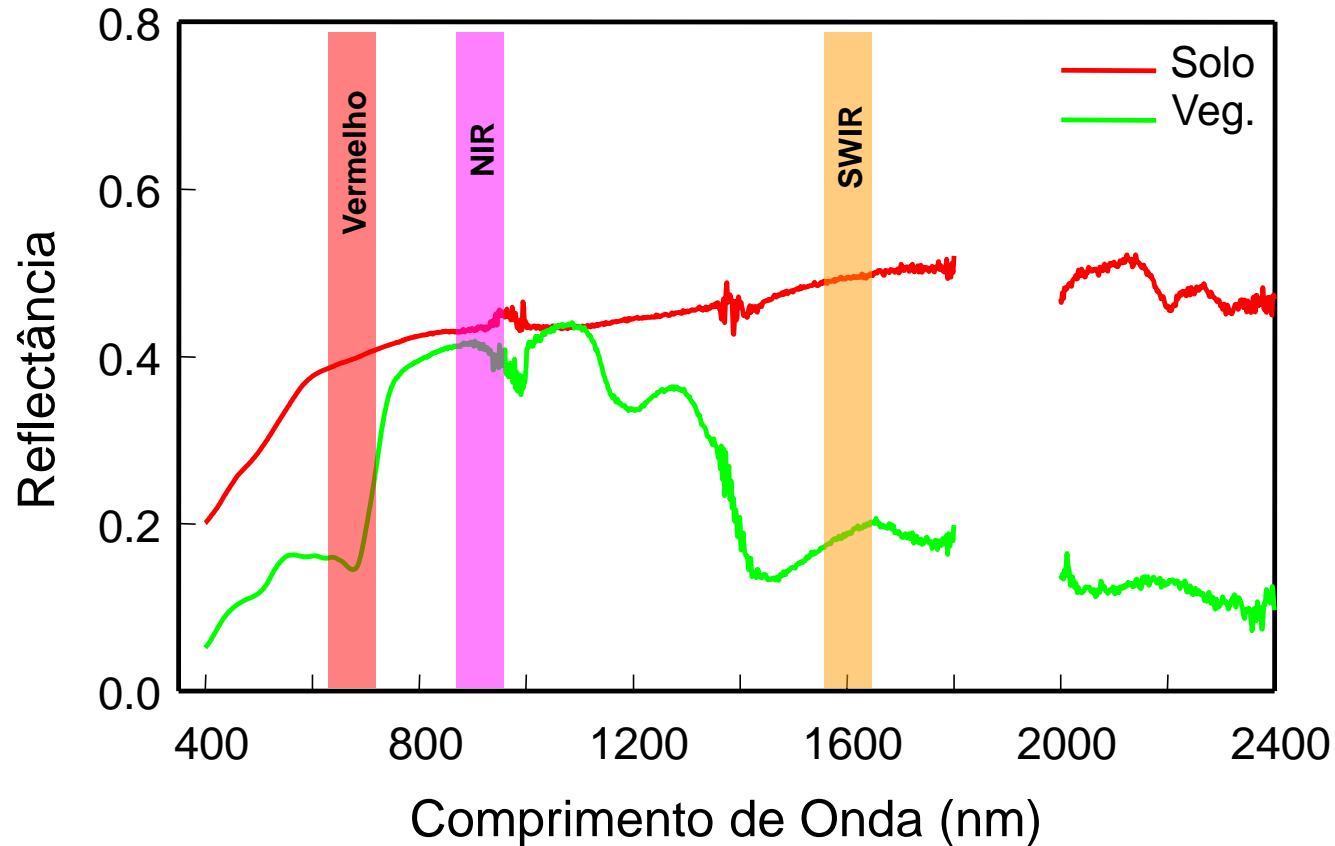


Solos



Perfil de solo – classificação no horizonte subsuperficial

Solos x Vegetação



Urbano: vários materiais



Urbano: vários materiais

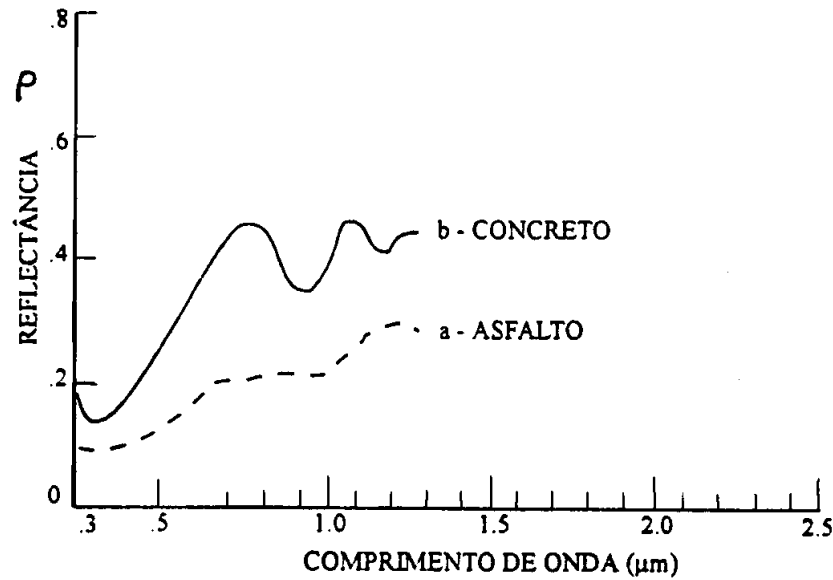


Superfícies construídas ou urbanizadas

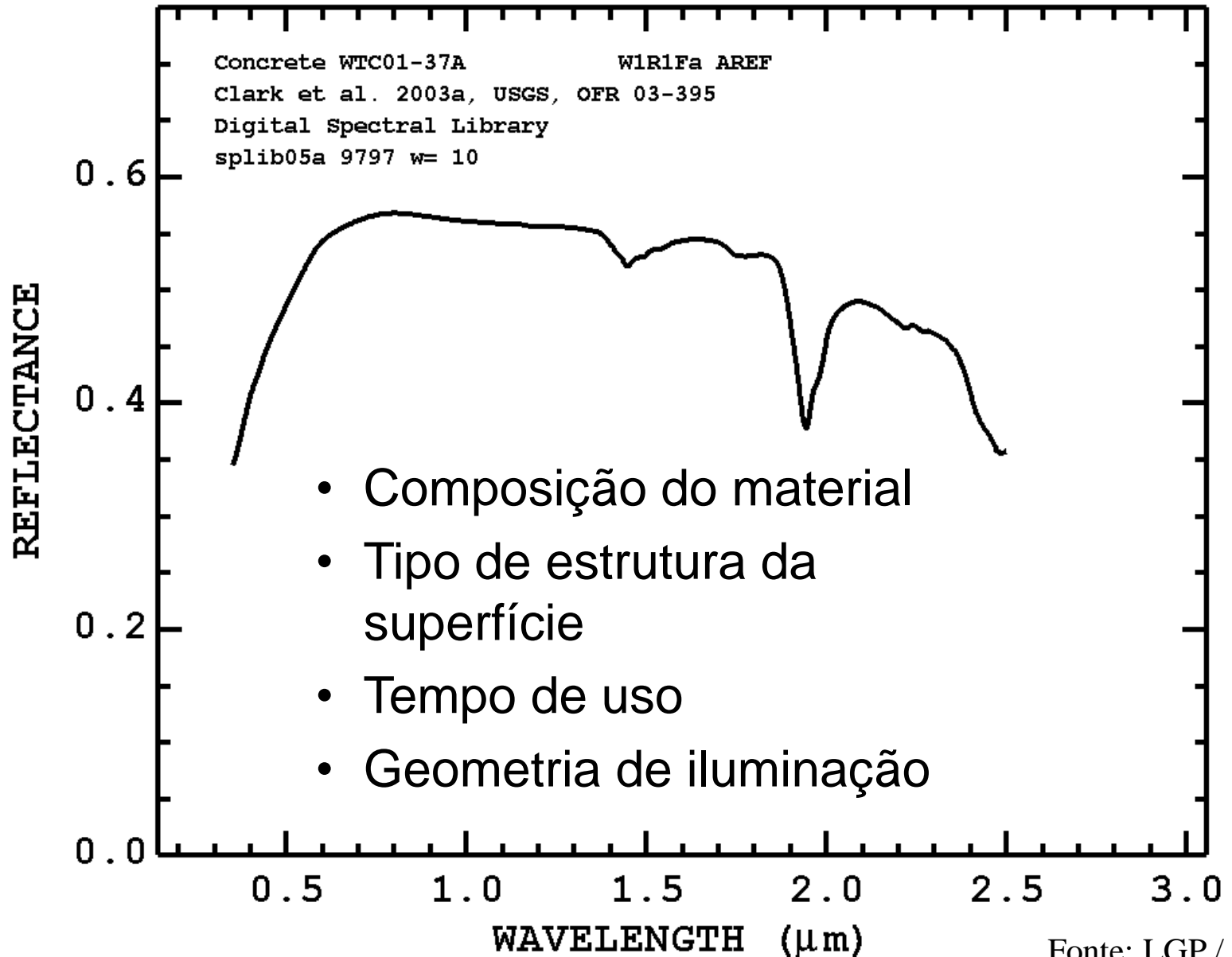
Concreto até $0,6 \mu\text{m}$ = baixa reflectância

