

Sensoriamento Remoto Aplicado à Geografia

Comportamento Espectral dos Objetos

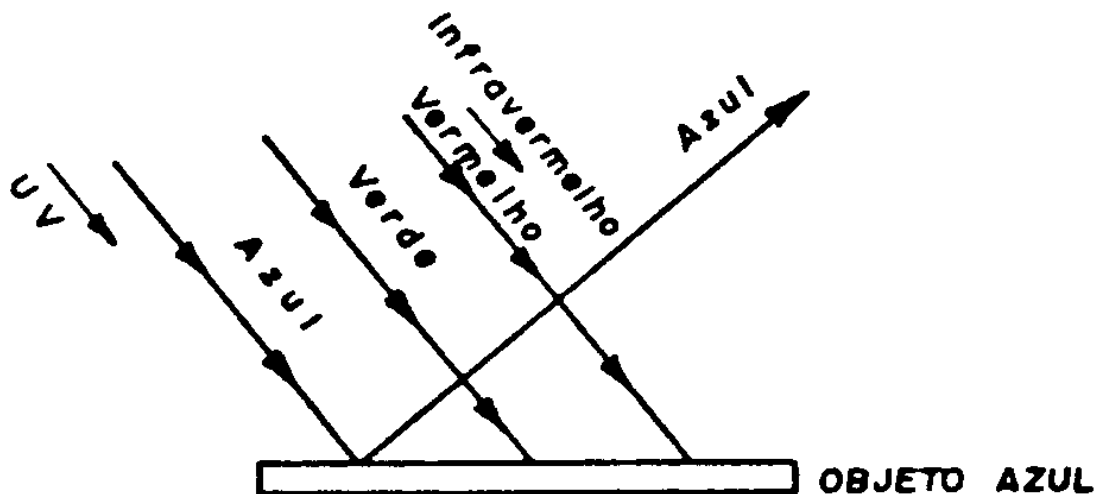
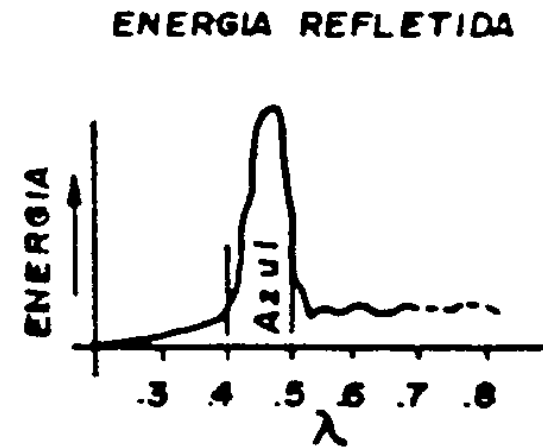
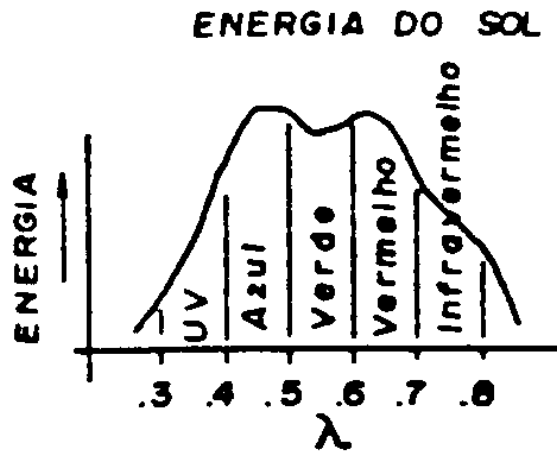
Fernando Shinji Kawakubo

Comportamento Espectral

O que é ?

- É o estudo da interação da radiação eletromagnética com os objetos (vegetação, solos, minerais e rochas, água etc.).
- Permite a identificação e caracterização física da vegetação, do uso da terra, dos minerais etc. com base na resposta da radiação.

Comportamento Espectral de um Objeto Azul



Curvas Espectrais: Solo Exposto, Vegetação e Água

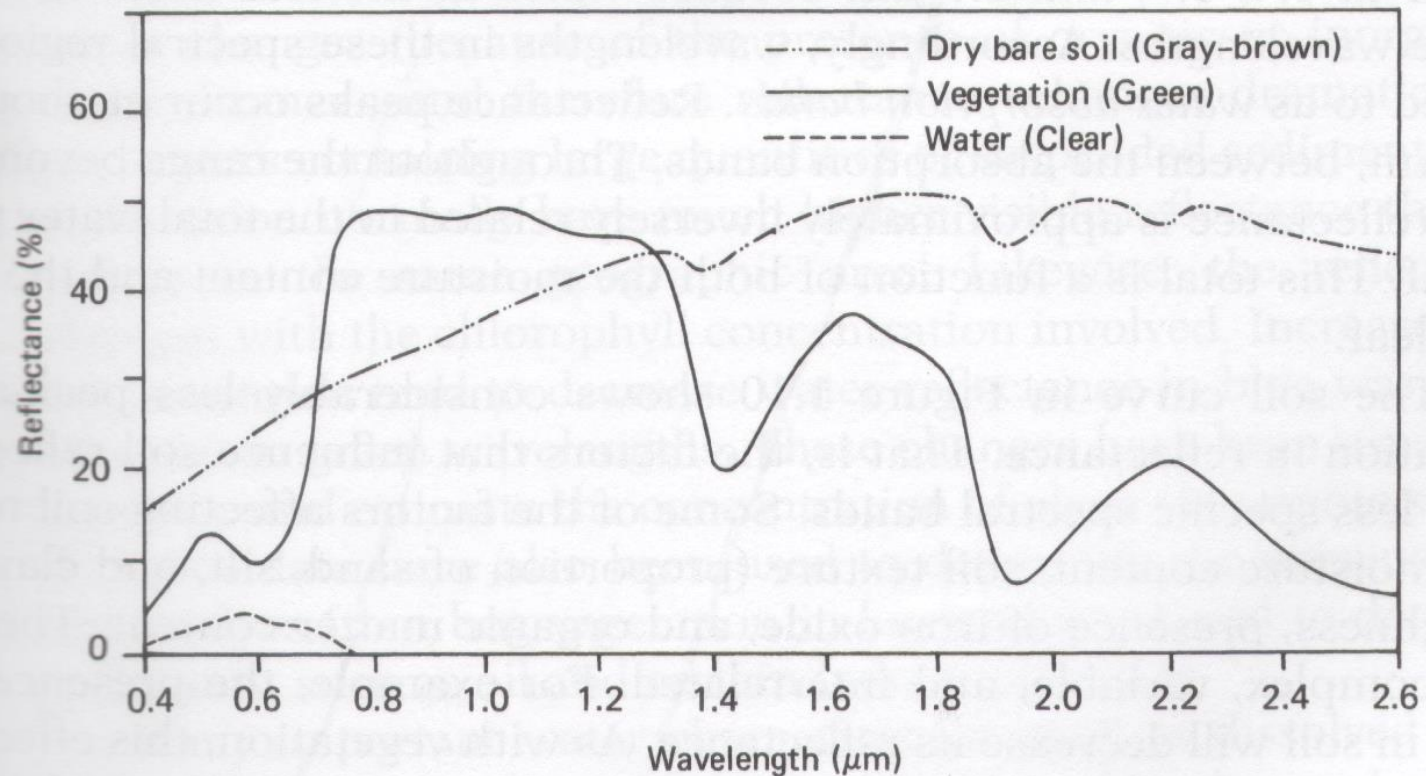
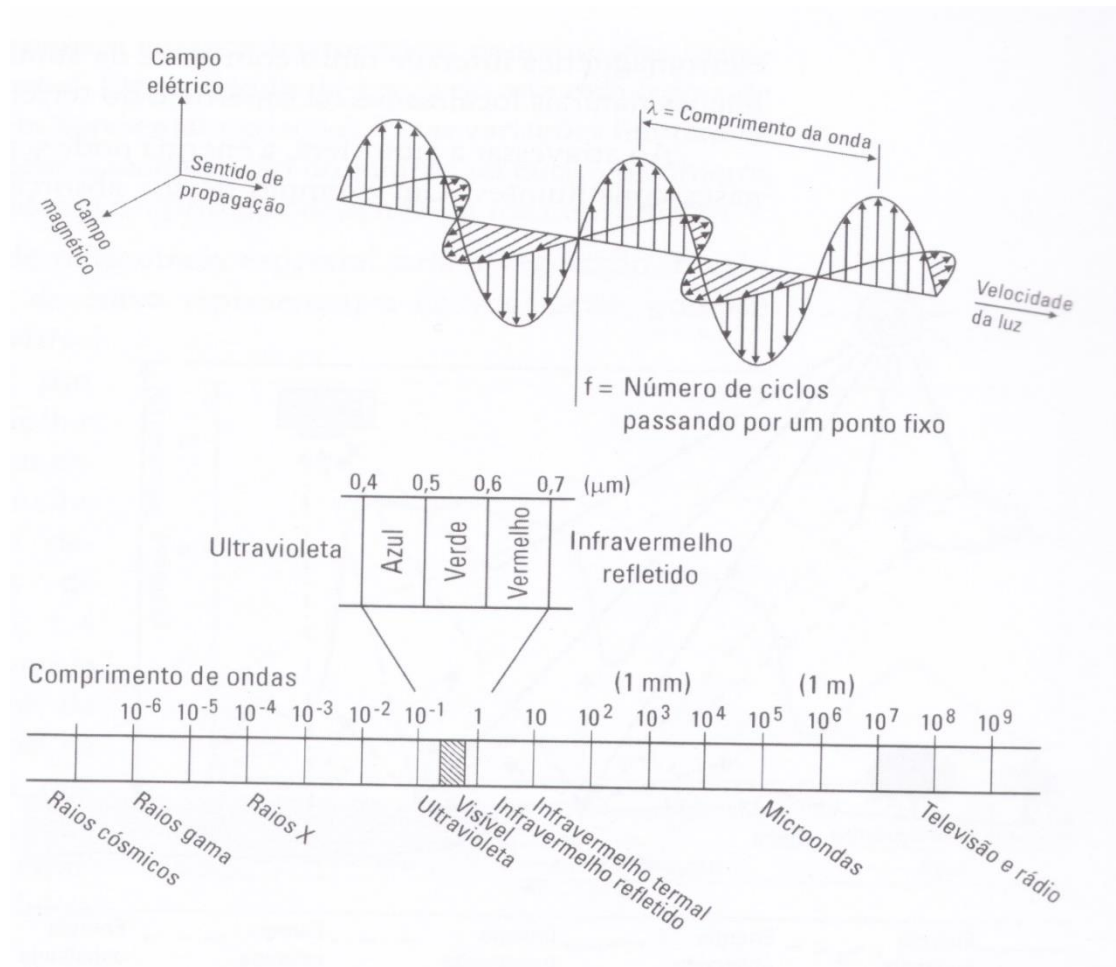


Figure 1.10 Typical spectral reflectance curves for vegetation, soil, and water.
(Adapted from Swain and Davis, 1978.)

Assinatura spectral

- Ilustra a forma como os objetos refletem a energia incidente.

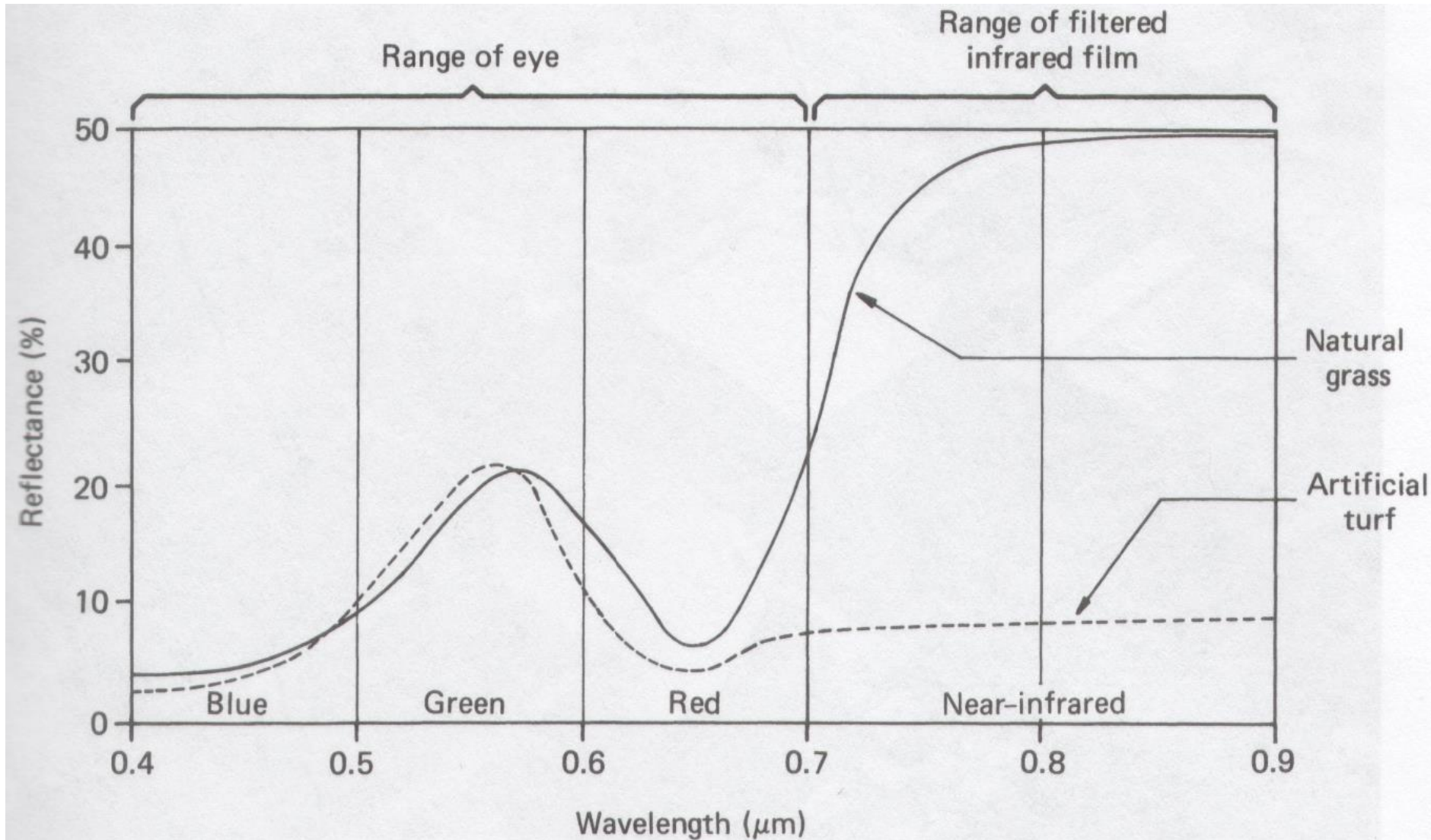


Onde há grama sintética?