($0,6$ a $1,3 \mu\text{m}$) = alta reflectância

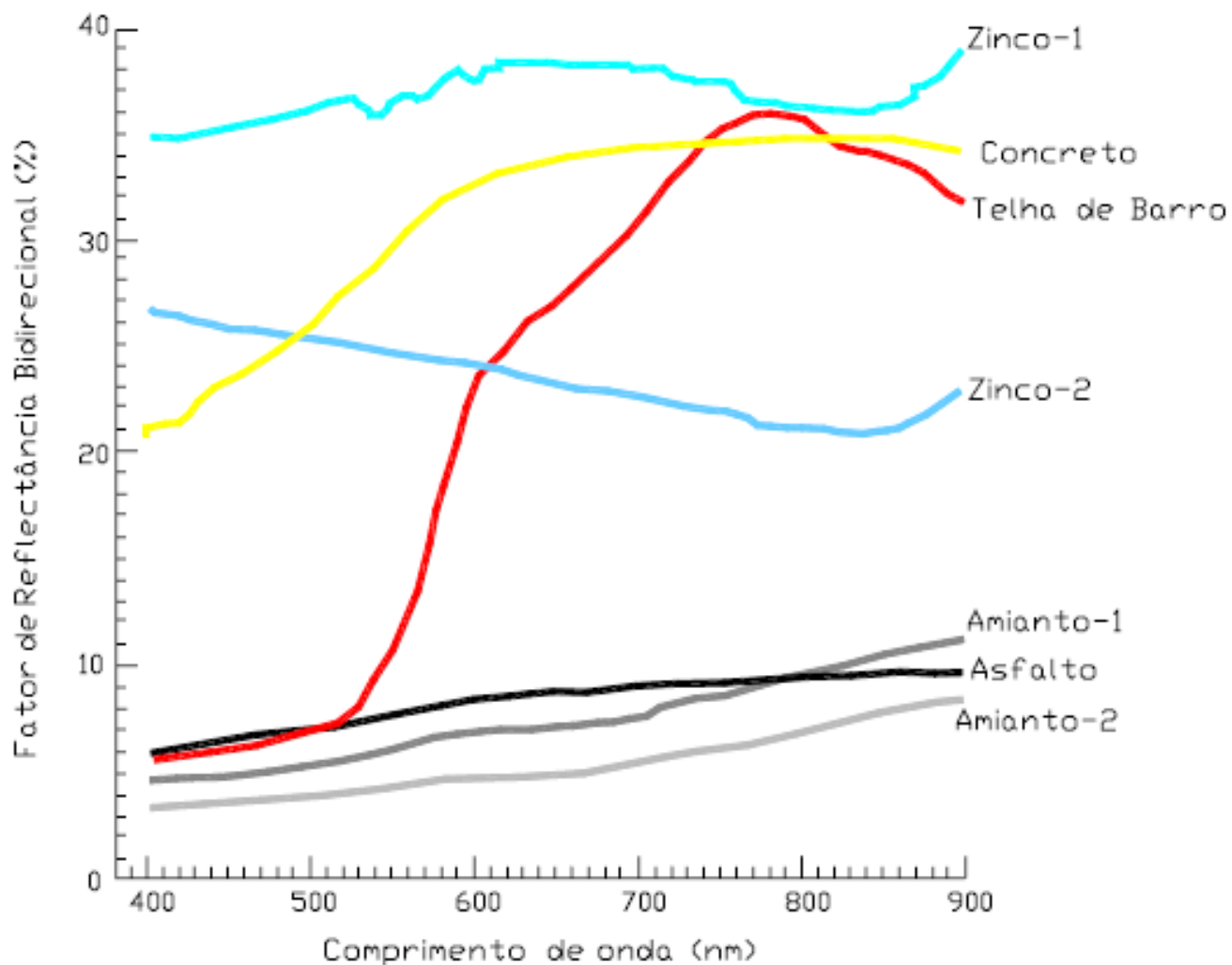
Asfalto é semelhante ao concreto, porém níveis mais baixos



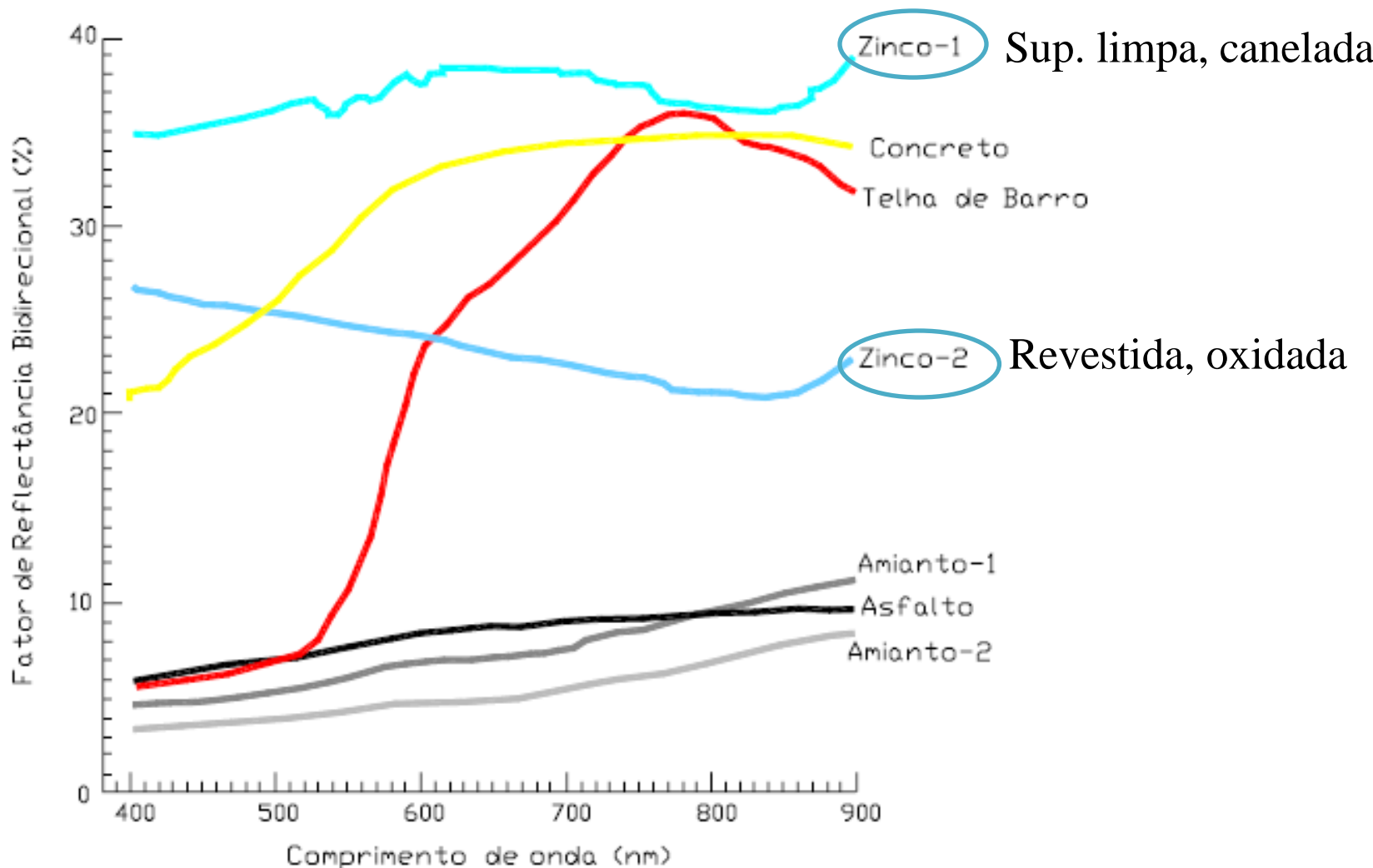
Assinatura espectral: Concreto



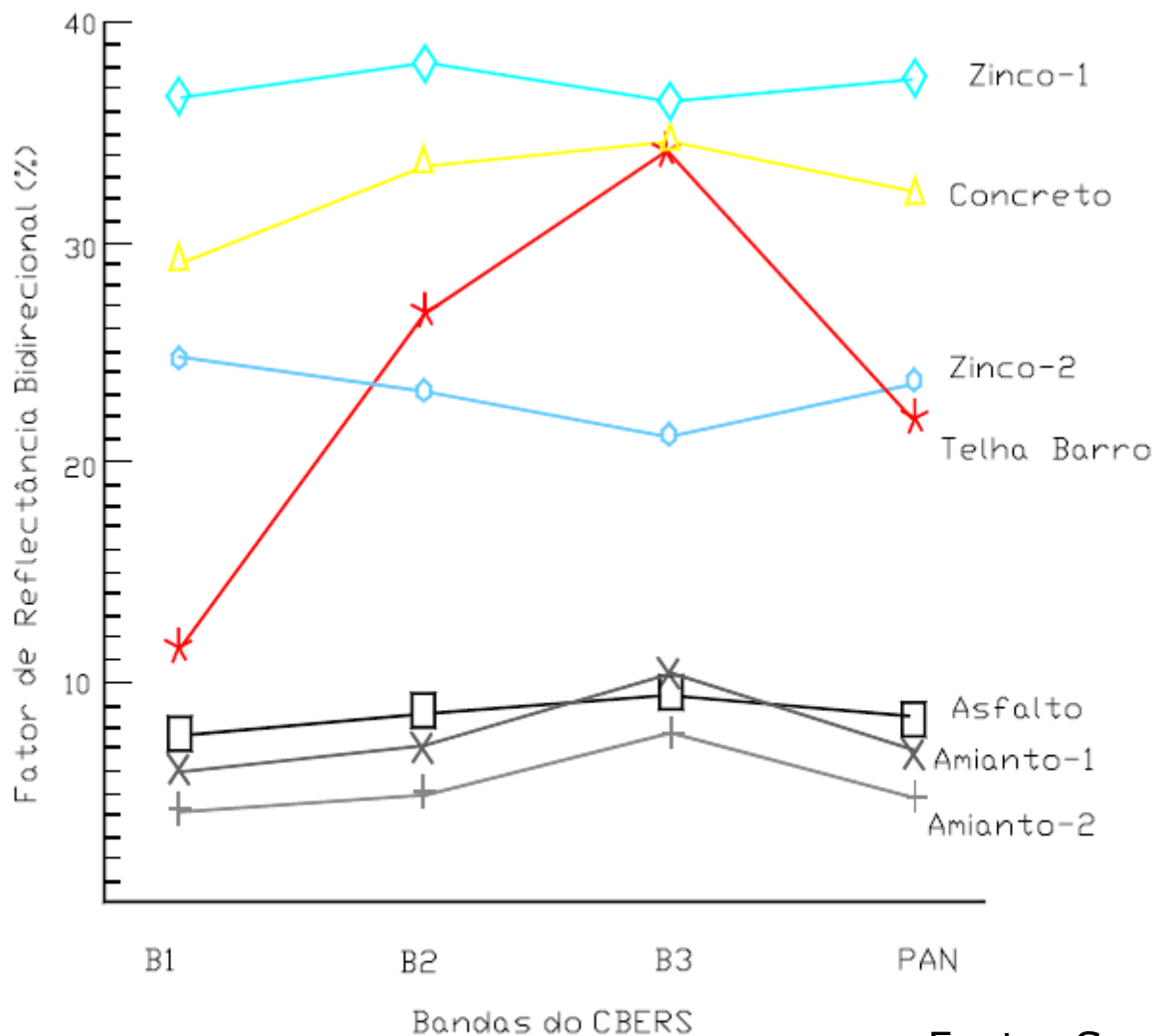
Comportamento espectral de alvos urbanos



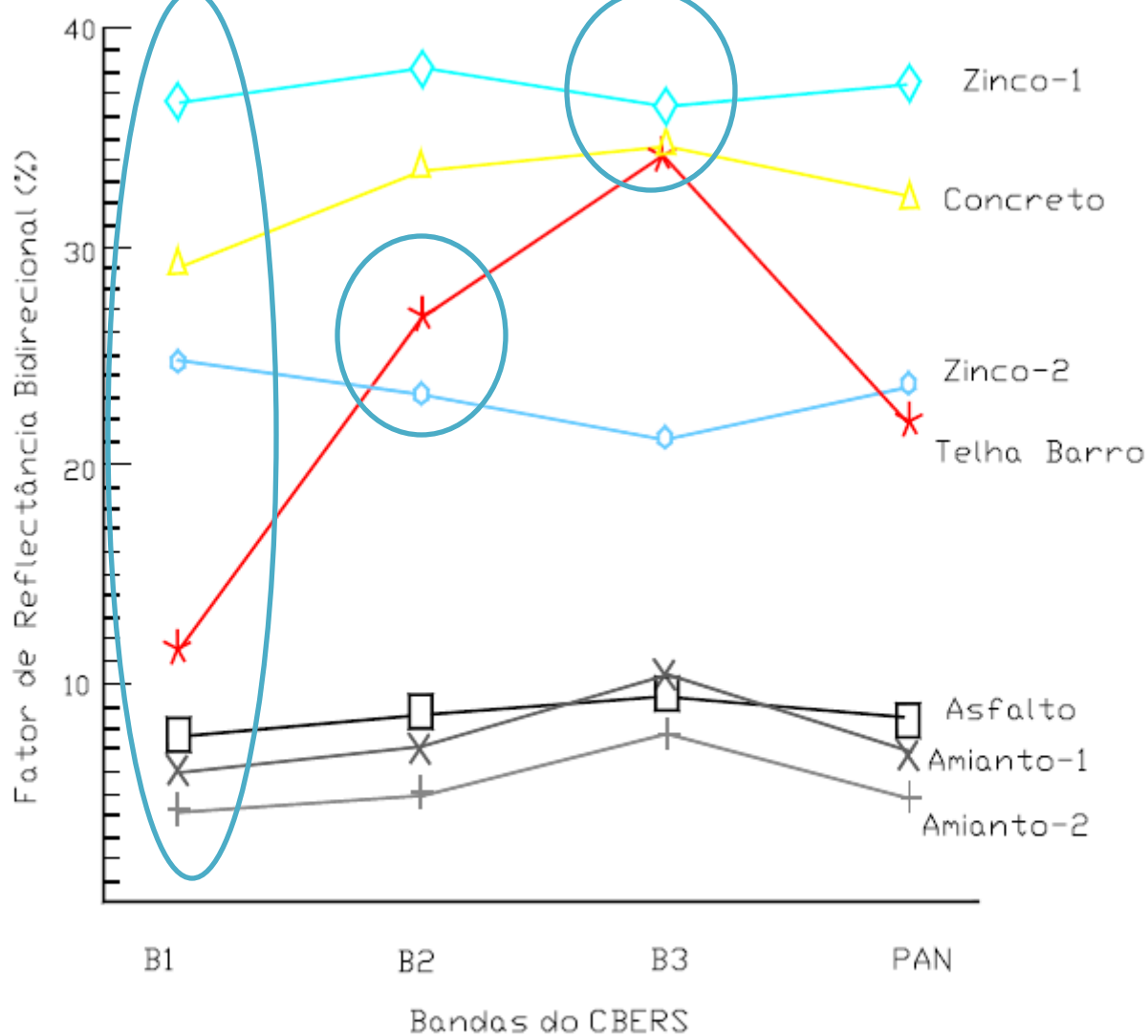
Comportamento espectral de alvos urbanos