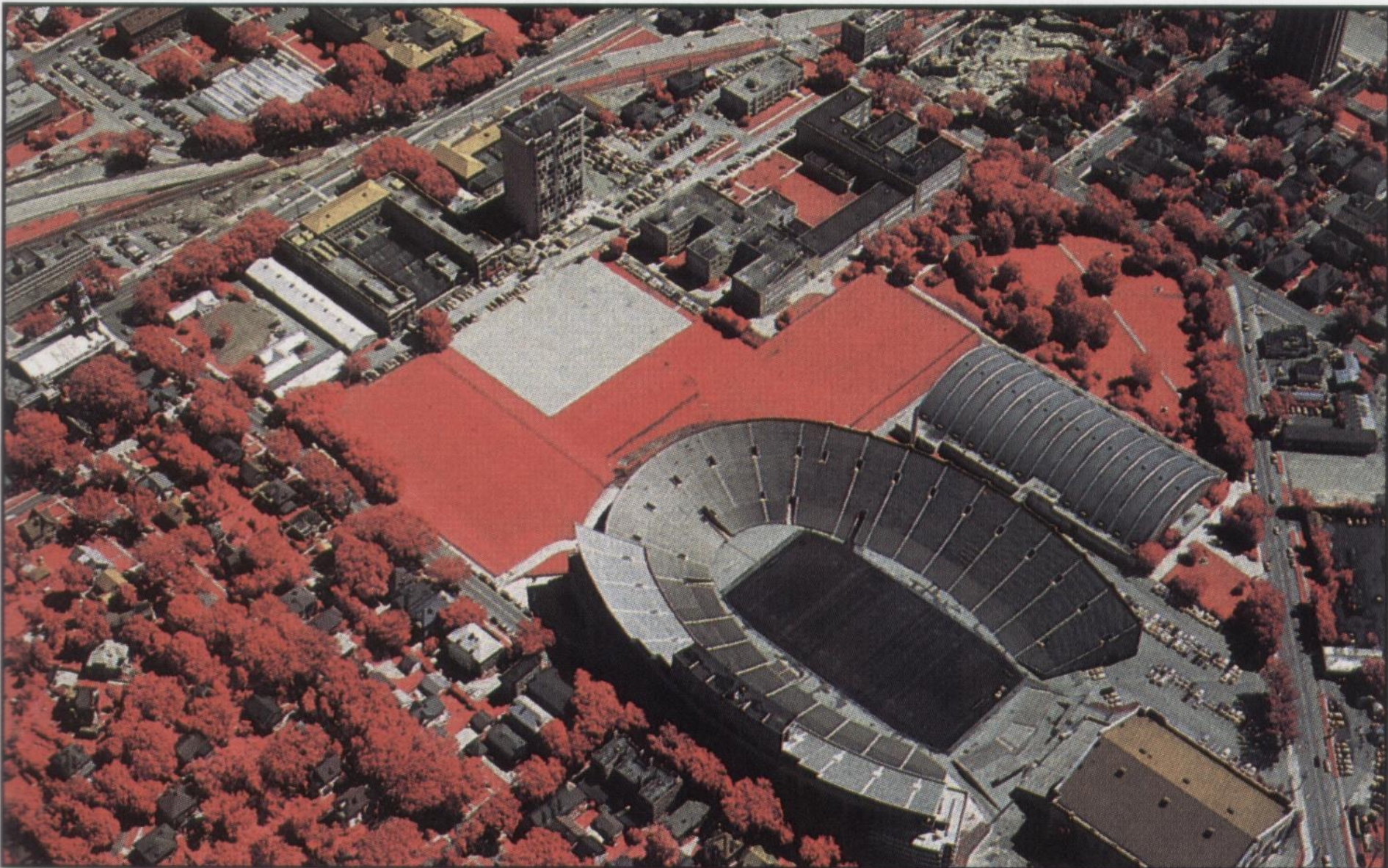


LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. 2004

Comportamento Espectral da Grama Natural e da Grama Sintética



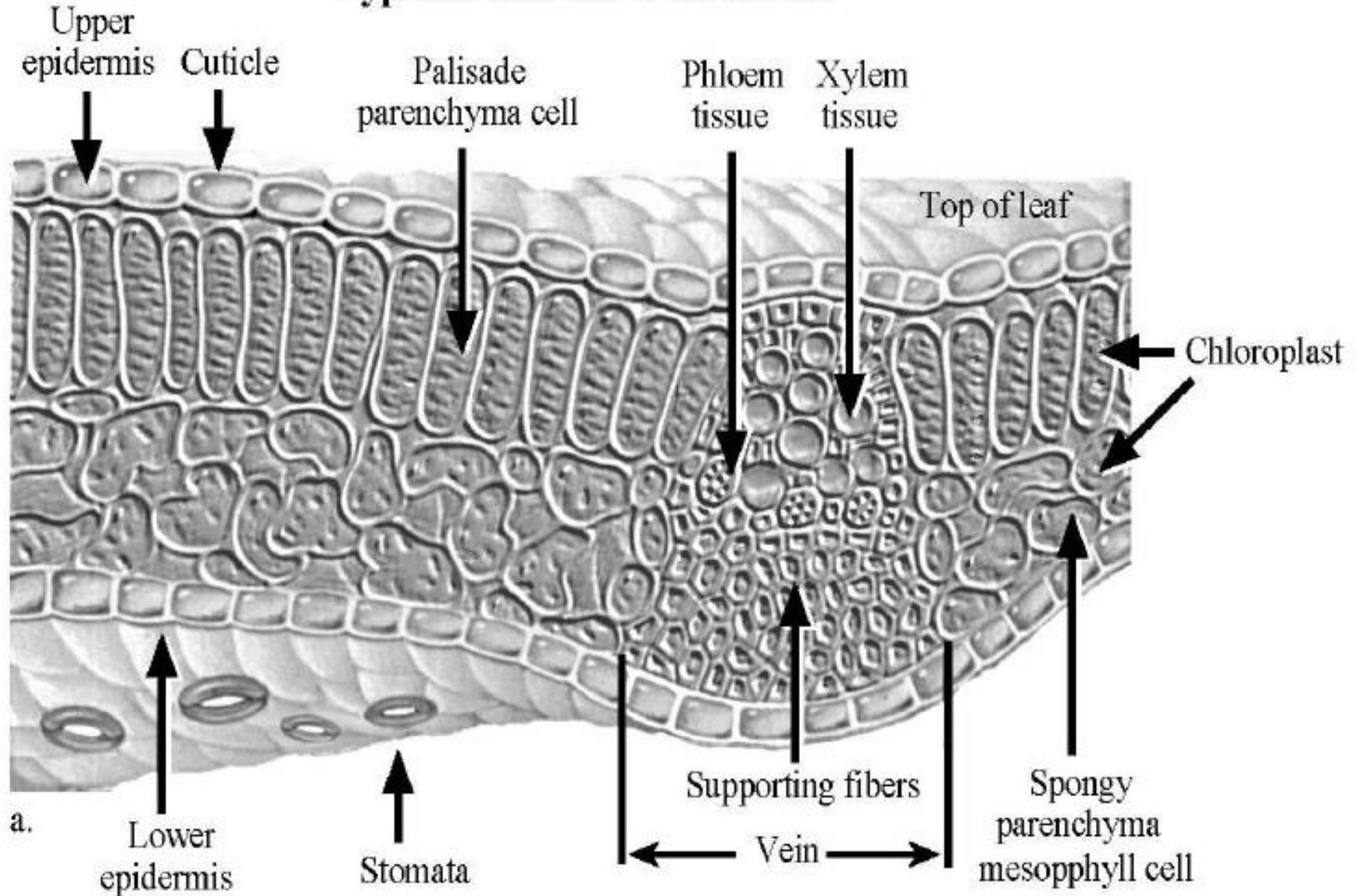
Vegetação no Infravermelho Próximo



LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. 2004

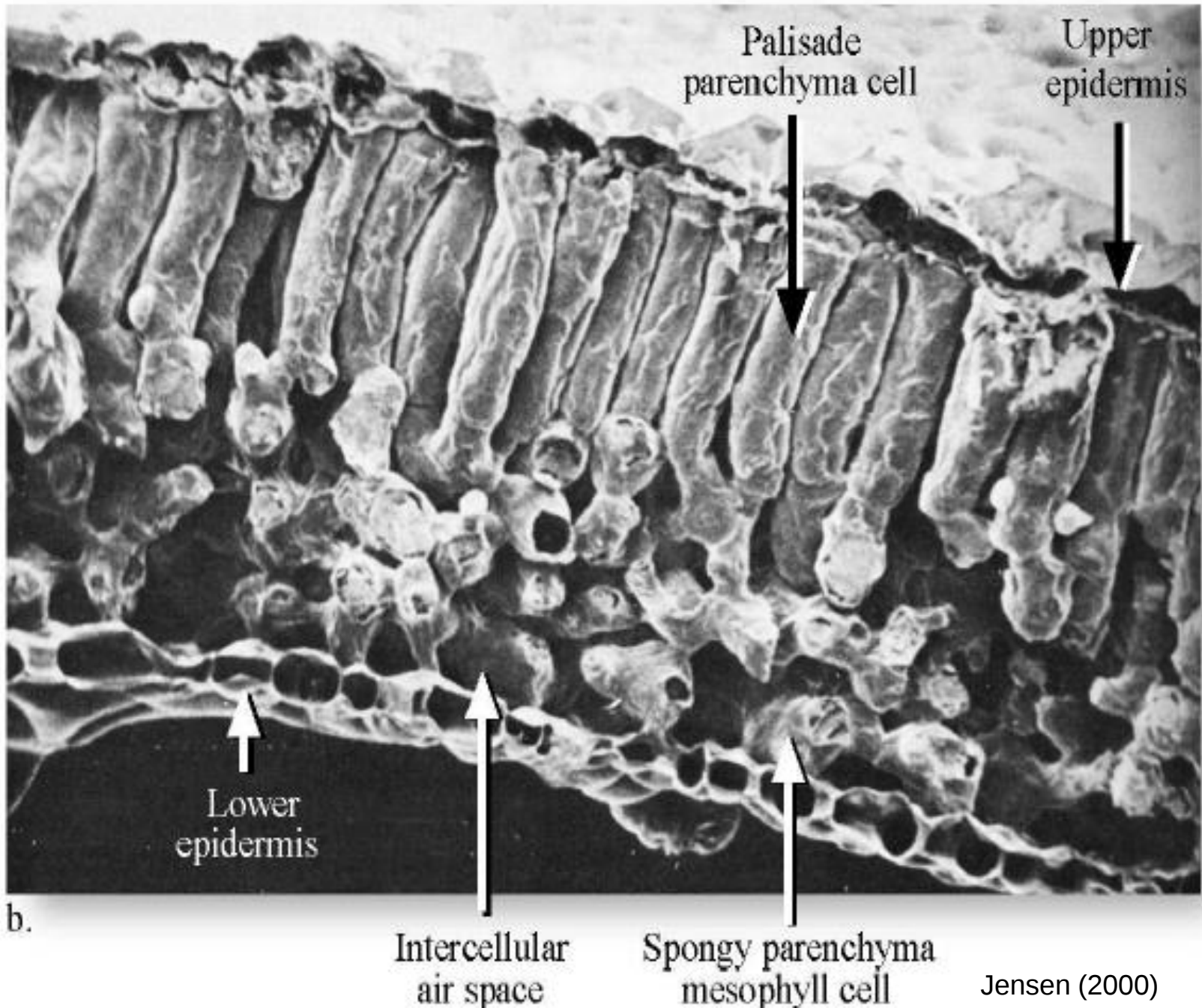
Estrutura da Folha

Hypothetical Leaf Cross-section



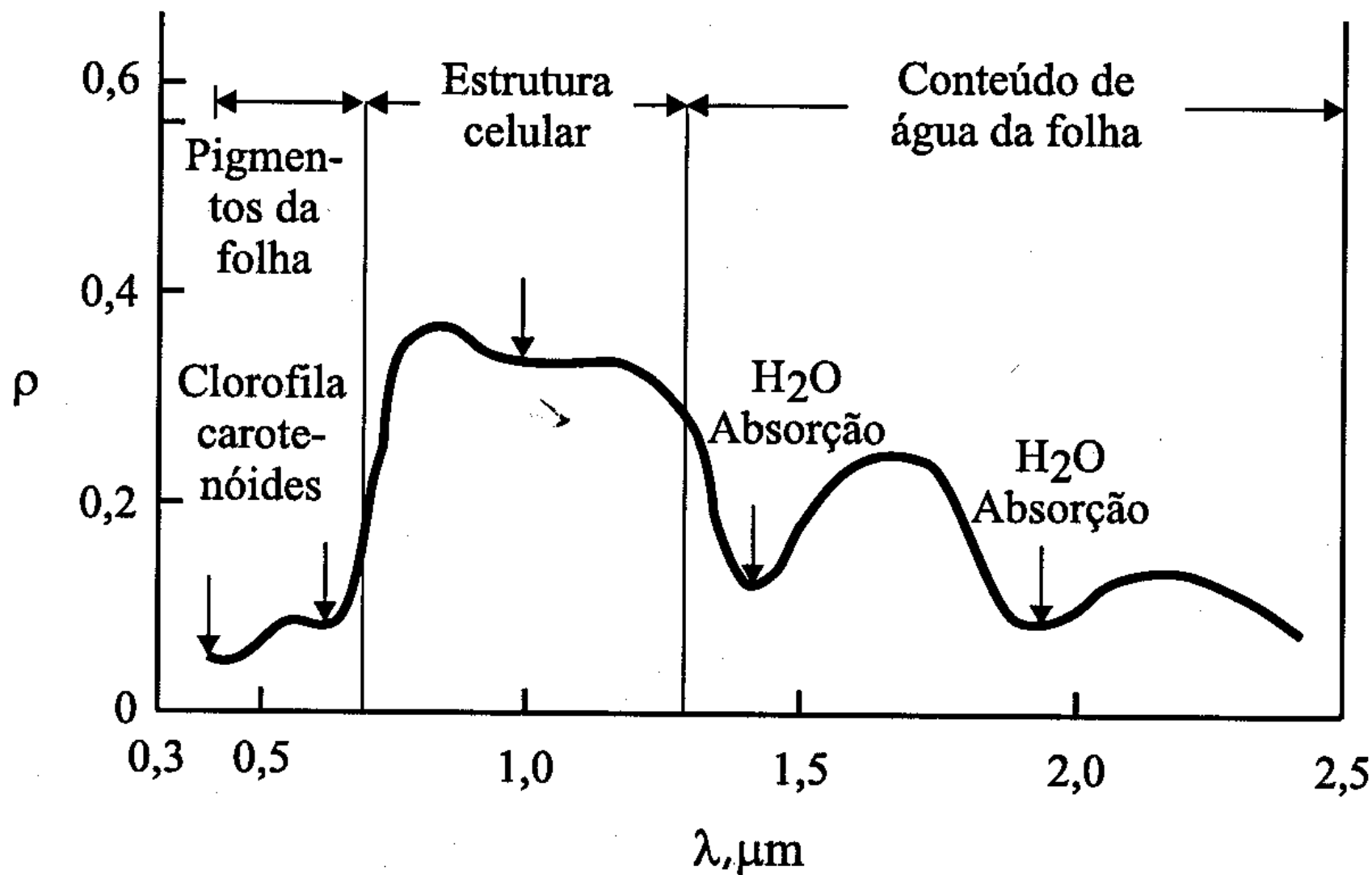
Estrutura da Folha

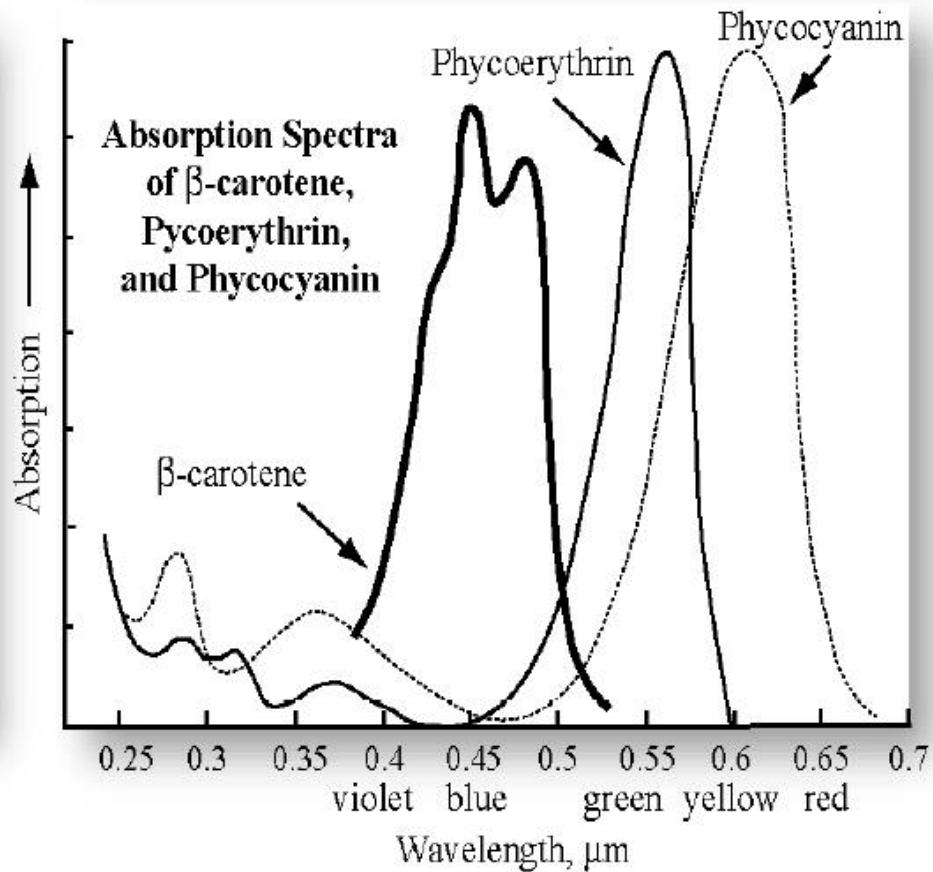
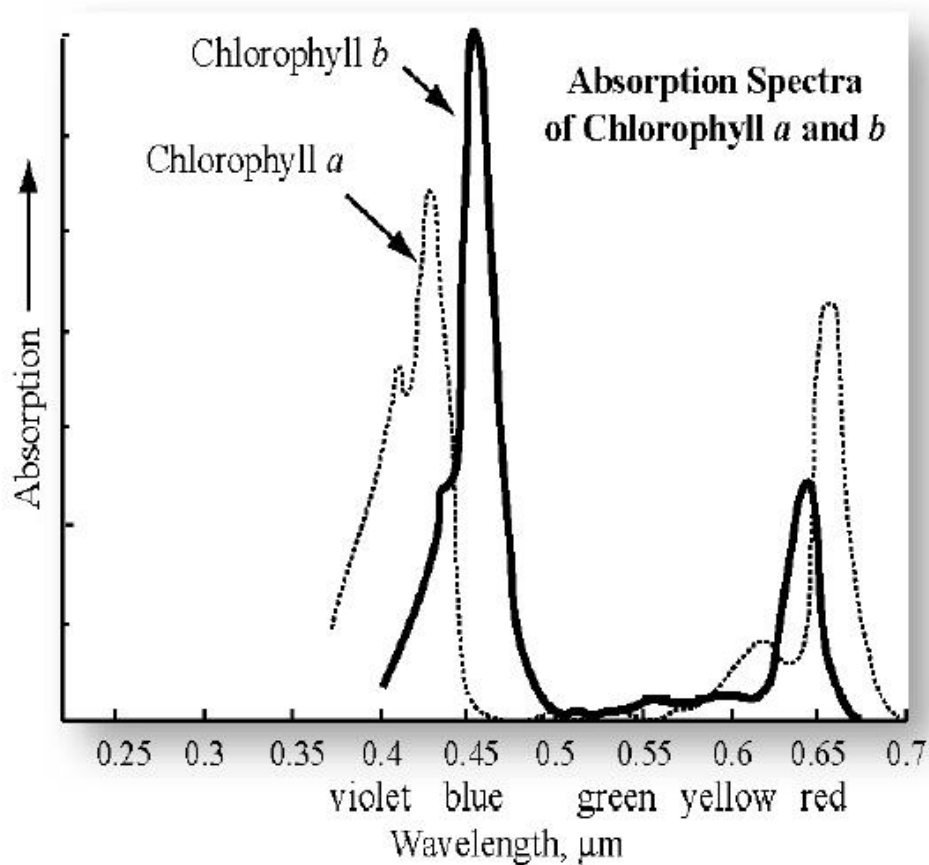
Actual Leaf Cross-section