Comportamento espectral de alvos urbanos



Comportamento espectral de alvos urbanos



Comportamento espectral de alvos urbanos

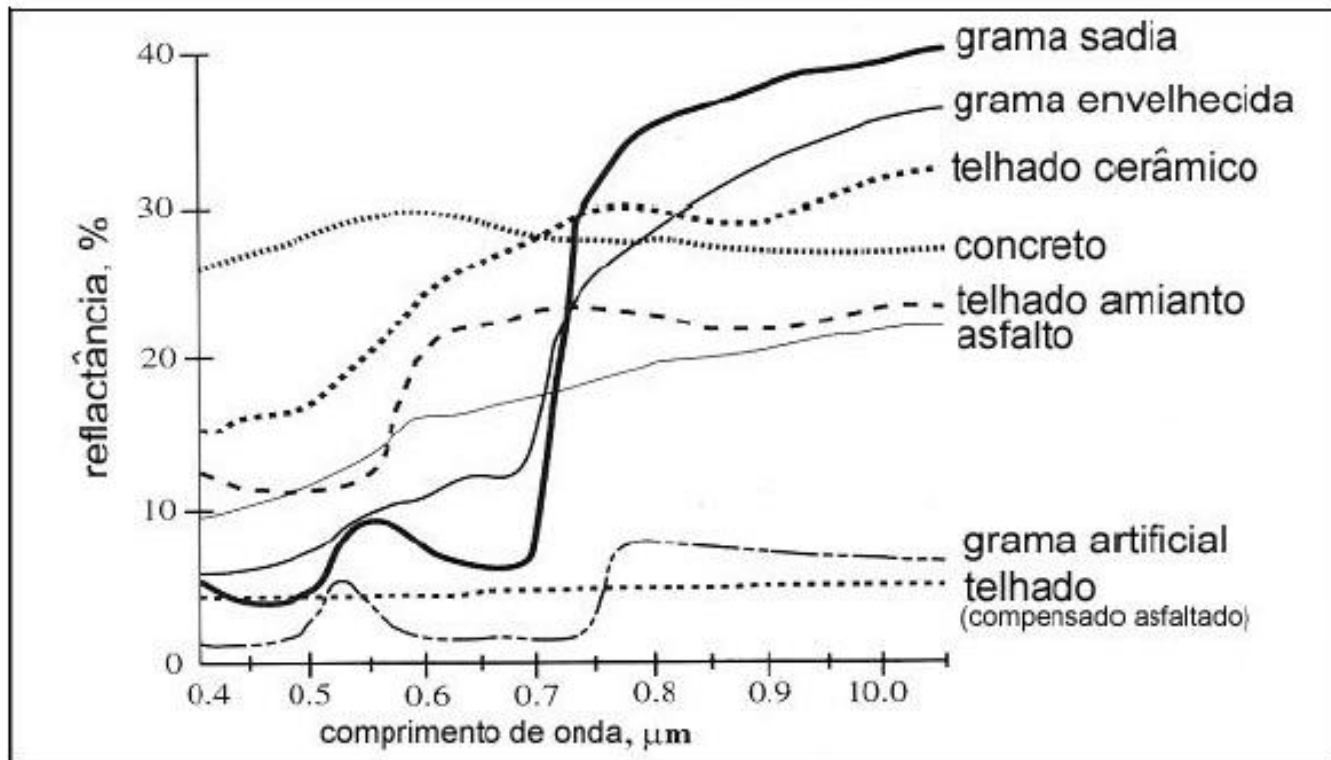
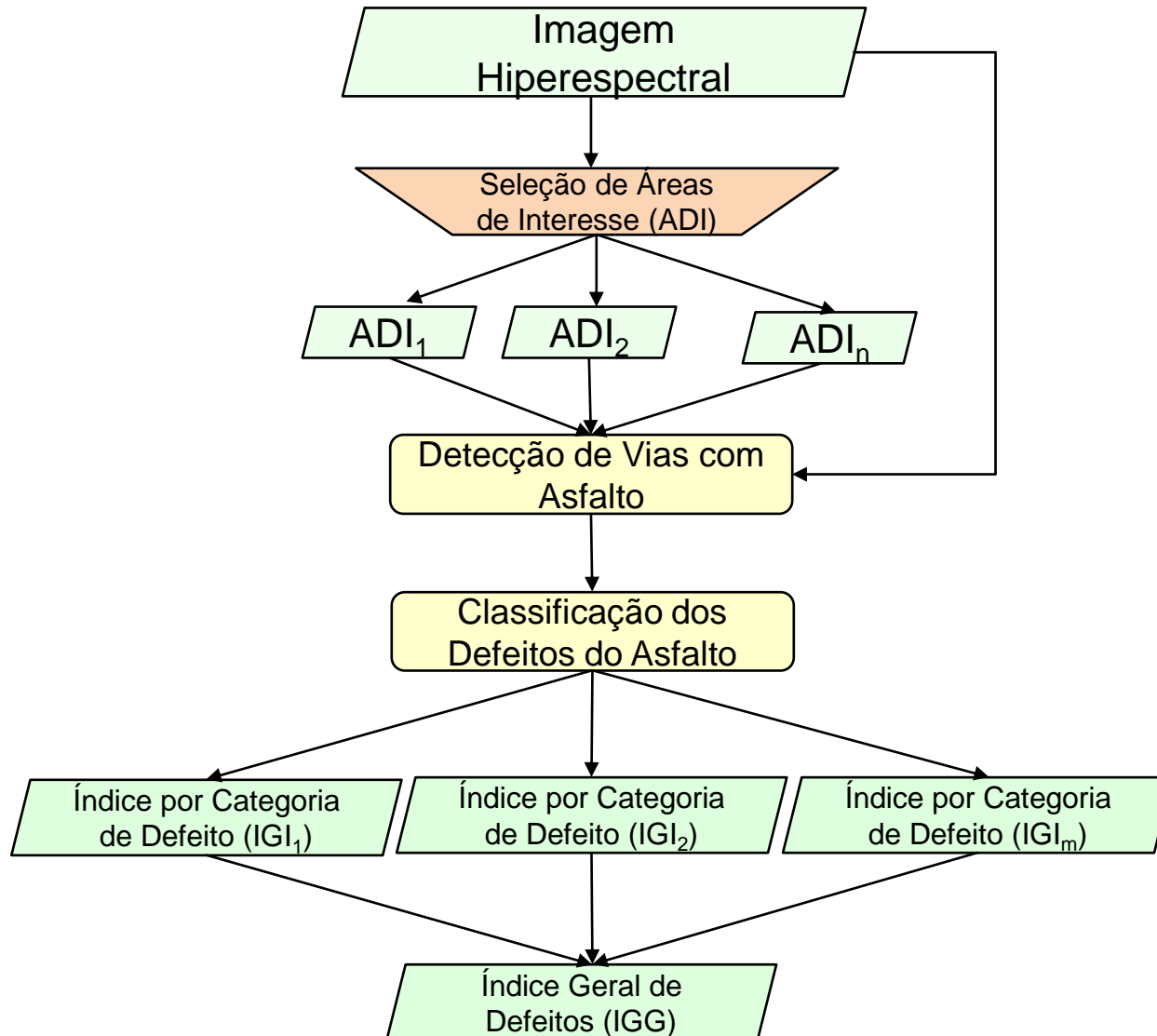
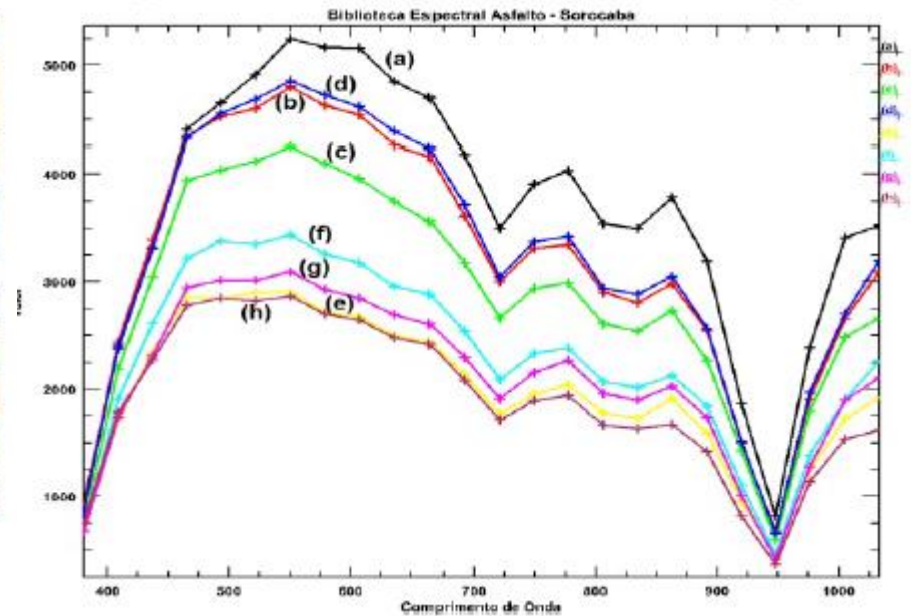
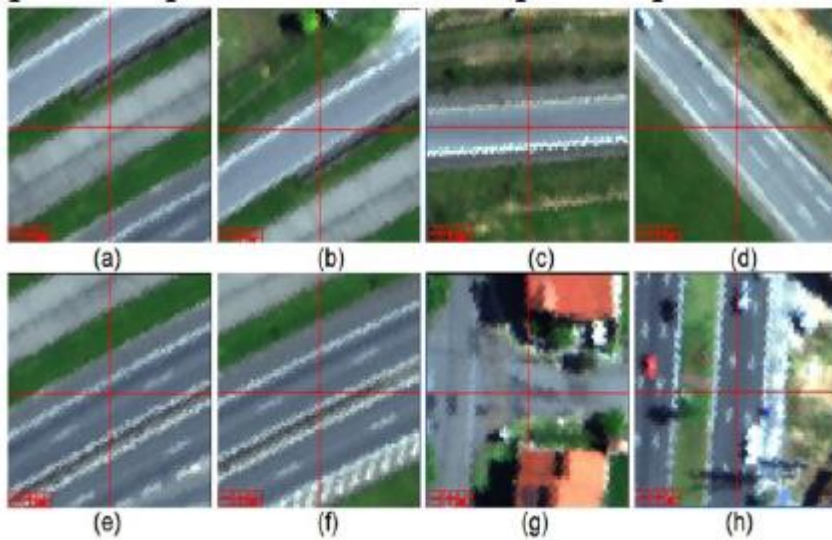


Figura 1 - Padrões de curvas espectrais de elementos comuns encontrados no ambiente urbano. As respostas espectrais foram obtidas em um ambiente controlado de laboratório, utilizando um espectrorradiômetro modelo GER 1500. Adaptado de Jensen (2000).

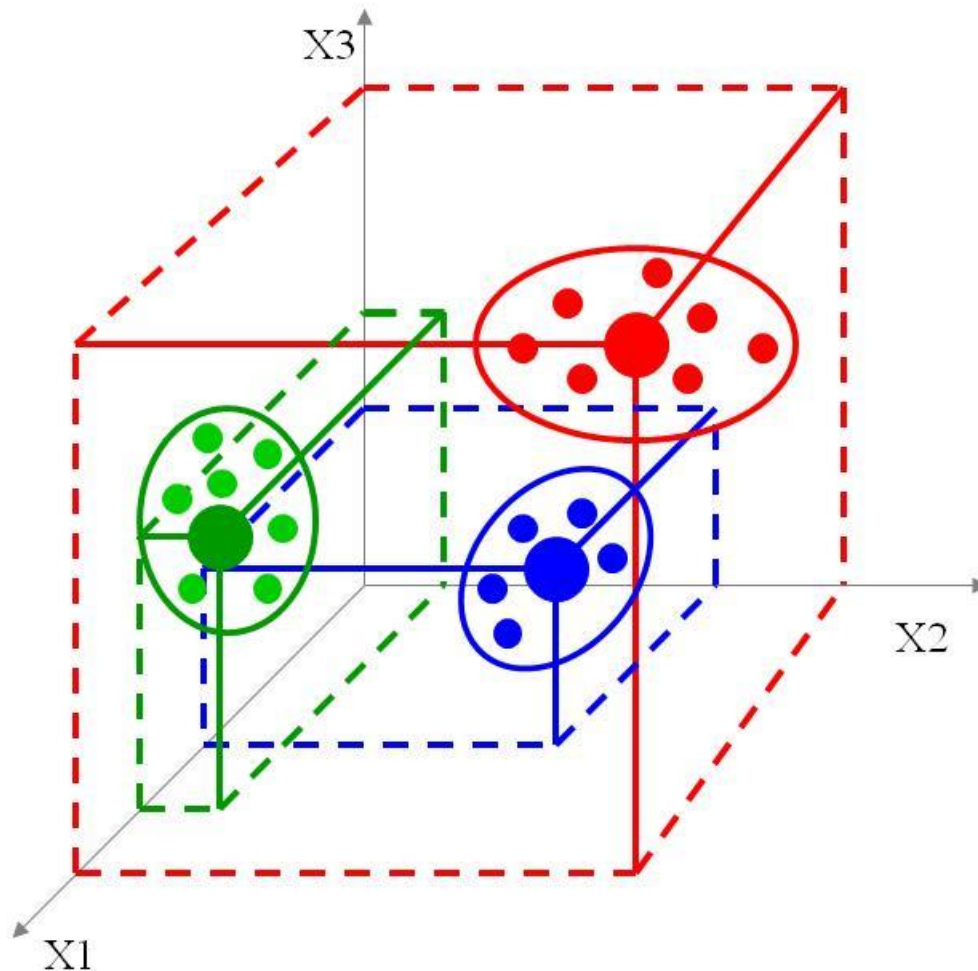
Sensores Hiperespectrais



Comportamento Espectral Asfalto



Espaço de Atributos

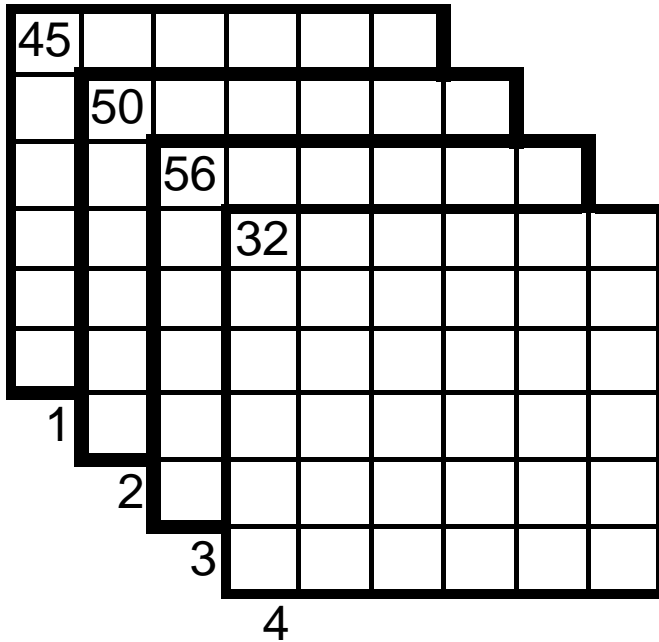


Vegetação
Água
Área impermeável

“O gráfico contendo as frequências de distribuição de intensidades de duas ou mais bandas de uma imagem multiespectral “