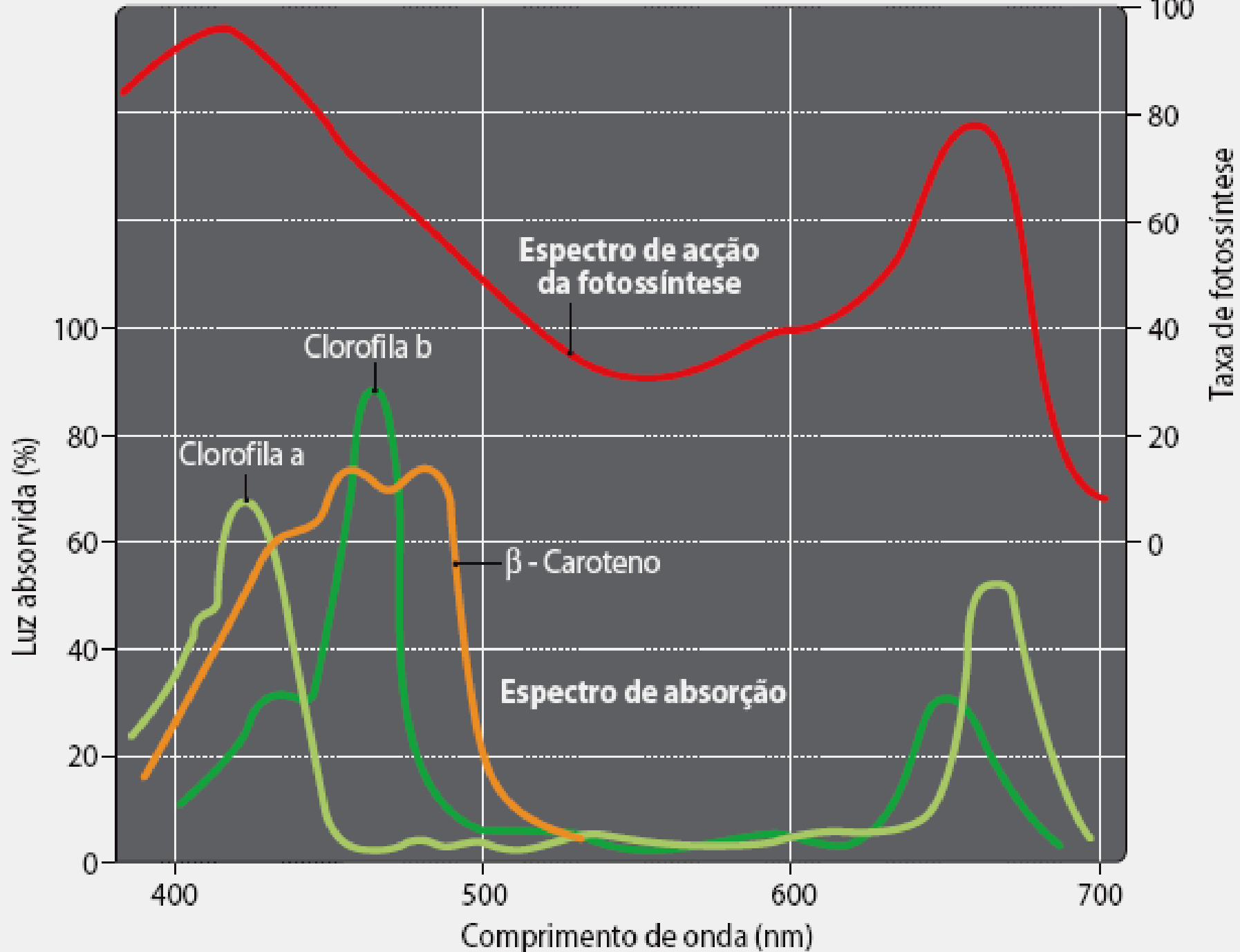
Jensen (2000)

Comportamento Espectral da Vegetação Verde

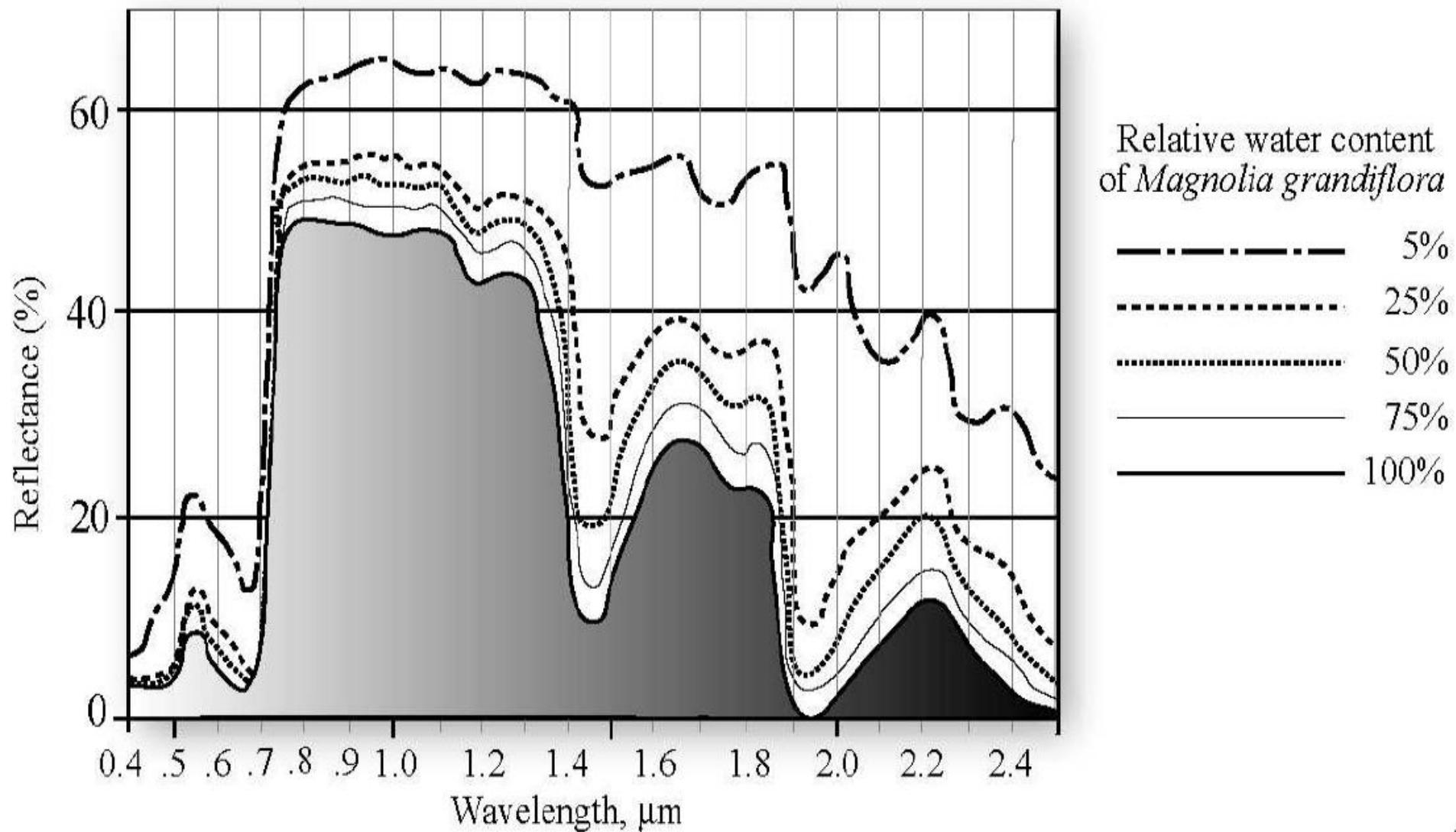




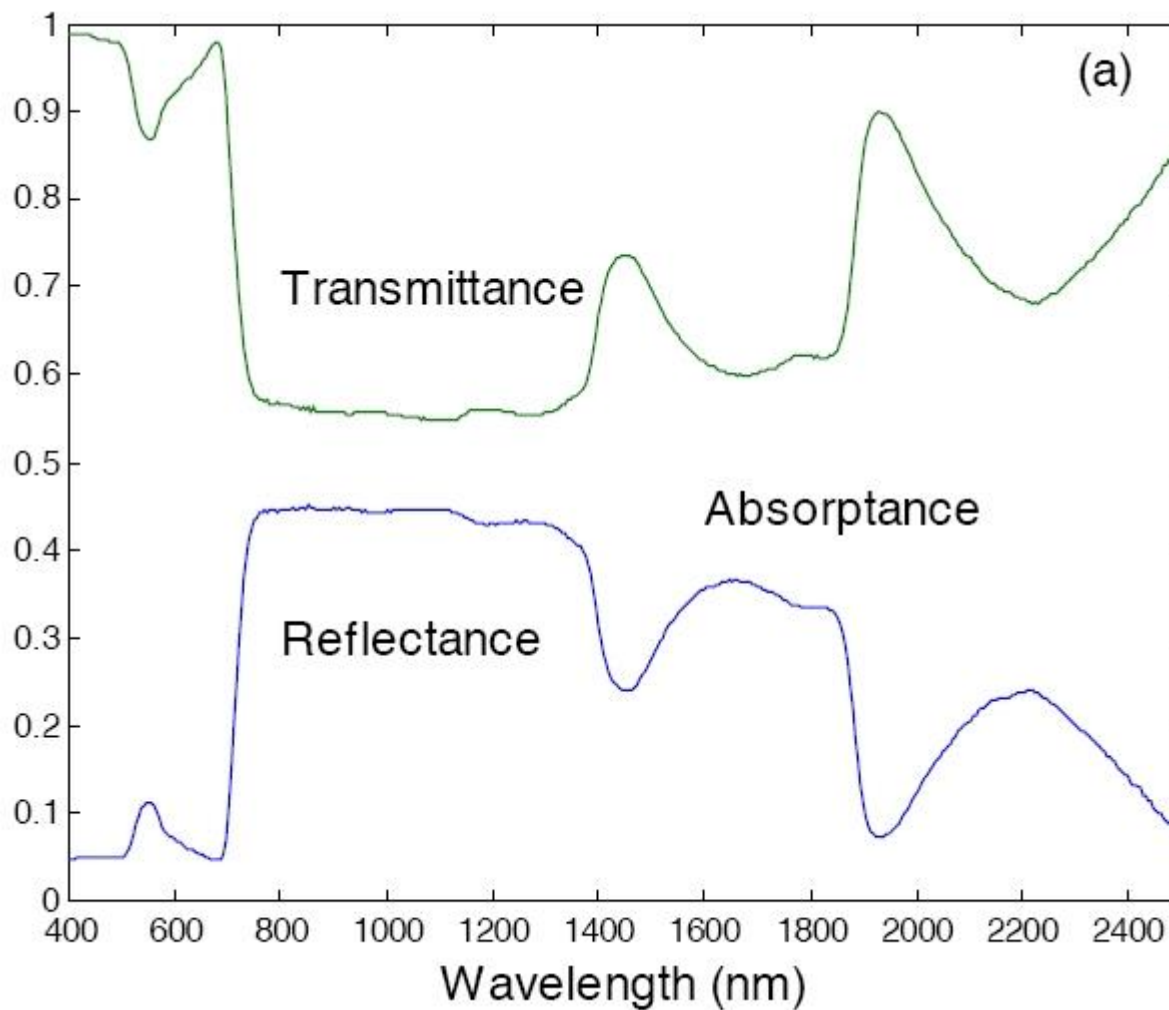
- Chlorophyll *a* peak absorption is at 0.43 and 0.66 μm .
- Chlorophyll *b* peak absorption is at 0.45 and 0.65 μm .
- Optimum chlorophyll absorption windows: 0.45 - 0.52 μm and 0.63 - 0.69 μm



Secagem da Vegetação



Reflectância x Transmittância x Absorbância



Stéphane JACQUEMOUD and Susan L. USTIN 2001

Proc. 8th International Symposium Physical Measurements & Signatures in Remote Sensing, Aussois (France), 8-12

Comportamento Espectral da Vegetação na Região do Visível

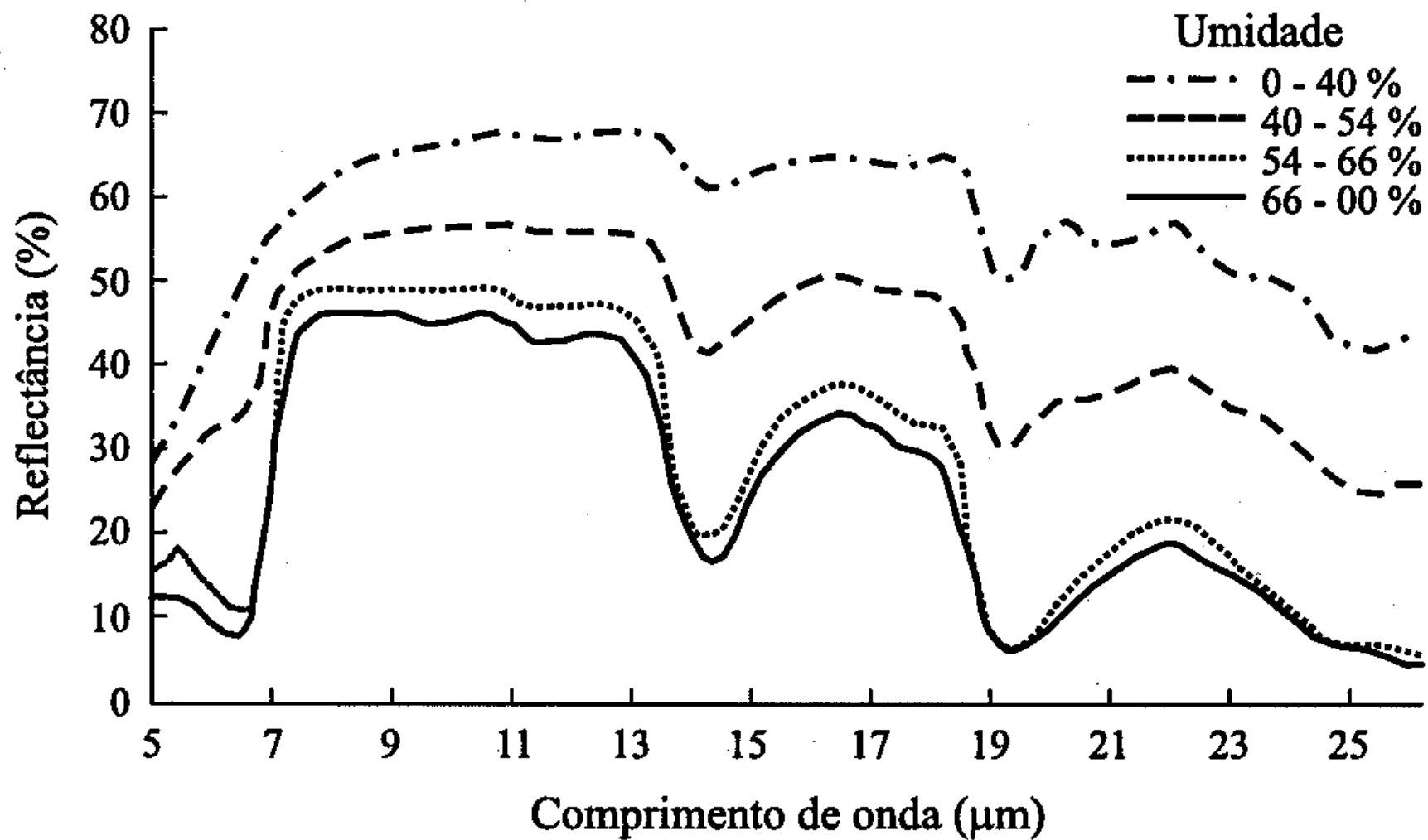
- O comportamento espectral da vegetação no visível é controlado pelos pigmentos de clorofila, carotenóides e xantofila presentes na camada mesófila das folhas.
- Estes pigmentos, principalmente a clorofila a e b são responsáveis pela forte absorção da radiação nos comprimentos de onda do azul (0.45-0.52 μm) e do vermelho (0.63-0.69 μm) (KNIPLING, 1970; CURRAN, 1980; JENSEN, 1983).
- Um relativo pico de reflexão observado em 0.54 μm corresponde à região do verde.
- Quando a vegetação encontra-se em condições de estresse hídrico ou de ressecamento, a produção de clorofila é reduzida e a vegetação passa a absorver menor quantidade de radiação.

Comportamento Espectral da Vegetação na Região do Infravermelho Próximo

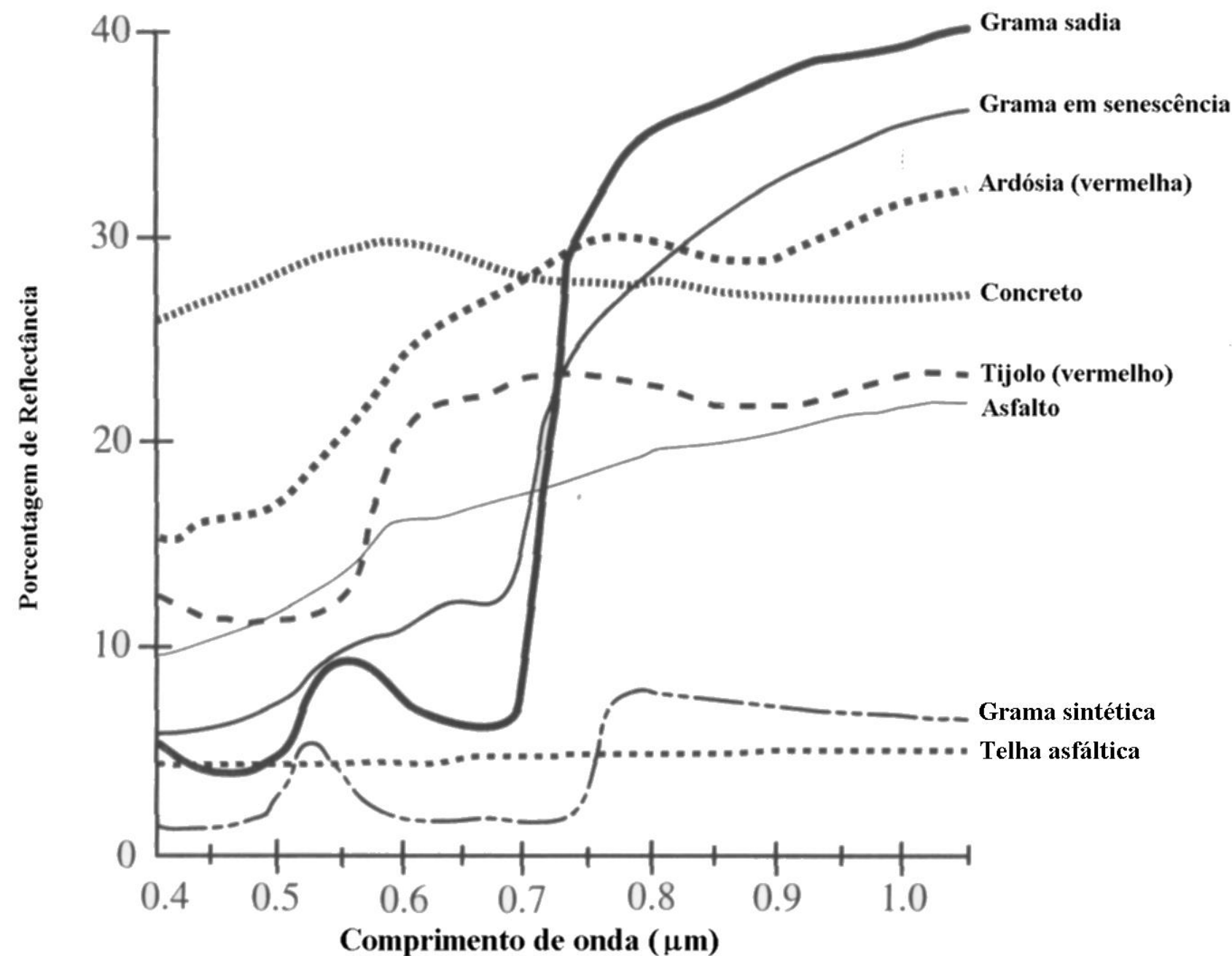
- Na região do infravermelho próximo (0.74 a 1.1 μm) a vegetação reflete grande quantidade de energia.
- A energia refletida é bem correlacionada com a quantidade de biomassa produzida pelas plantas.
- Esta correlação é observada porque o principal fator que controla a reflectância no infravermelho próximo são os espaços intercelulares presentes na camada mesófila.
- A vegetação verde e sadia reflete na região do infravermelho próximo cerca de 45 a 50% da energia que chega. O restante da energia (outros 45 a 50%) é praticamente transmitido para as camadas inferiores ou adjacentes do dossel (JENSEN, 1983).

Comportamento Espectral da Vegetação na Região do SWIR

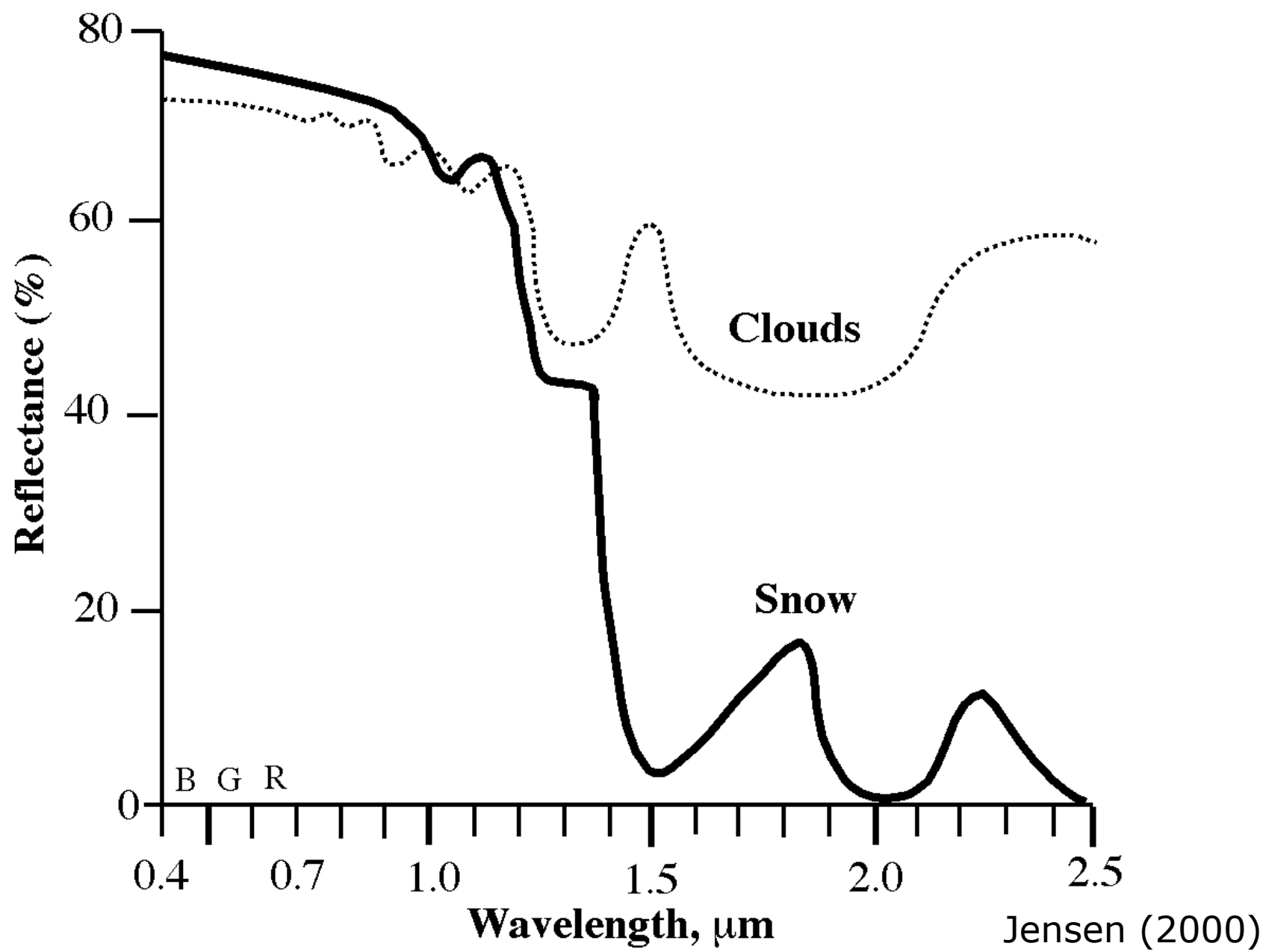
- Na região do infravermelho de ondas curtas (1.3 a 2.5 μm) a vegetação verde possui novamente uma baixa reflectância da energia.
- Este intervalo é controlado pela concentração de água no tecido que ocorre com maior intensidade em 1.4, 1.9 e 2.7 μm (JENSEN, 1983).



Objetos Urbanos



Nuvem e Neve



Landsat 5 Thematic Mapper Data of Charleston, SC



a. Band 1.



b. Band 2.



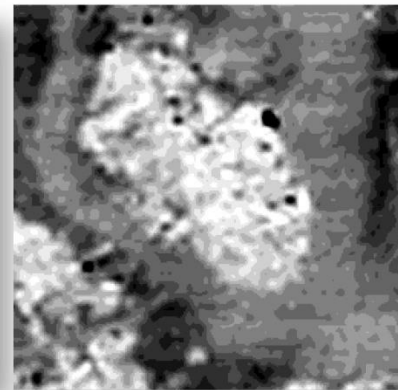
c. Band 3.



d. Band 4.



e. Band 5.



f. Band 6 (thermal infrared).

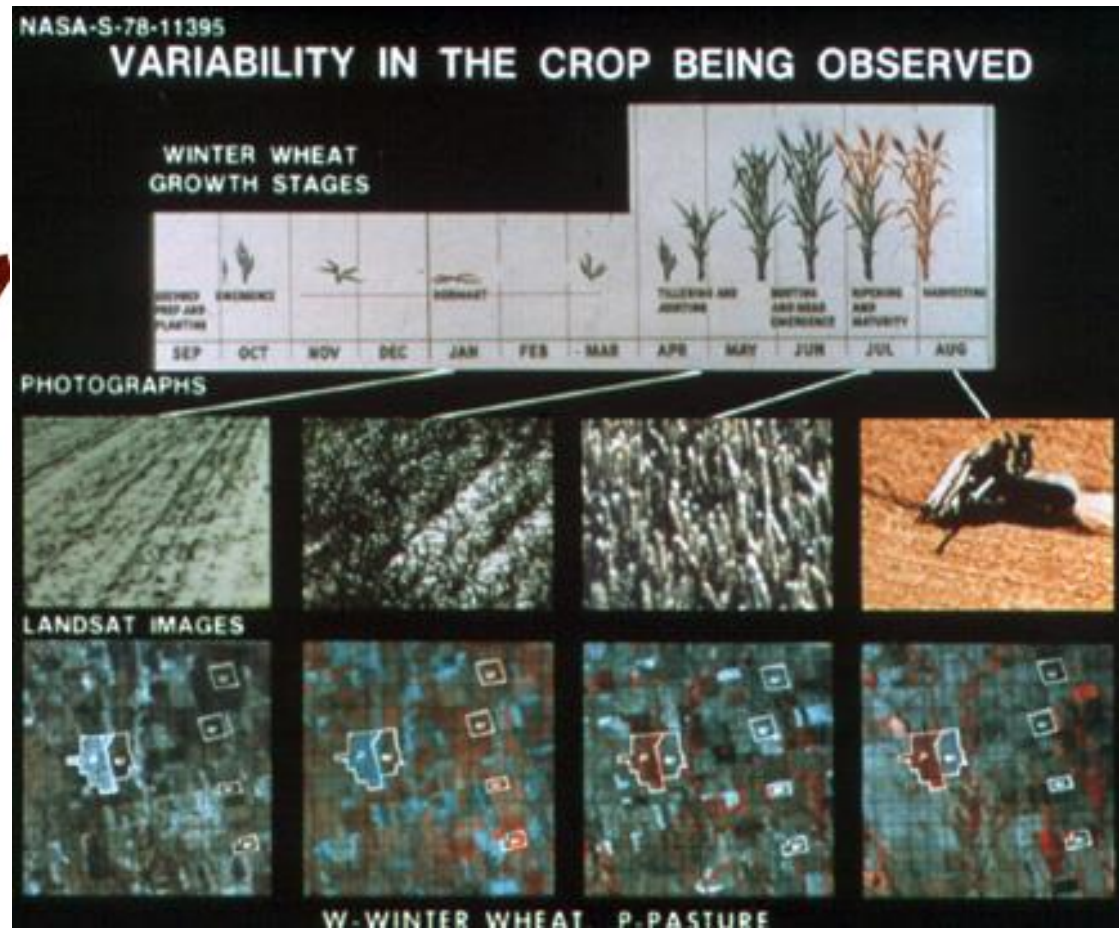
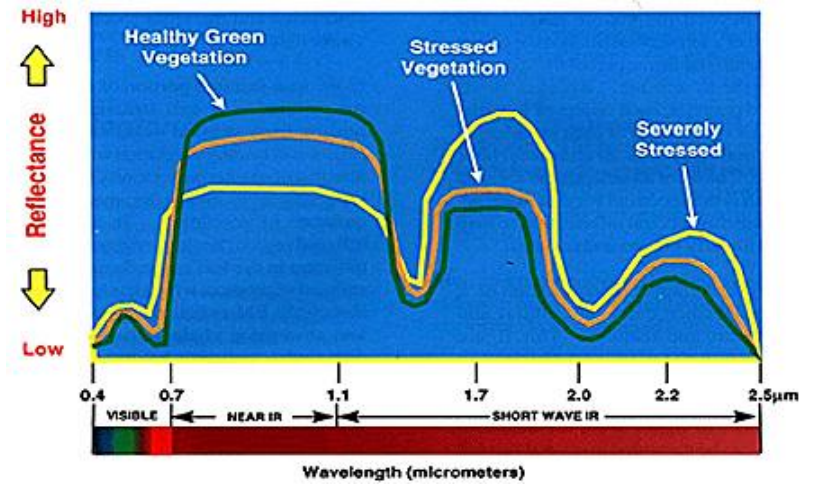
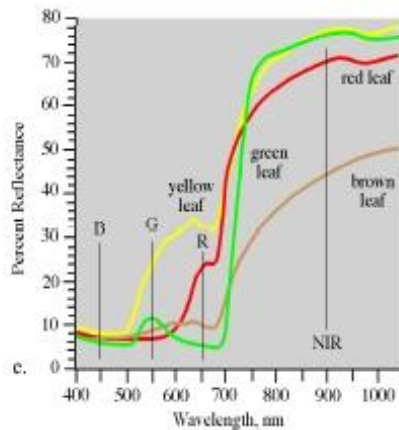
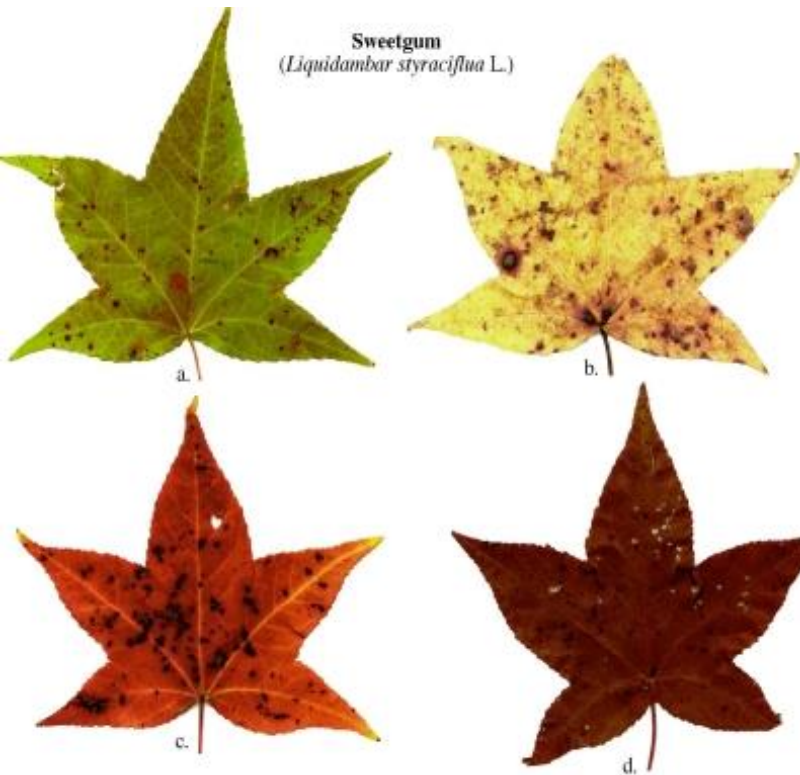


g. Band 7.