(Crósta, 1993)

Imagem de Satélite



Vetor padrão do pixel (1,1)

$$\begin{bmatrix} 45 \\ 50 \\ 56 \\ 32 \end{bmatrix}$$

Processamento Digital de Imagens

- Facilitar a **identificação** e a **extração de informações** contidas na imagem.
- **Reconhecer objetos e padrões.**

Processamento Digital de Imagens

- Sistema visual humano: notável capacidade de reconhecer padrões, mas as imagens possuem:
 - grande volume de informações
 - degradações e distorções inerentes ao processo de aquisição e transmissão.

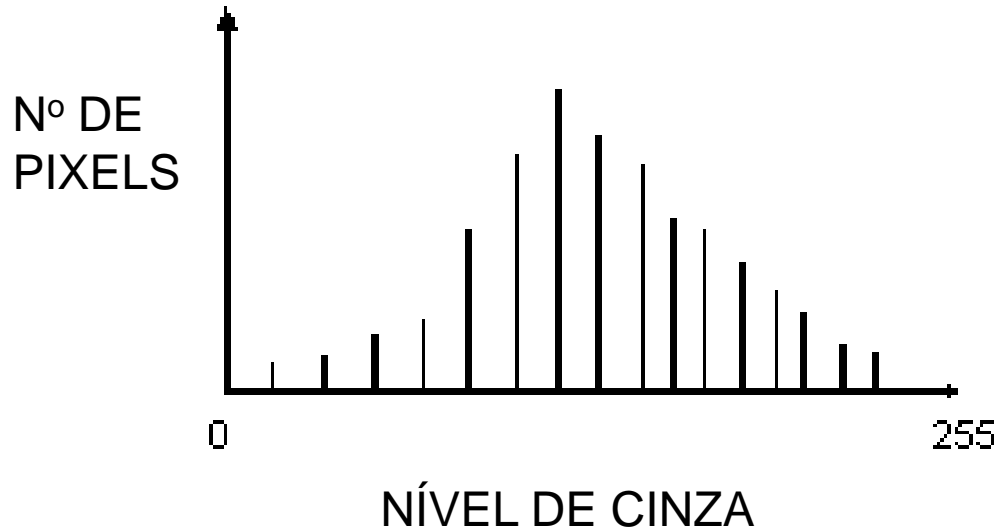
Processamento Digital de Imagens

- Técnicas de Processamento de Imagens (imagens de satélite ou sensores remotos, tomografia, ressonância magnética...).
- Imagens de S.R.: imagens de radar, imagens pancromáticas, imagens multiespectrais (adquiridas em diferentes porções do espectro).

Realce de Contraste

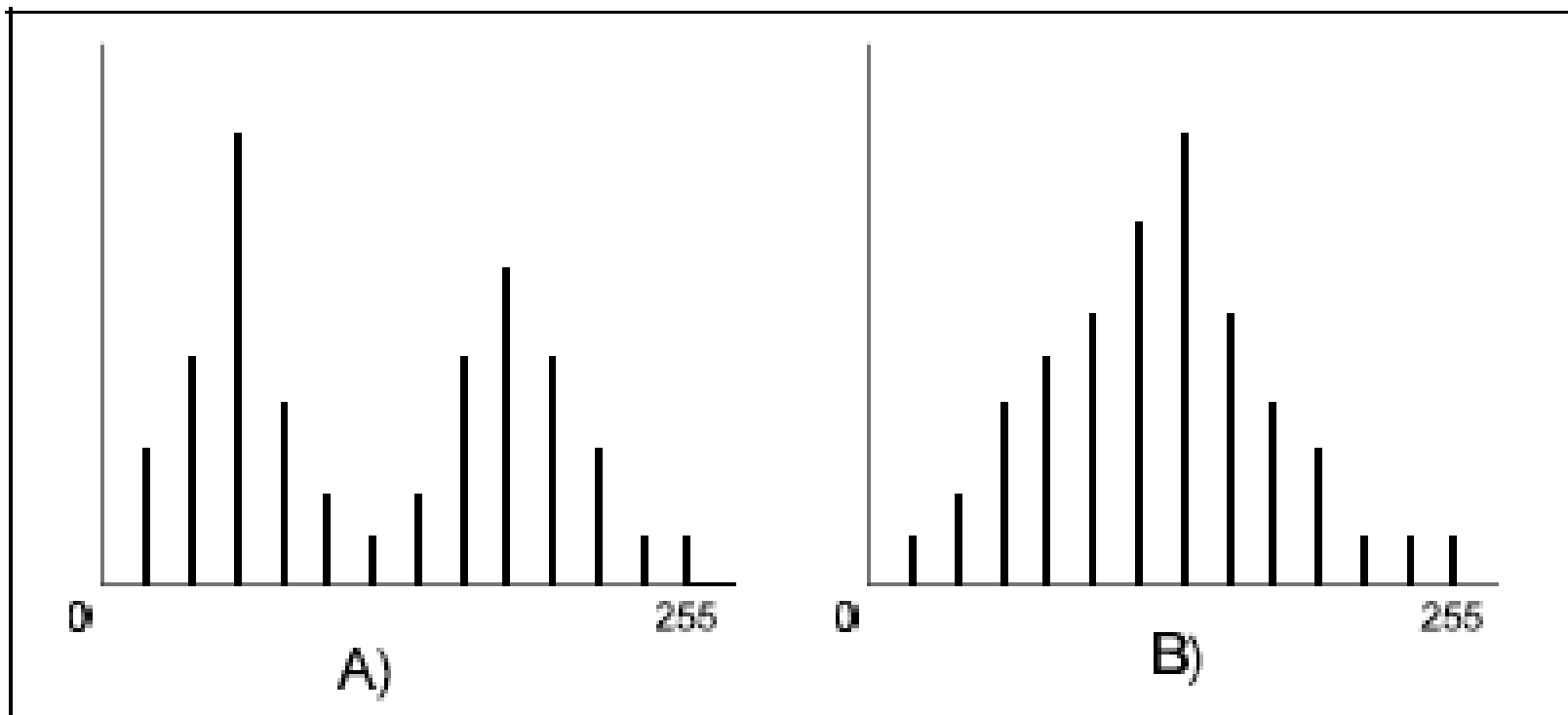
- OBJETIVOS:
 - Melhorar a qualidade visual das imagens
 - Enfatizar alguma característica de interesse para uma aplicação específica
 - Operação Pontual