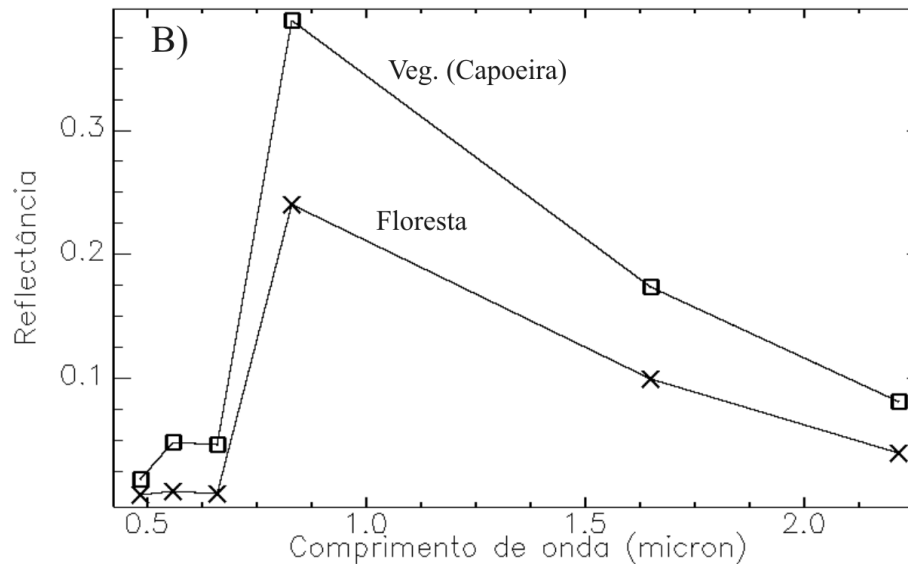
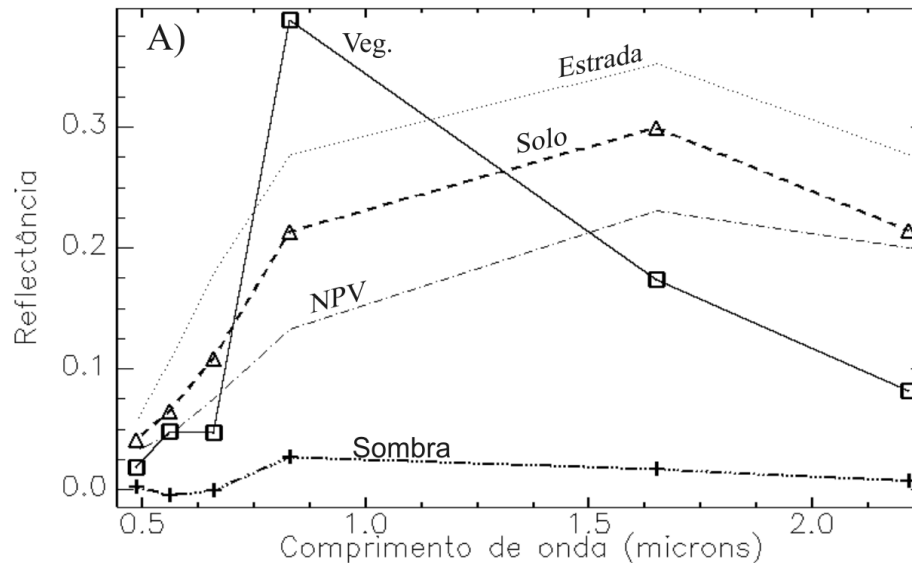
Jensen (2000)

Estado da Vegetação

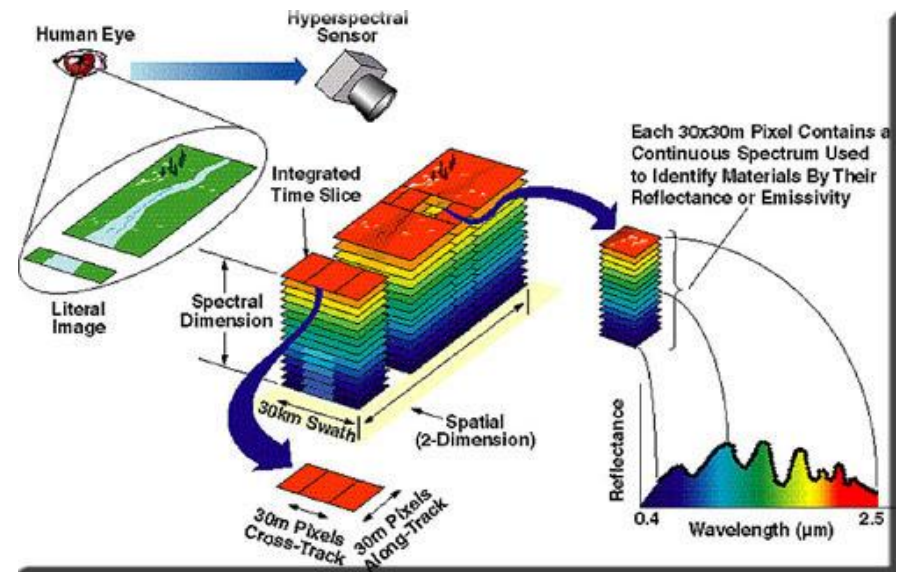
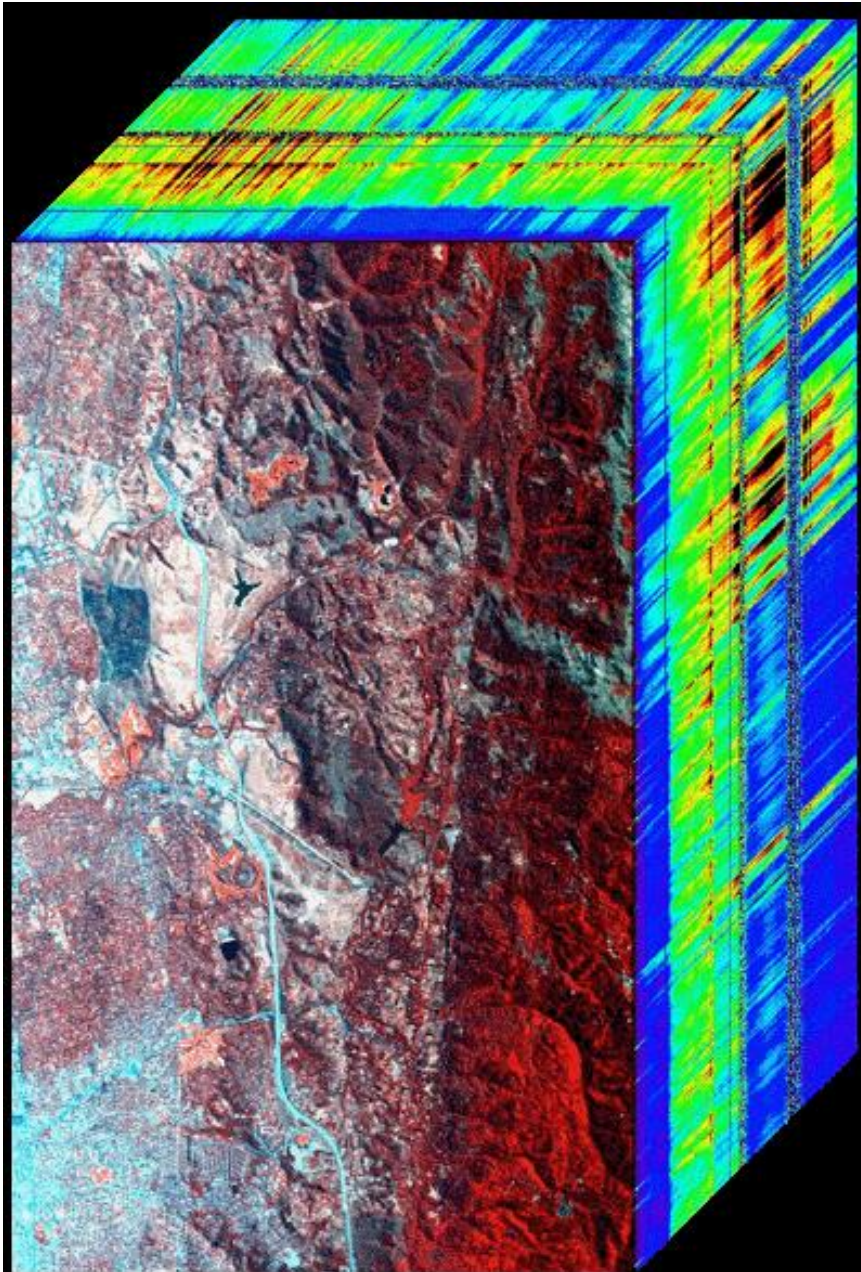
<http://www.cas.sc.edu/geog/rsbook/Exercises/Rse/e03.html>



Espectros Obtidos na Imagem Landsat-5 TM



Sistema Hiperespectral AVIRIS

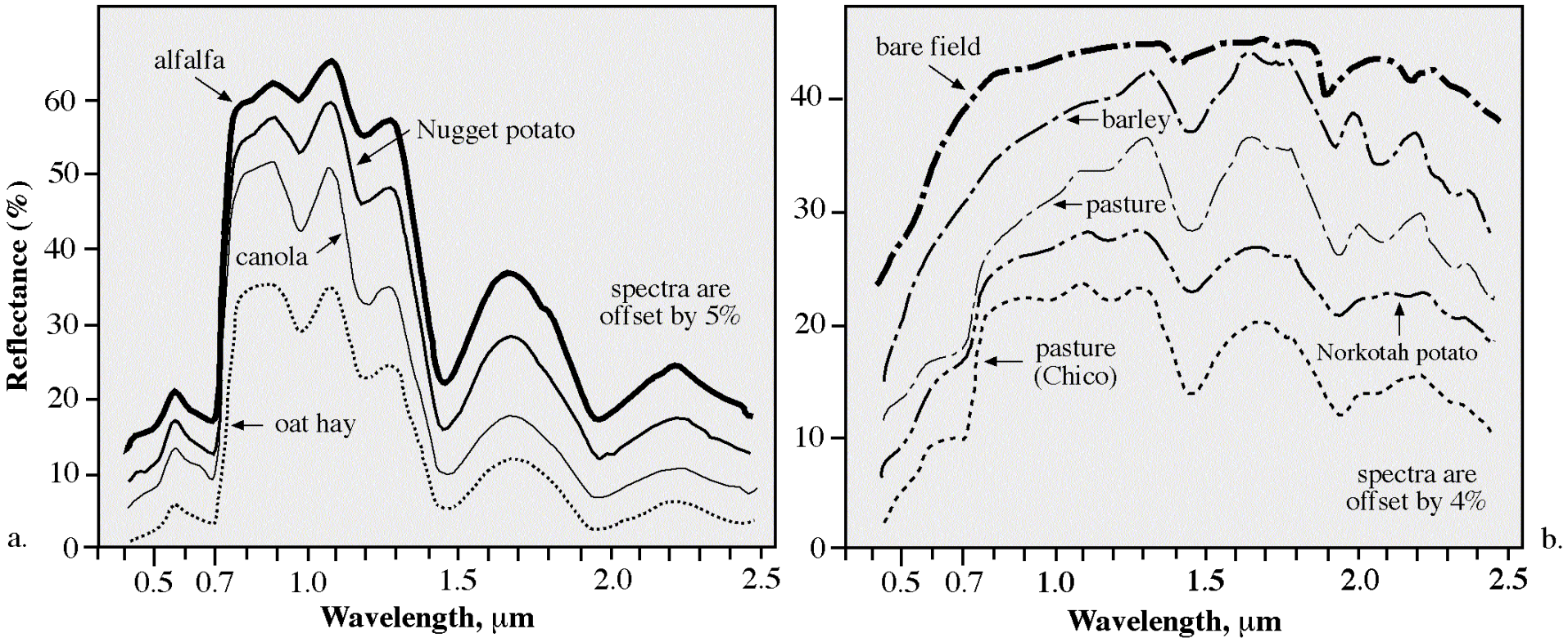


<http://www.eoc.csiro.au/hswwww/Overview.htm>

Reflectância de Alvos Agrícolas

imaging Spectrometer Data of Healthy Green Vegetation in the San Luis Valley of Colorado Obtained on September 3, 1993 Using AVIRIS

AVIRIS Spectral Signatures of Various Crops



224 channels each 10 nm wide with 20 x 20 m pixel

Jensen, 2008

Visão do Esquilo



Both halves of this image show a "red" squirrel: the bottom half through human vision and the top half through squirrel eyes. Dr Pike describes mammals as "rather drab", relying on colour only to blend in with their surroundings rather than for complex communication.

C. DEEMING / T. PIKE

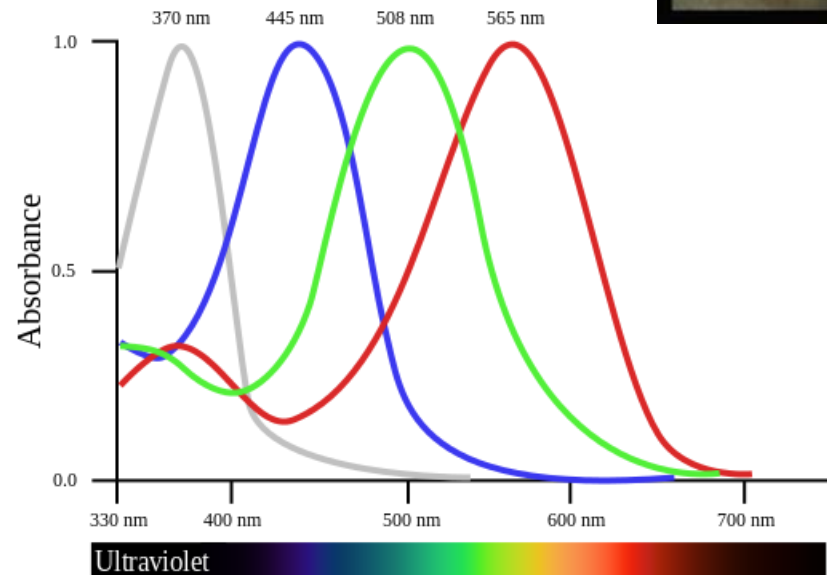
Visão do Cachorro



In contrast, many mammals have only two types of cones, creating a similar colour perception to humans with red-green colour blindness. A dog's "dichromatic" view of the world is shown in this image of an owner's legs. "Animals like dogs rely on olfaction so much that their vision isn't as developed," said Dr Pike.

T. PIKE

Visão do Pássaro



CrITÉrios Importantes na Identificaço da Vegetação e Uso da Terra

- Relação sinal/ruído da imagem.
- Dissimilaridade espectral.
- Aspectos fenolgicos.
- Calendário de plantio dos cultivos.
- Aspectos climáticos: chuva, umidade, sombra.
- Posição do sol: ângulo de elevação solar e de azimute.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

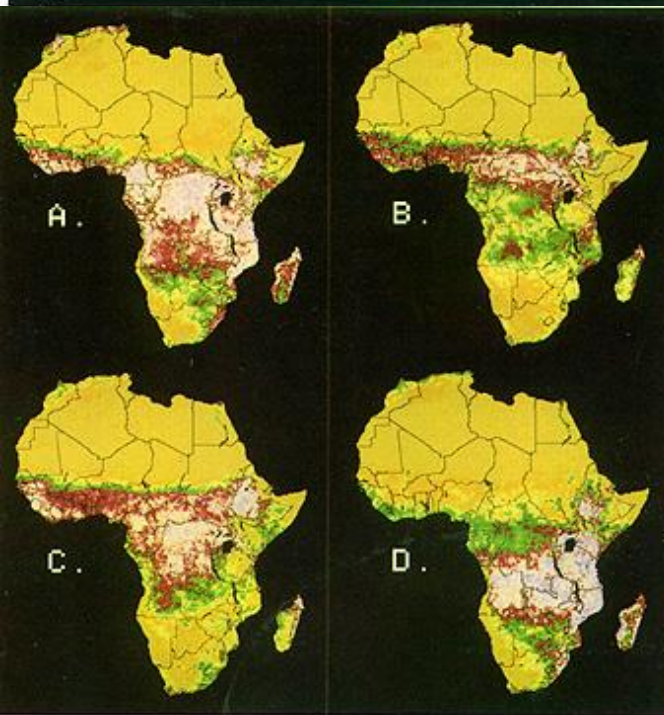
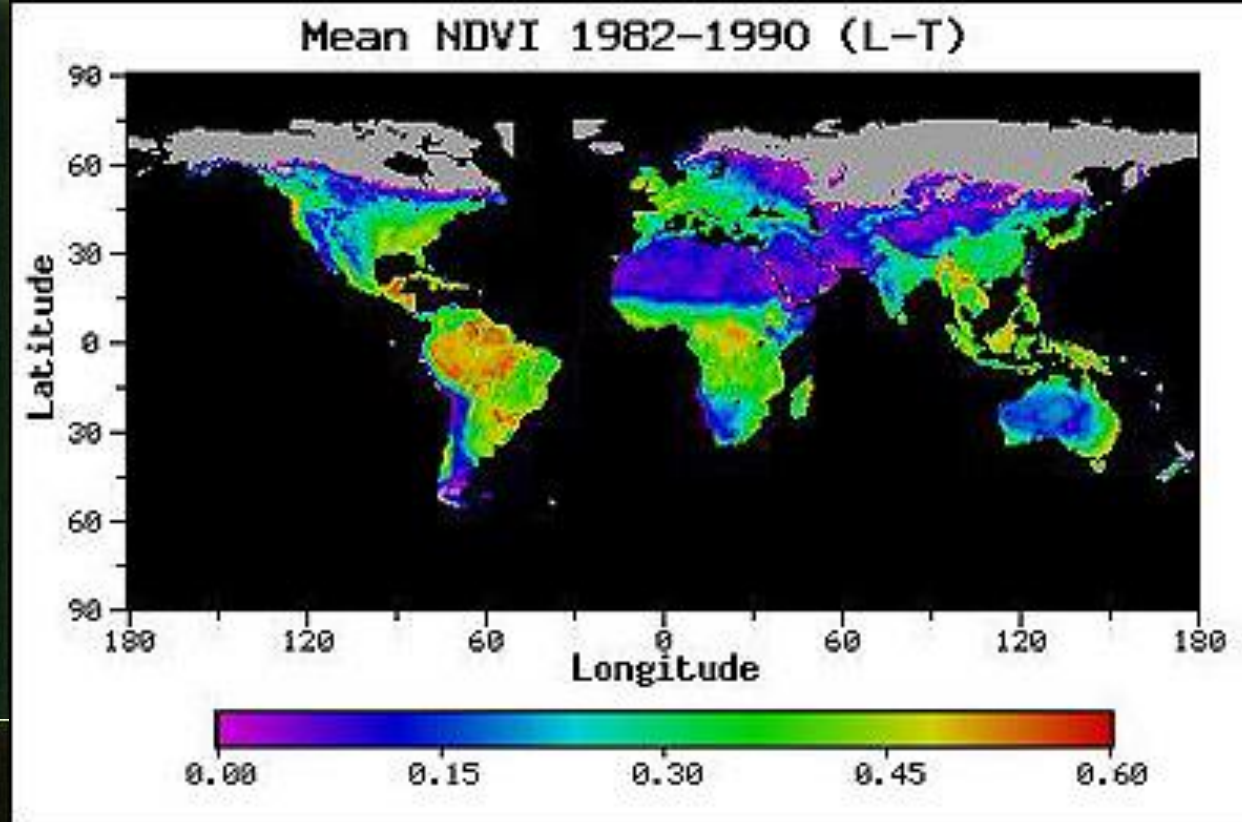
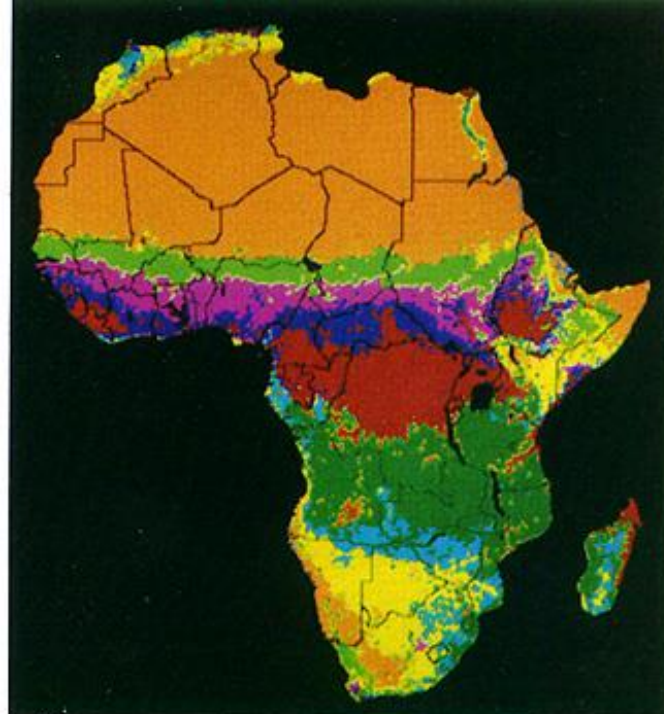
$$\text{NDVI} = (\text{Near IR band} - \text{Red band}) / (\text{Near IR band} + \text{Red band}).$$

$$\text{NDVI (TM)} = (\text{TM4} - \text{TM3}) / (\text{TM4} + \text{TM3})$$

$$\text{AVHRR} = (2 - 1) / (2 + 1).$$

Limitações:

- Saturação do NDVI
- Transmitância da radiação



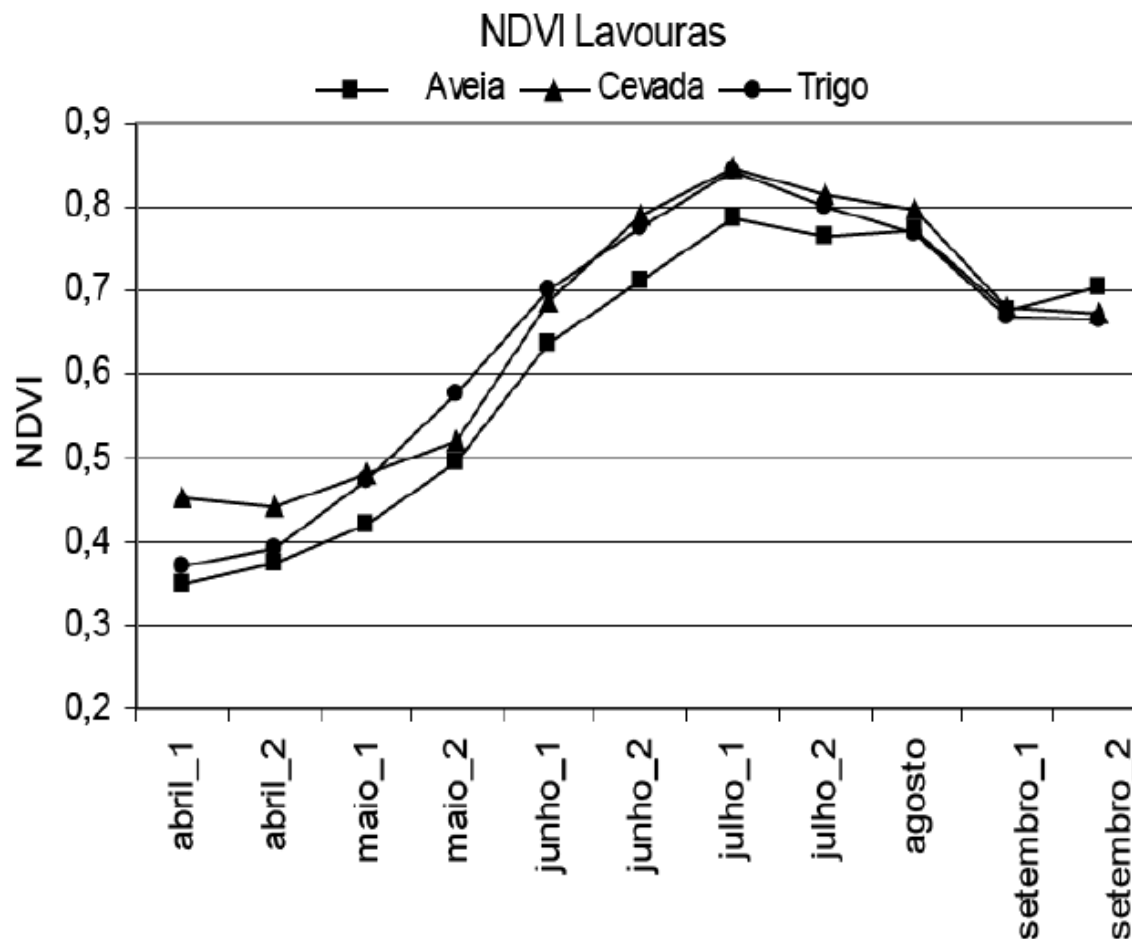


Figura 1 - Perfis temporais de NDVI obtidos em pontos de referência sobre lavouras de aveia, cevada e trigo. Região de abrangência da Cotrijal, 2006.

Amanda Heemann JungesI; Denise Cybis FontanaI
 Avaliação do desenvolvimento das culturas de cereais de inverno no Rio Grande do Sul por meio de perfis temporais do índice de vegetação por diferença normalizada. Cienc. Rural vol.39 no.5 Santa Maria Aug. 2009 Epub June 19, 2009

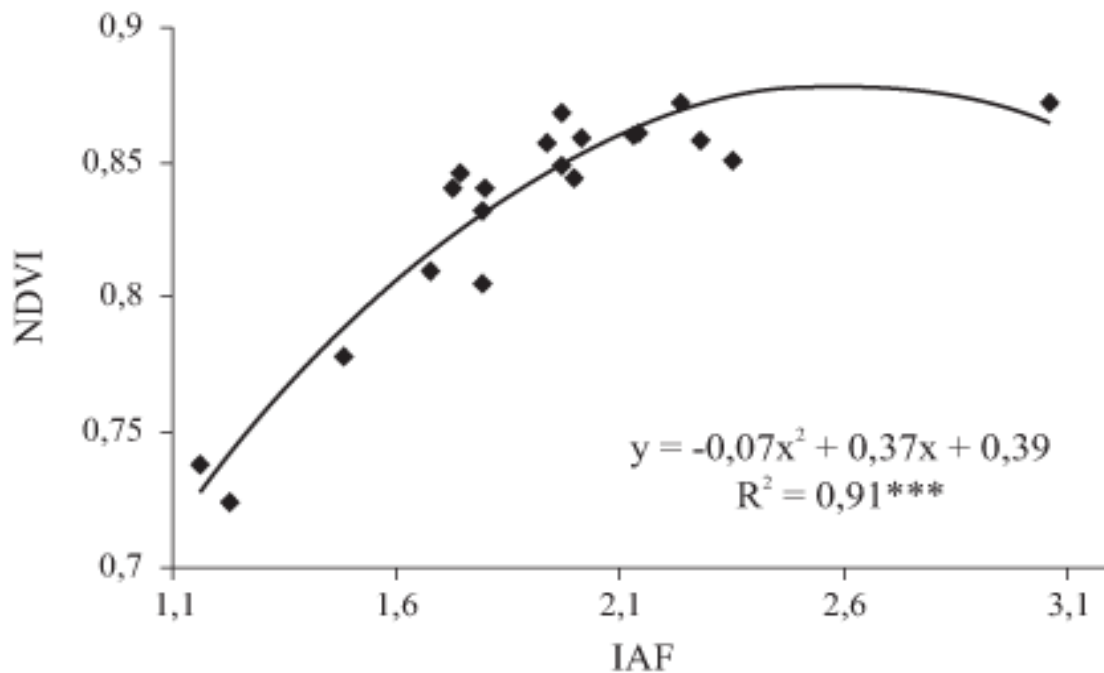
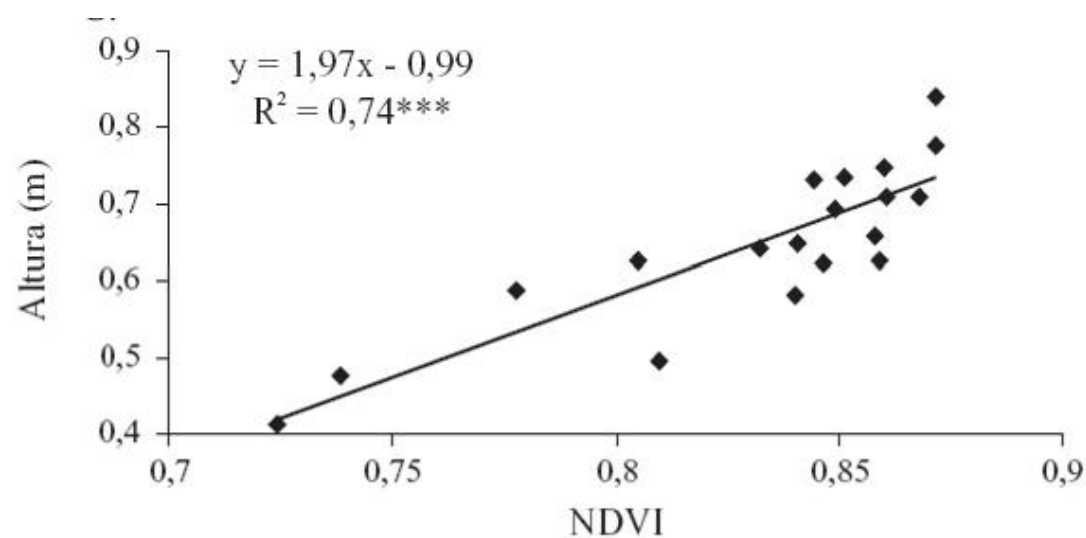


Figura 6. Relação entre índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) e índice de área foliar (IAF) aos 95 dias após a emergência



Anamari et al. Utilização de sensor óptico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. Rev. bras. eng. agríc. ambient. v.13 n.2 Campina Grande março/abr. 2009

Perguntas

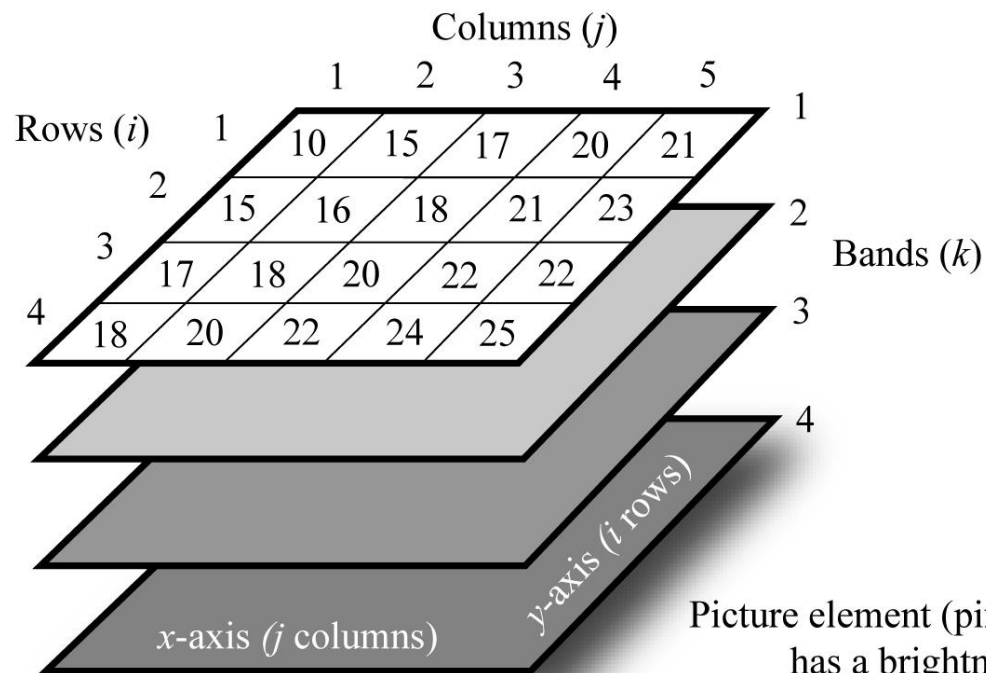
- Comente a respeito do comportamento espectral da vegetação no visível (VIS), infravermelho próximo (NIR) e no infravermelho médio (SWIR1 e SWIR2). Quais são os fatores que controlam a reflexão e absorção?
- Caracterize a transmissão de energia por parte da vegetação no VIS, NIR e SWIR.
- Como a secagem e/ou estresse hídrico interfere no comportamento espectral da vegetação?
- Como a época do ano interfere na extração da informação?
- O comportamento espectral de uma folha verde é igual a de um dossel florestal?
- Qual a importância da análise temporal no estudo da vegetação e no planejamento.