Realce de Contraste Histograma

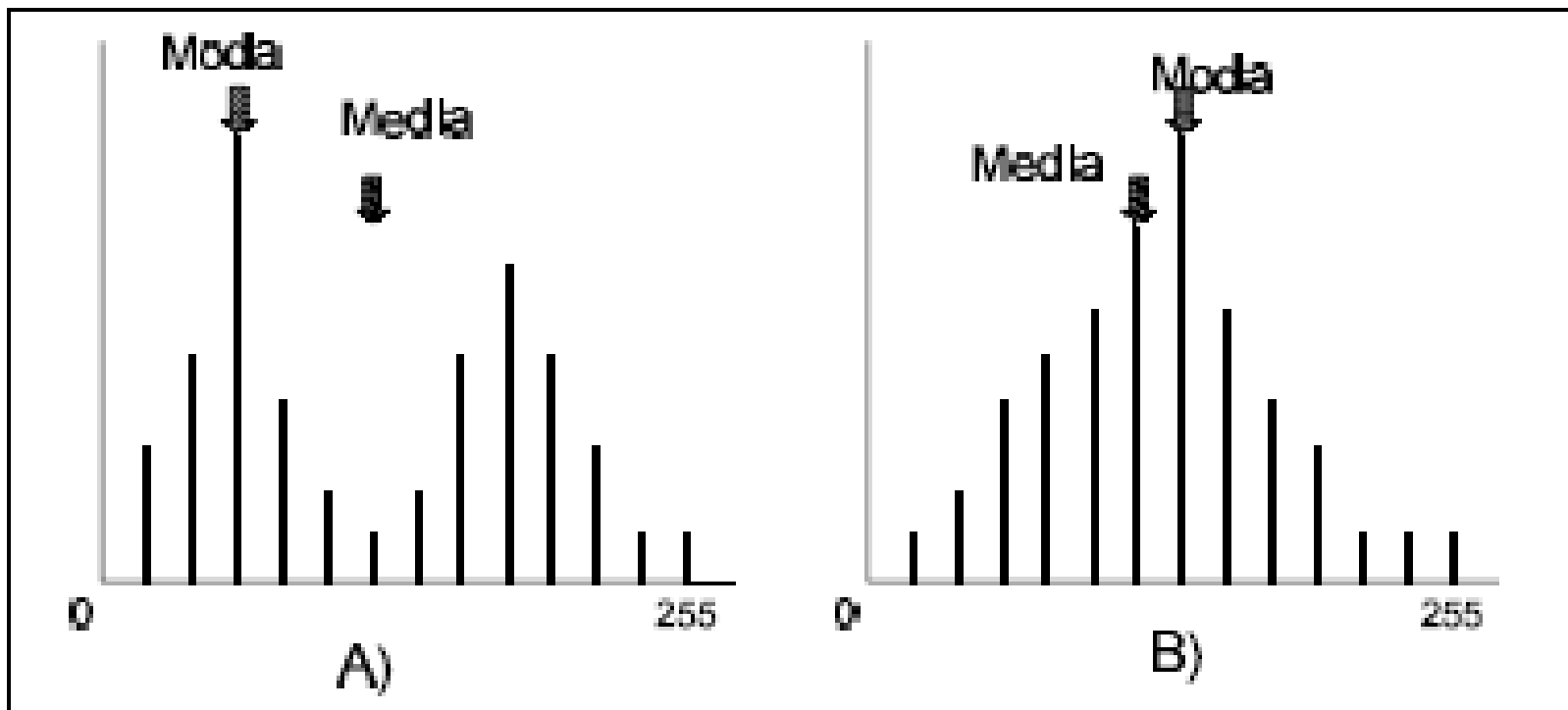


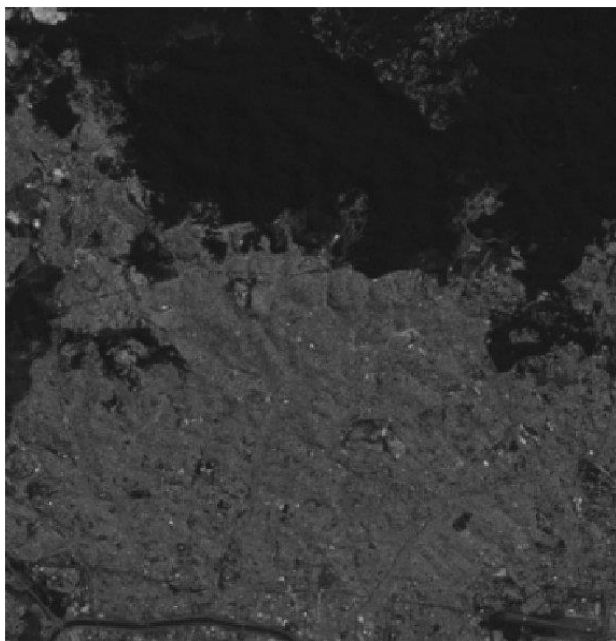
Espalhamento proporcional ao contraste

Realce de Contraste Histograma

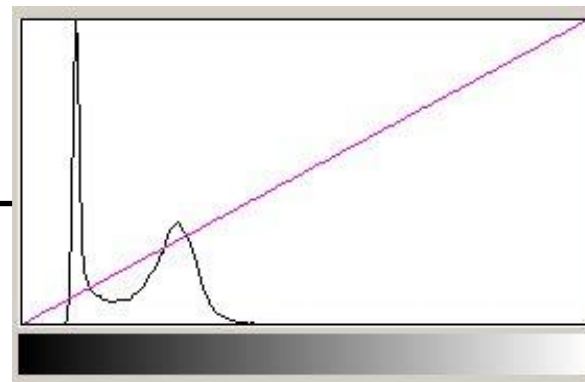


Realce de Contraste Histograma

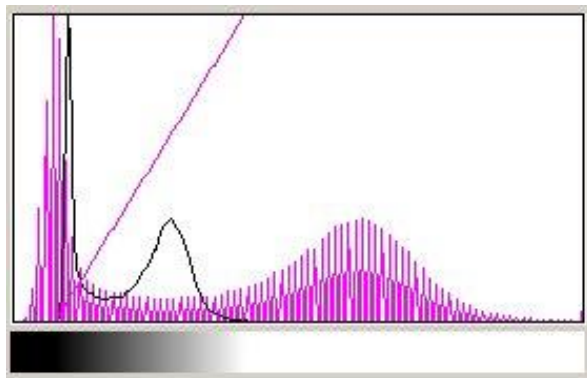




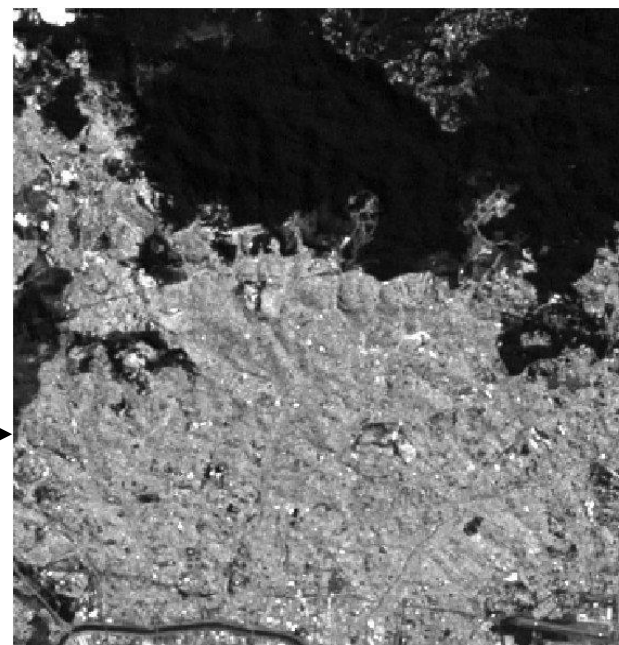
Banda 3 – Imagem sem realce



Histograma da Banda 3 sem realce



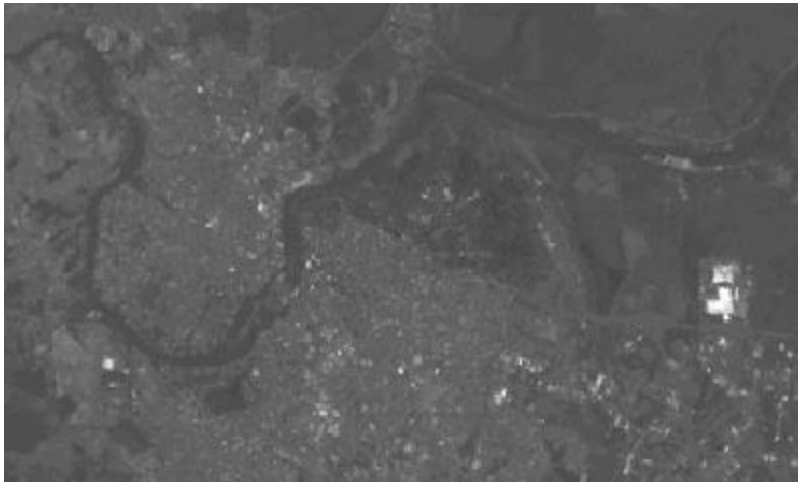
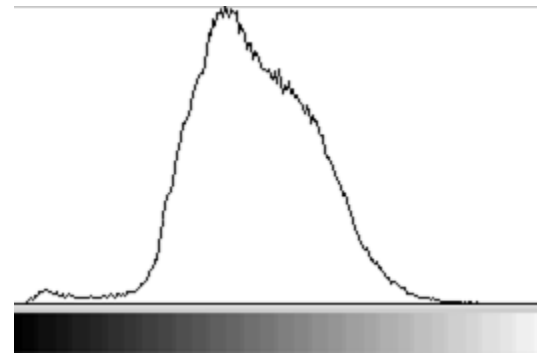
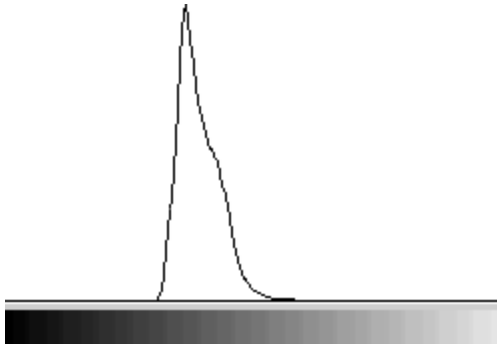
Histograma da Banda 3 com realce linear



Banda 3 – Imagem com realce linear

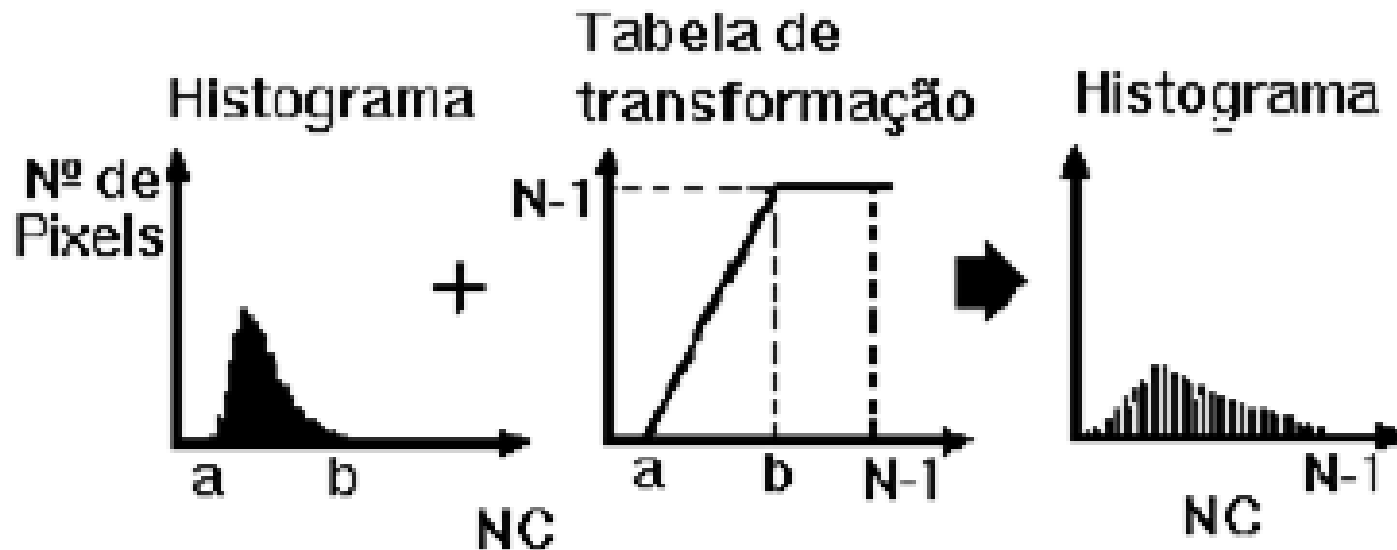
Realce de Contraste

Contraste



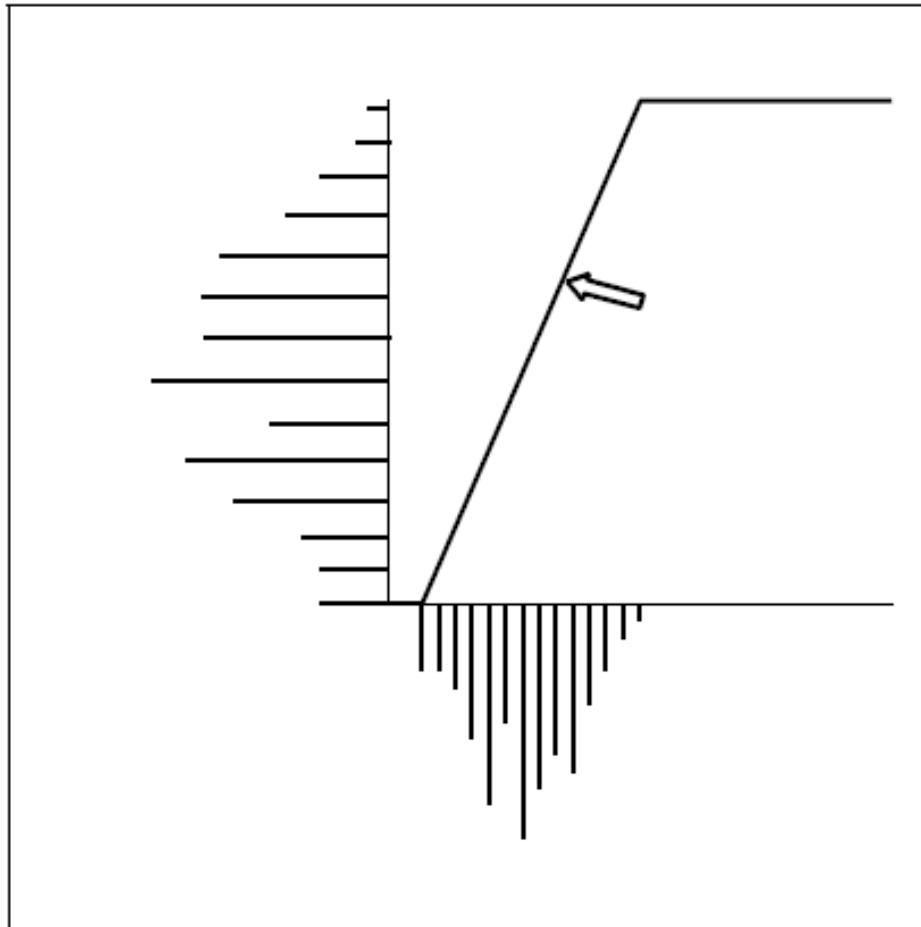
Realce de Contraste

Manipulação do Histograma



Onde: NC = Nível de Cinza

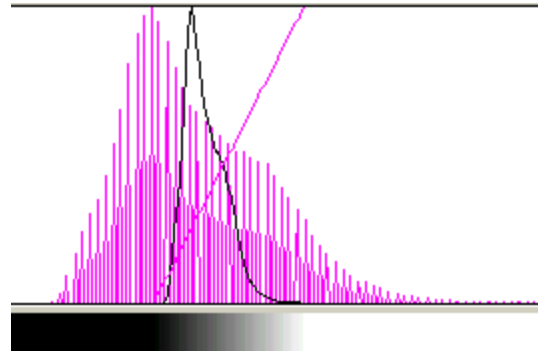
Realce de Contraste Manipulação do Histograma



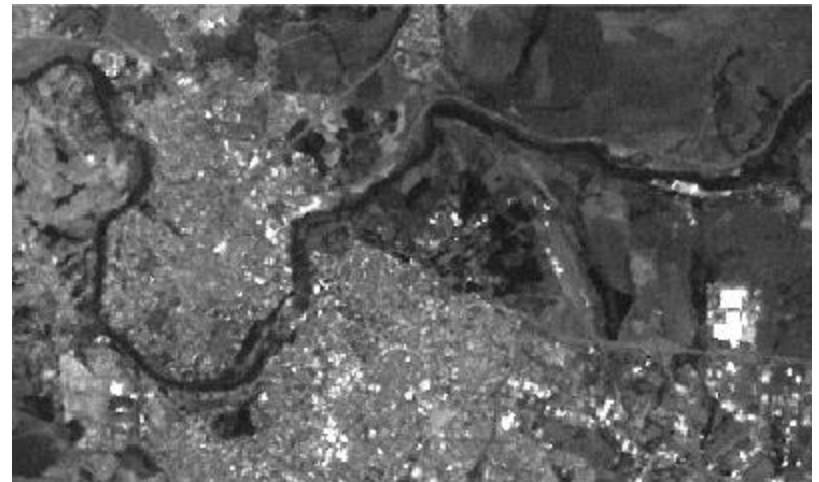
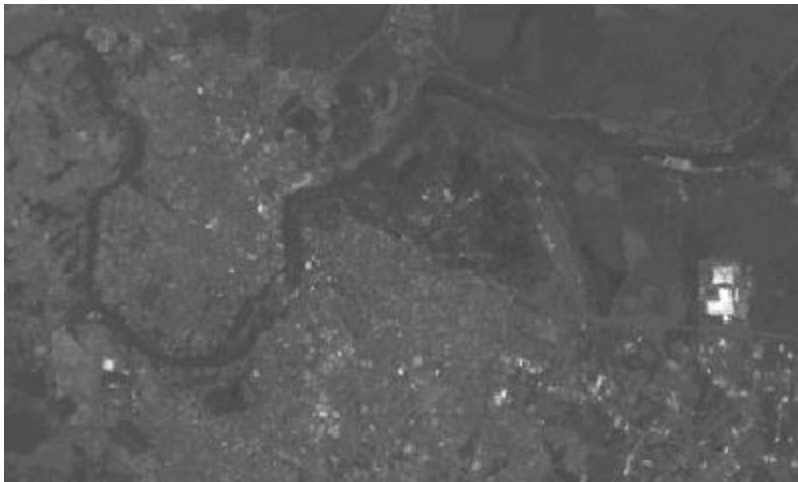
Fonte: Crósta, 1993

Realce de Contraste

Realce Linear

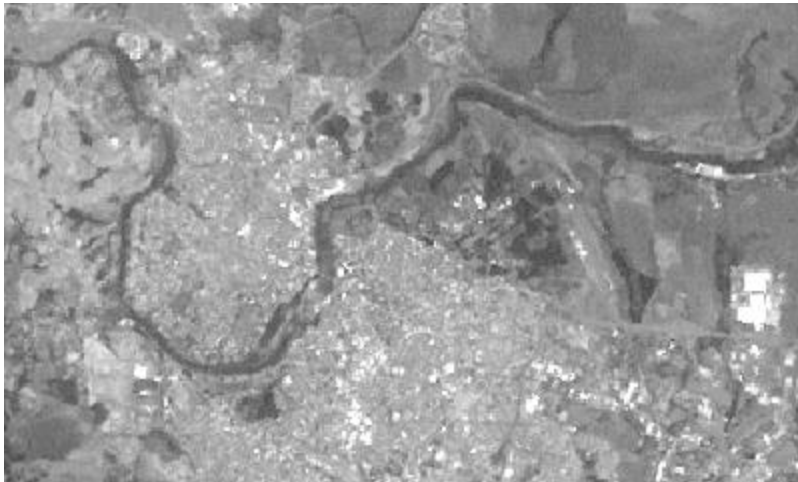


$$Y = AX + B$$

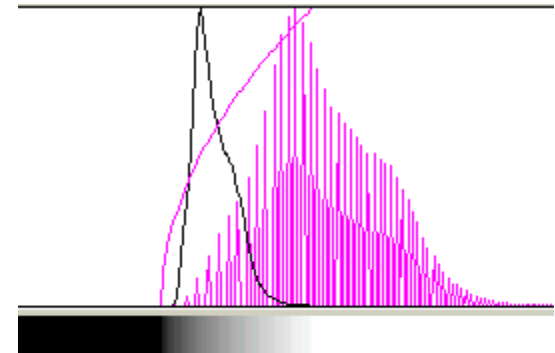


Realce de Contraste Raiz Quadrado

- Realça as áreas escuras da imagem
- Inclinação da reta decresce dos valores escuros para os claros