Características das Imagens e Tipos de Resolução

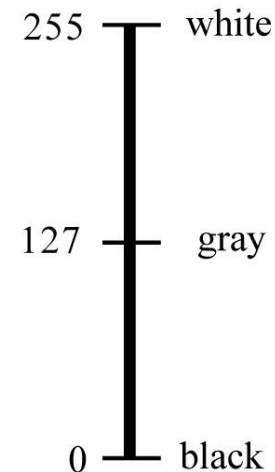
Características das Imagens

Remote Sensing Raster (Matrix) Data Format

Digital Image Terminology



Brightness value
range (often 8-bit)

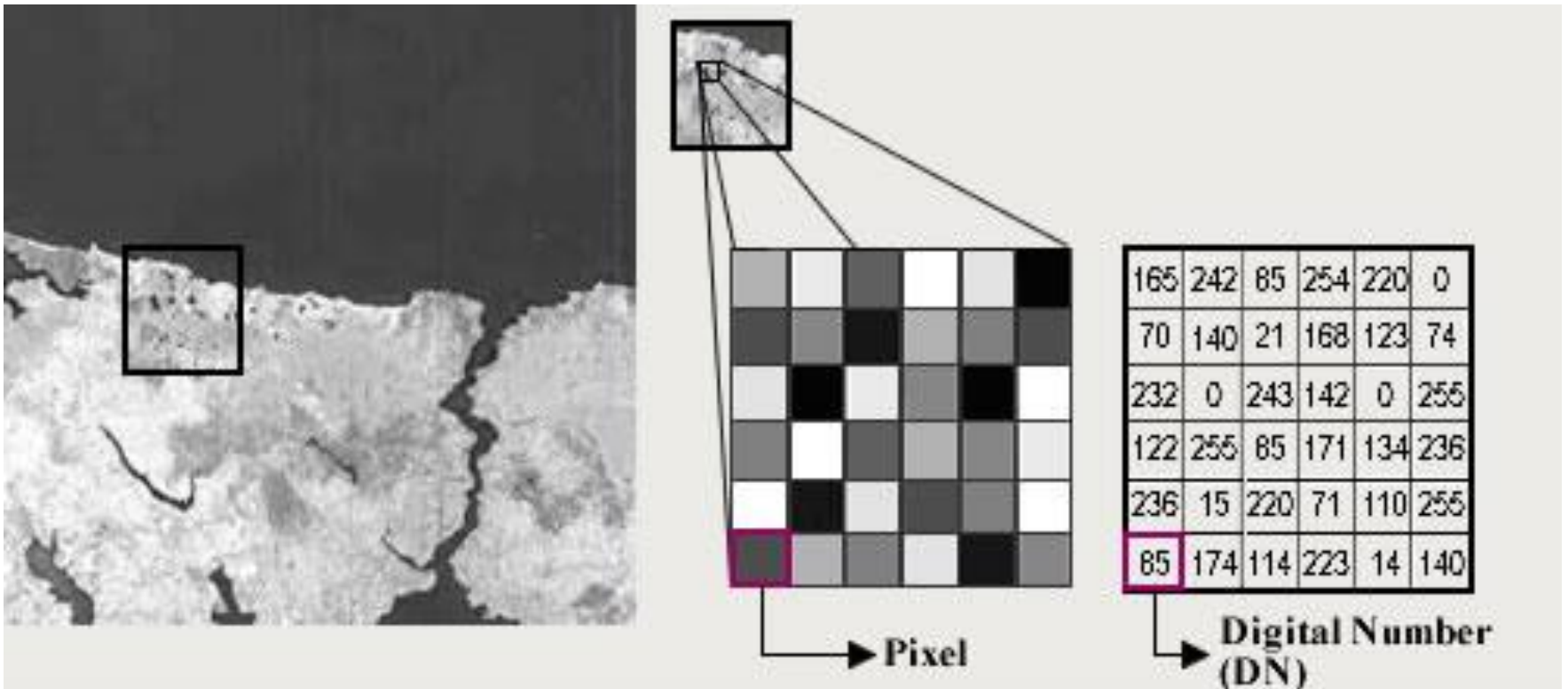


Associated
grayscale

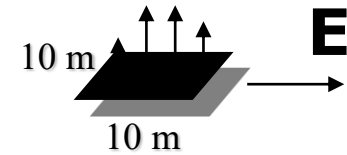


Picture element (pixel) at location row 4, column 4, band 1
has a brightness value of 24, i.e., $BV_{4,4,1} = 24$

Nível de Cinza (NC)



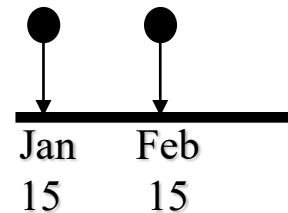
Tipos de Resolução



Espacial – capacidade de distinguir 2 objetos separados por uma determinada distância (relacionado ao tamanho do pixel).



Espectral - número e largura das bandas espectrais do sensor



Temporal - repetitividade do satélite (tempo entre as passagens pela mesma área)



Radiométrica -sensibilidade na detecção de pequenas diferenças na energia eletromagnética, expressa pelo número de tons de cinza (DNs)

Imagery of Harbor Town in Hilton Head, SC, at Various Nominal Spatial Resolutions



a. 0.5 x 0.5 m.



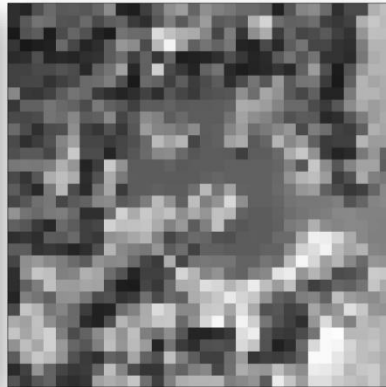
b. 1 x 1 m.



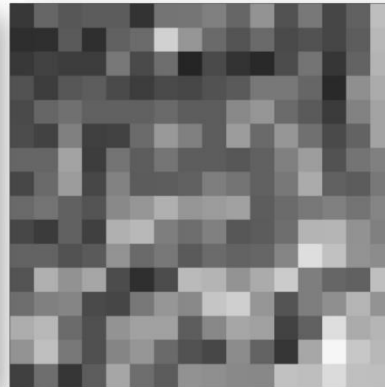
c. 2.5 x 2.5 m.



d. 5 x 5 m.



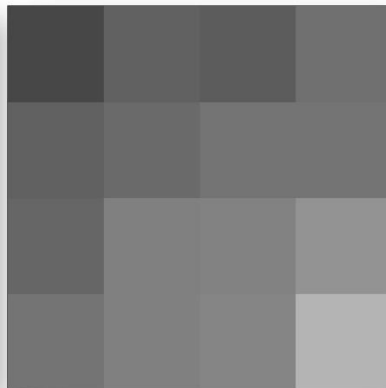
e. 10 x 10 m.



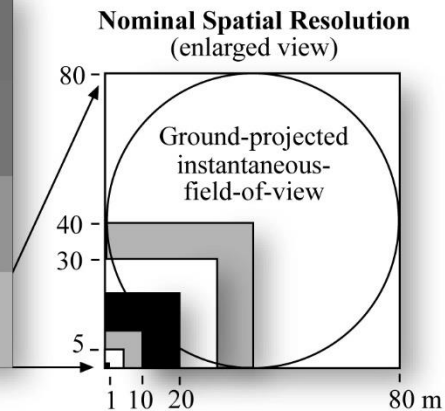
f. 20 x 20 m.



g. 40 x 40 m.



h. 80 x 80 m.

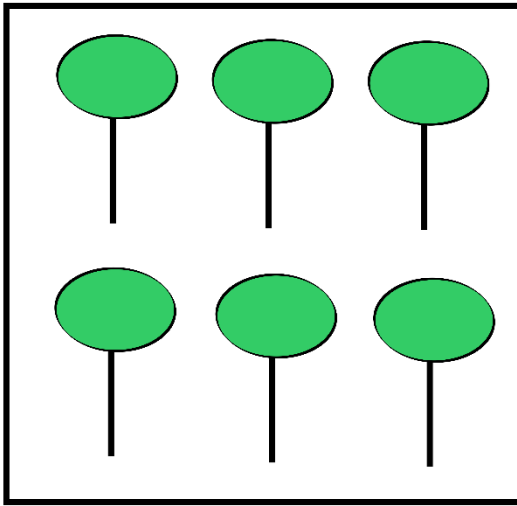


Resolução Espacial

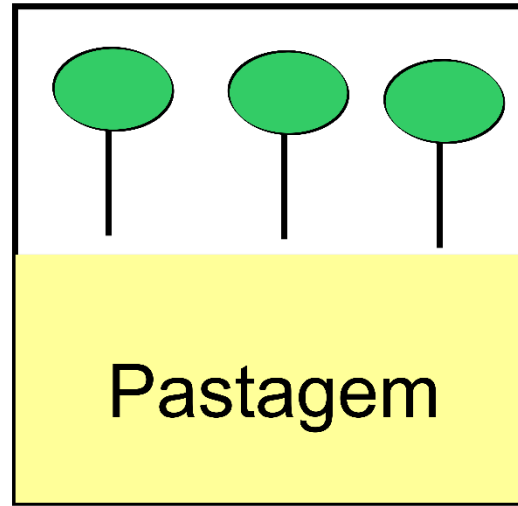
Jensen (2004)

Efeito de Mistura do Pixel

100% (Floresta)

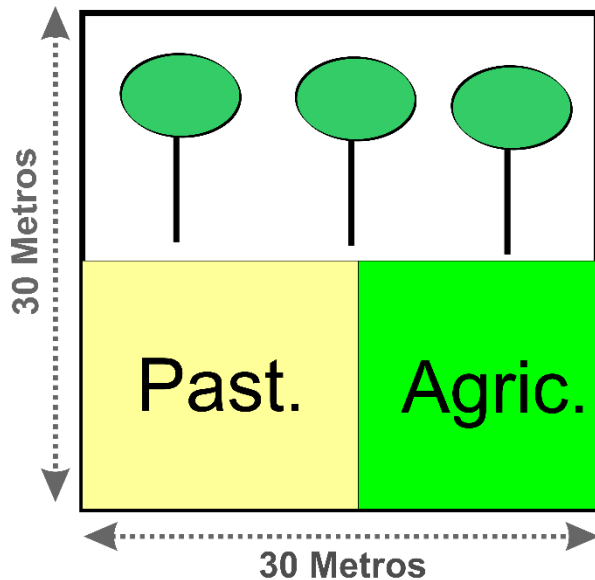


50% (Flor.) + 50% (Past.)

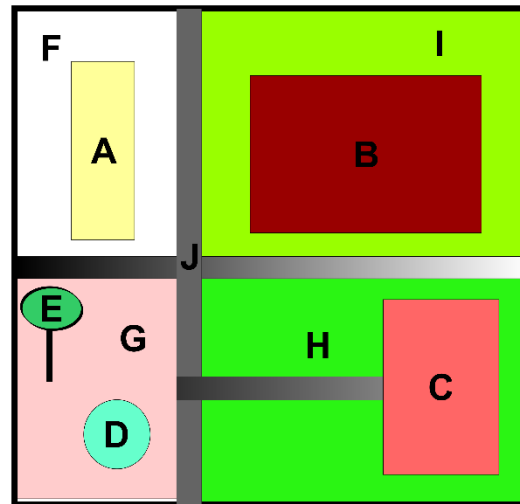


Especialmente em aplicações urbanas, a resolução espacial do pixel precisa ser maior para diminuir o efeito de mistura.

50% (Flor.) + 25% (Past.) + 25% (Agr.)

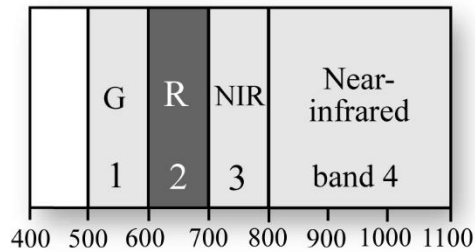


Área Urbana (A + B + C + ...)

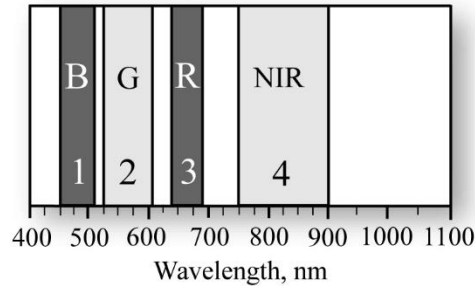


A + B + C + D + E + F + G + H + I + J

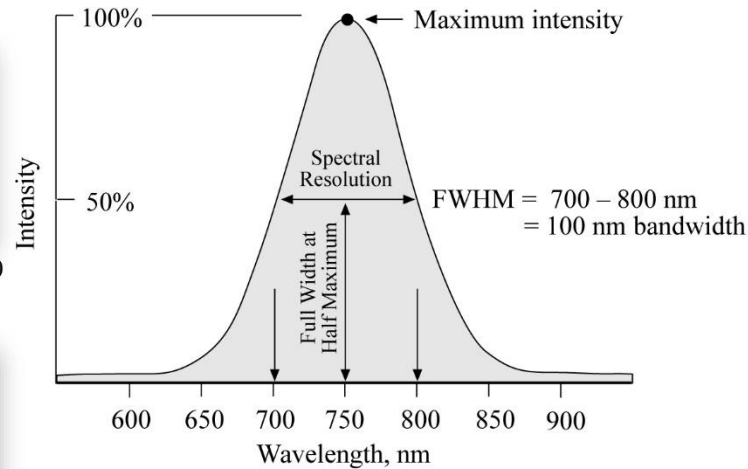
Landsat Multispectral Scanner



Positive Systems ADAR 5500



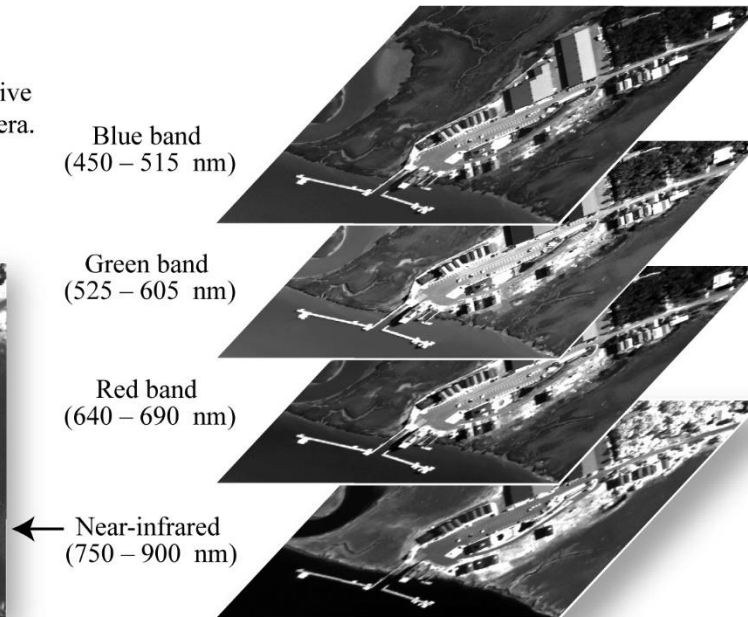
a. Nominal spectral resolution of the Landsat Multispectral Scanner and Positive Systems ADAR 5500 digital frame camera.



b. Precise bandpass measurement of a detector based on Full Width at Half Maximum criteria.



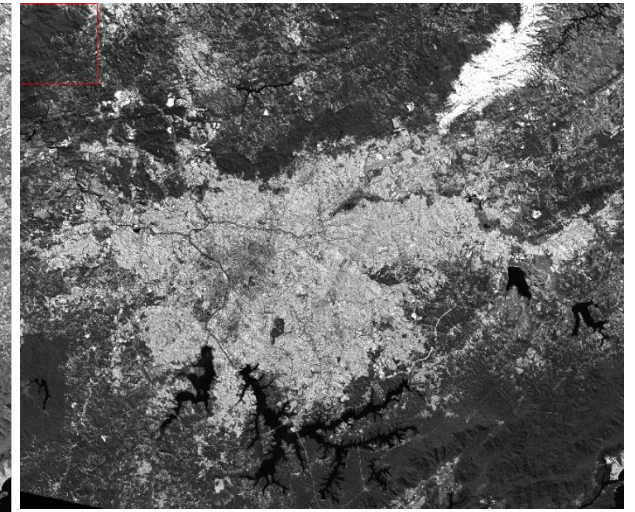
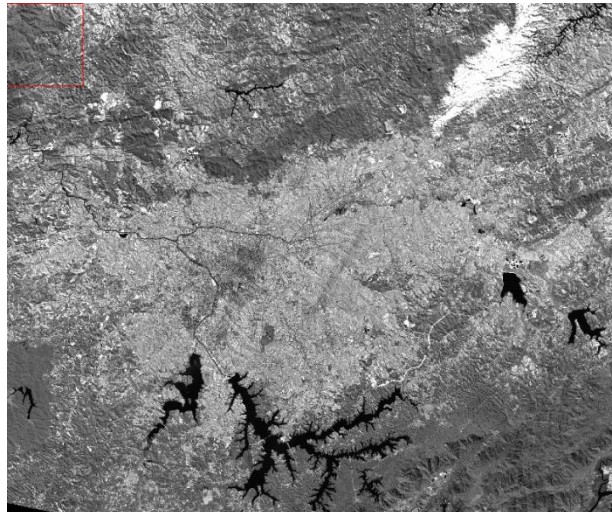
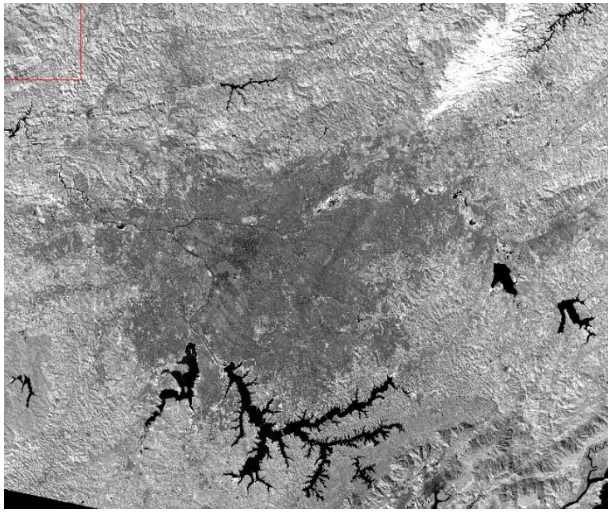
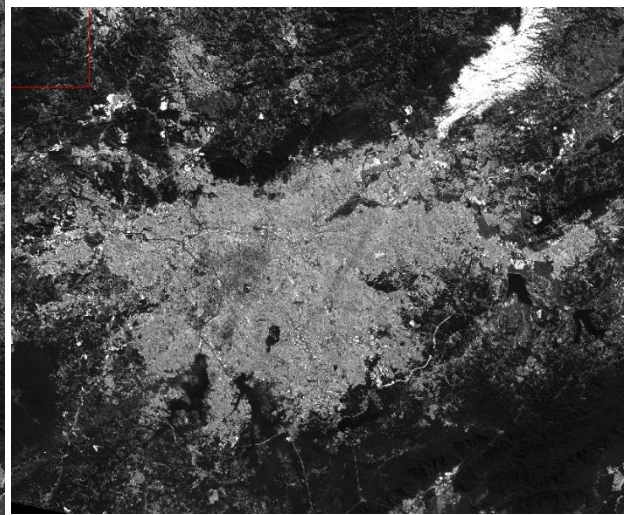
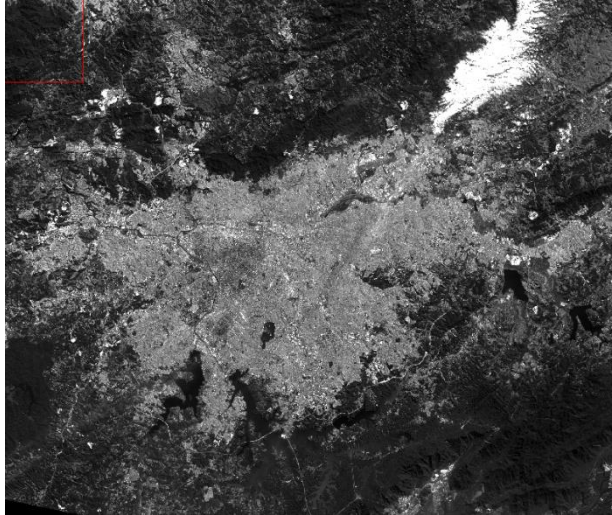
c. Single band of ADAR 5500 data.