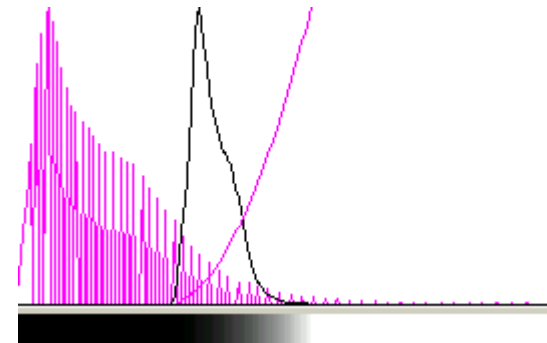
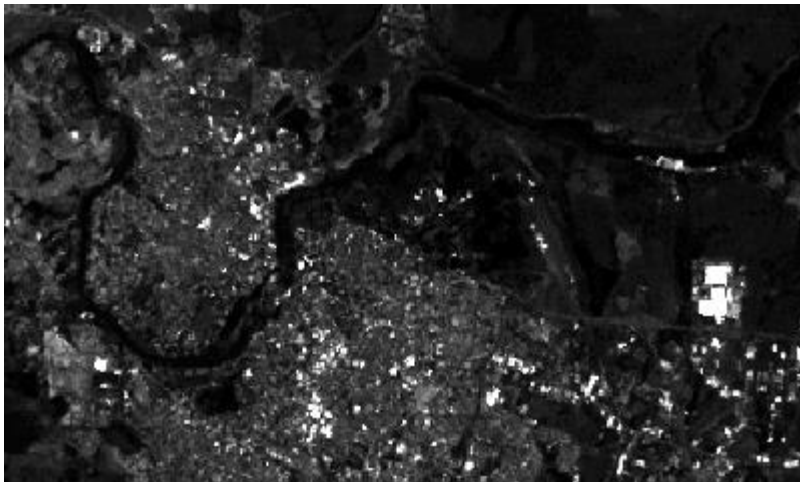
$$Y = A \sqrt{X}$$



Realce de Contraste Quadrado

- Realça as áreas claras da imagem
- Inclinação da curva aumenta dos valores escuros para os claros

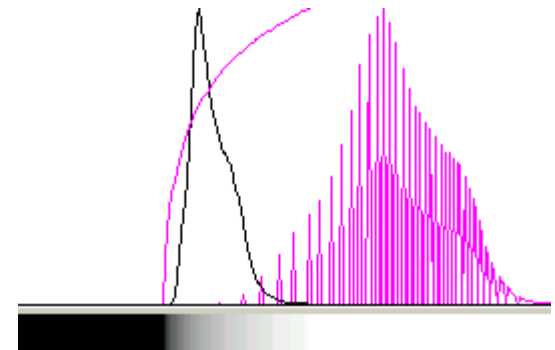
$$Y = A X^2$$



Realce de Contraste Logaritmo

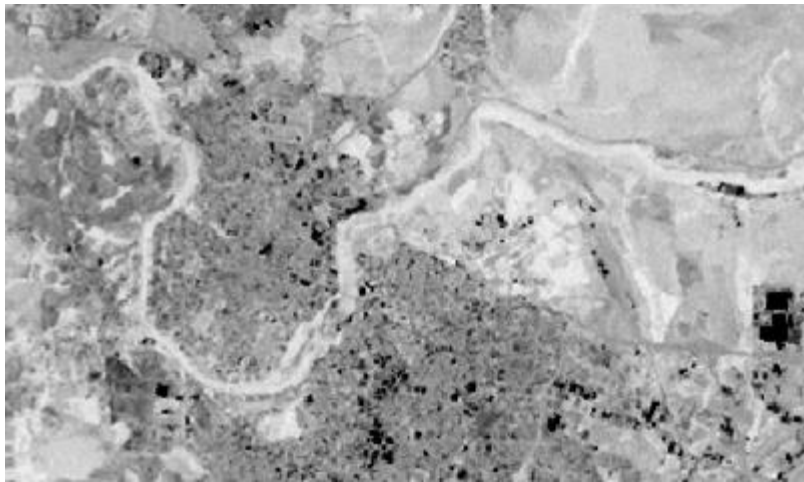
- Realça as áreas escuras da imagem (intervalo menor do que a raiz quadrada)

$$Y = A \log (X + 1)$$

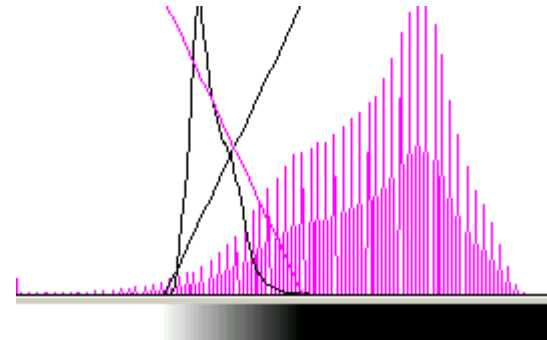


Realce de Contraste Negativo

- Função de mapeamento inverso
- Transforma áreas claras em escuras e vice-versa



$$Y = - (AX + B)$$

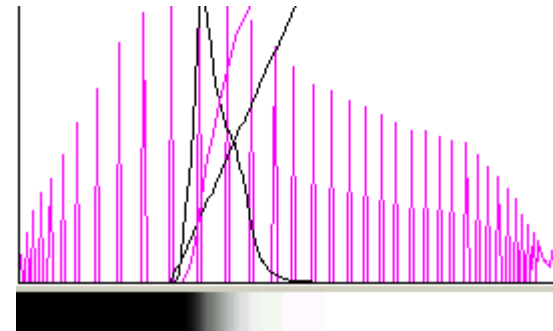
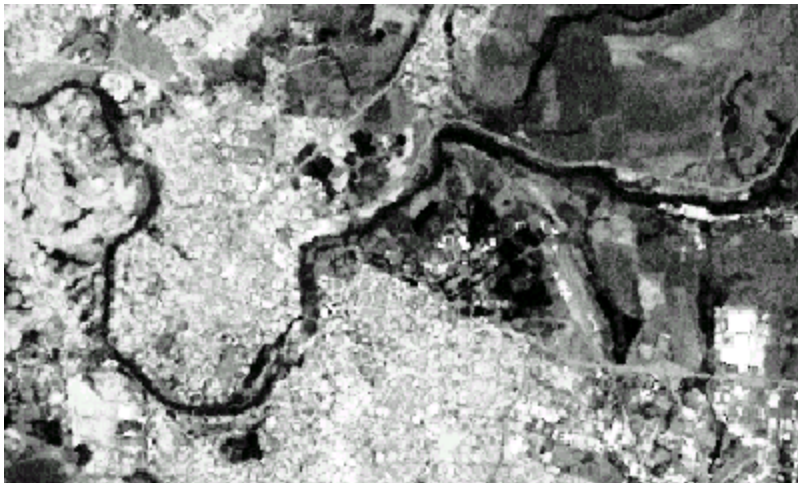


Realce de Contraste

Equalização do Histograma

- O histograma da imagem de saída aproxima-se de um histograma uniforme

$$Y = \frac{(f_{axi}) * 255}{Pt}$$



Pré-processamentos

Correção Geométrica

Distorções passíveis de correção (não sistemáticas):

1. Rotação da Terra

2. Instabilidade da Plataforma:

- 2.1. variação na altitude,

- 2.2. na velocidade e

- 2.3. nos três eixos de rotação do satélite (roll, pitch, yaw)

Pré-processamentos

Correção Geométrica

Correção geométrica: conversão do sistema de coordenadas das imagens (originais) para um sistema de projeção de mapas padrão.

Permite:

- Localização exata na imagem

- Exportar imagens para um SIG

Processamento Digital de Imagens

- Correção Geométrica: transformação para que assuma propriedades de escala e projeção.
- Registro: ajuste do sistema de coordenadas de uma imagem ao sistema equivalente em outra.

Pré-processamentos

Registro

- Para que registrar a imagem?
 - Análise multitemporal
 - Imagens de diferentes sensores
 - Fazer um mosaico
 - Integrar à uma base de dados em SIG

Pré-processamentos

Registro

- Tipo de registro?
 - Imagem X Mapa (carta topográfica)
 - GPS
 - Imagem X Imagem
 - Imagem X Arquivo vetorial

Pré-processamentos

Registro

- **Pontos de controle:**
 - DISTRIBUIÇÃO DOS PCs
 - NÚMERO DE PCs
 - AVALIAÇÃO DOS ERROS

Pré-processamentos

Registro

- Transformação geométrica
 - Modelo polinomial
- Mapeamento Inverso
- Reamostragem (Interpolação)
 - Vizinho mais próximo
 - Bilinear...

Pré-processamentos

Registro

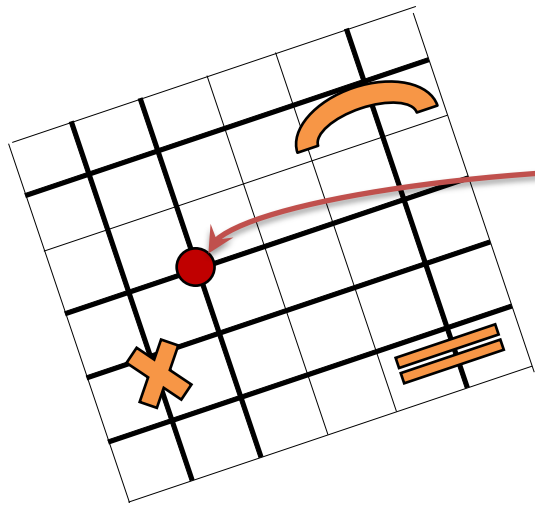


Imagem de ajuste

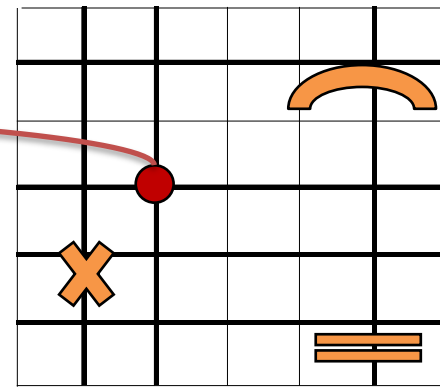


Imagem de referência

Sugestão de Bibliografia

MORAES NOVO, Evlyn L.M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 3ª Edição. São Paulo: Blucher, 2008.

CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Edição revisada. Campinas. IG/UNICAMP, 1993.

JENSEN, John R. Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. 2ª Edição. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. Remote sensing and image interpretation. 5. ed. New York: John Wiley & Sons, 2004. 763 p.

Obrigada!!!

mariana.giannotti@usp.br