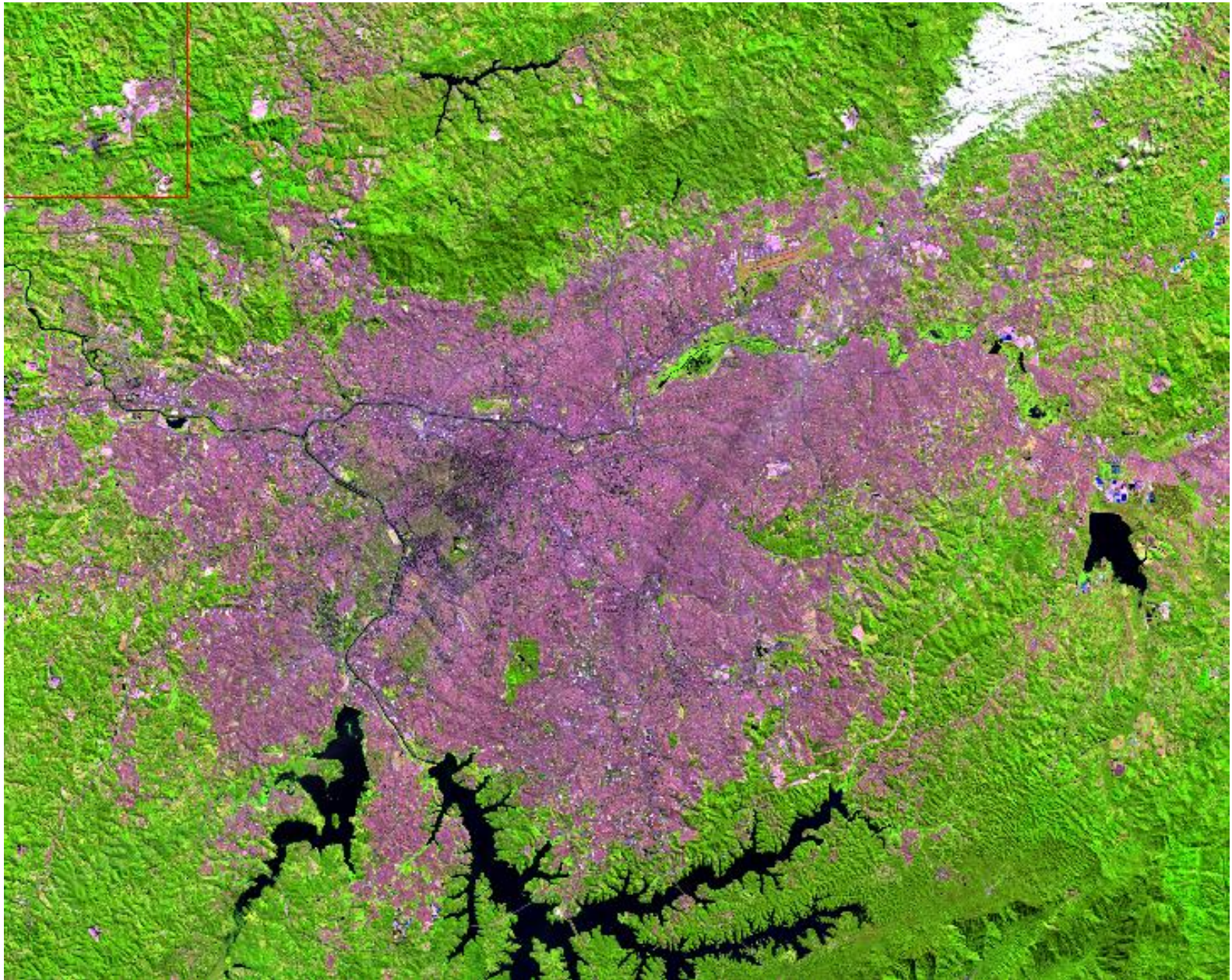
d. Multispectral remote sensing.

Resolução Espectral

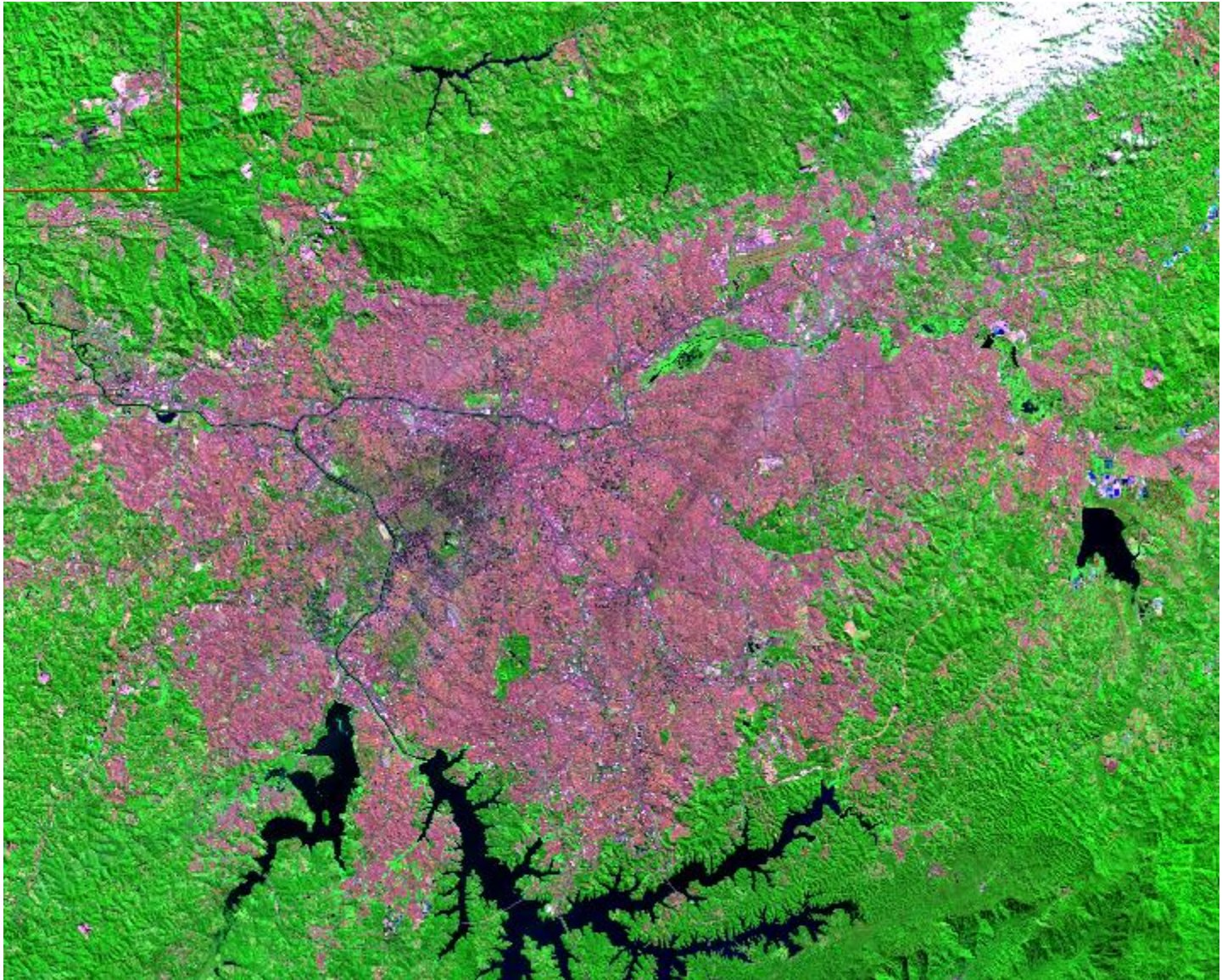
Landsat 8 OLI 2013



Composição 654 em RGB



Composição 742 em RGB



Composição em Falsa Côr

Composição 432



Composição em Cor Falsa

Composição 543



Composição em Falsa Côr

RESOLUÇÃO TEMPORAL

- Refere-se a:
 - a taxa de revisita do satélite
- Depende:
 - do tamanho da área imageada
 - da órbita do satélite

RESOLUÇÃO RADIOMÉTRICA

- Resolução radiométrica é definida pelo processador portado pelo satélite
- Refere-se a:
 - a **quantidade de bits** (n) com que a energia eletromagnética é quantizada
- Define a:
 - quantidade de níveis de cinza = 2^n
níveis de cinza

Radiometric Resolution

0



7-bit
(0 - 127)

0



8-bit
(0 - 255)

0



9-bit
(0 - 511)

0



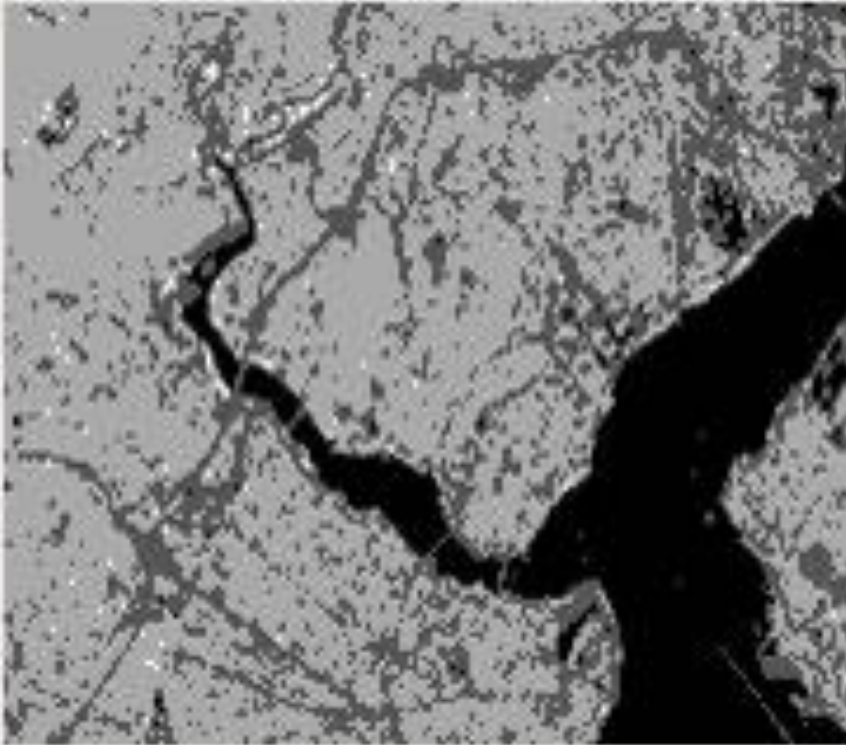
10-bit
(0 - 1023)

1bit – 5 bits



(Crosta, 1999)

2 bits – 8 bits



(1)



(2)

RELAÇÃO: RES. ESPACIAL X RES. TEMPORAL

Landsat- 7 ETM+ : 16 dias (30 m)

CBERS CCD: 26 dias (20 m)

SPOT HRVIR : 26 dias (20 m)

GOES: 30 minutos (700 m)

SeaWiFS: 1 dia (1130m)

Ikonos: 4 e 1m (programável)

QUAL SENSOR POSSUIA MELHOR RESOLUÇÃO?

	TM	HRV	AVHRR
Frequência da aquisição de imagens	16 dias	26 dias	2 vezes ao dia
Resolução espacial	30 m 120 m (Banda6)	20 m (Banda1 a 3) 10 m (Pan)	1.1 Km (nominal)
Resolução radiométrica	8 bits	8 bits (1-3) 6 bits (Pan)	8 bits
Resolução espectral bandas espectrais (micrômetros)	Banda1 - 0.45-0.52 Banda2 - 0.52-0.60 Banda3 - 0.63-0.69 Banda4 - 0.76-0.90 Banda5 - 1.55-1.75 Banda6 - 10.74-12.5 Banda7 - 2.08-2.35	Banda1 - 0.50-0.59 Banda2 - 0.61-0.68 Banda3 - 0.79-0.89 Pan - 0.51-0.73	Banda 1 - 0.58-0.68 Banda 2 - 0.725-1.1 Banda 3 - 3.55-3.93 Banda 4 - 10.30-11.30 Banda 5 - 11.50-12.50

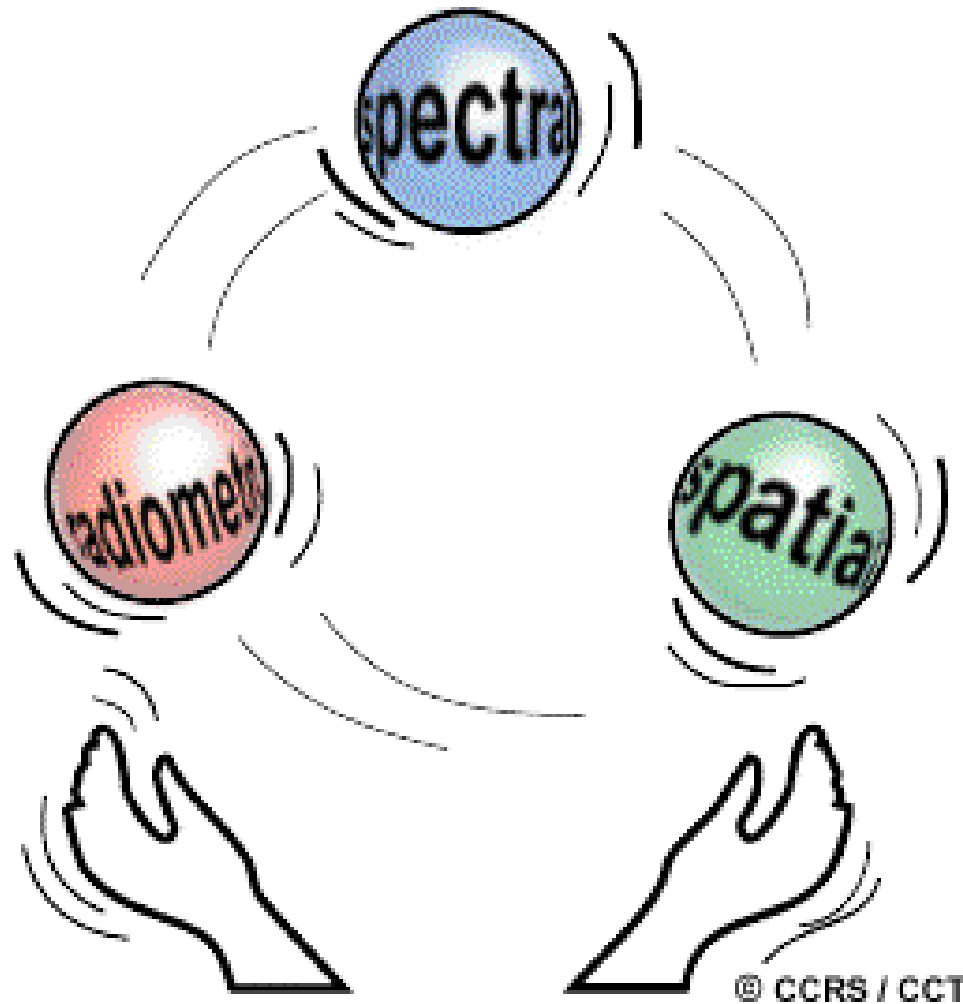
Qual o melhor sensor para monitoramento de queimadas na escala de poucos dias?

Qual o melhor sensor para aplicações em áreas urbanas?

Qual o melhor sensor para estudo de processos costeiros?

Qual o melhor sensor para estudo da vegetação?

"...you just can't have it all!..."

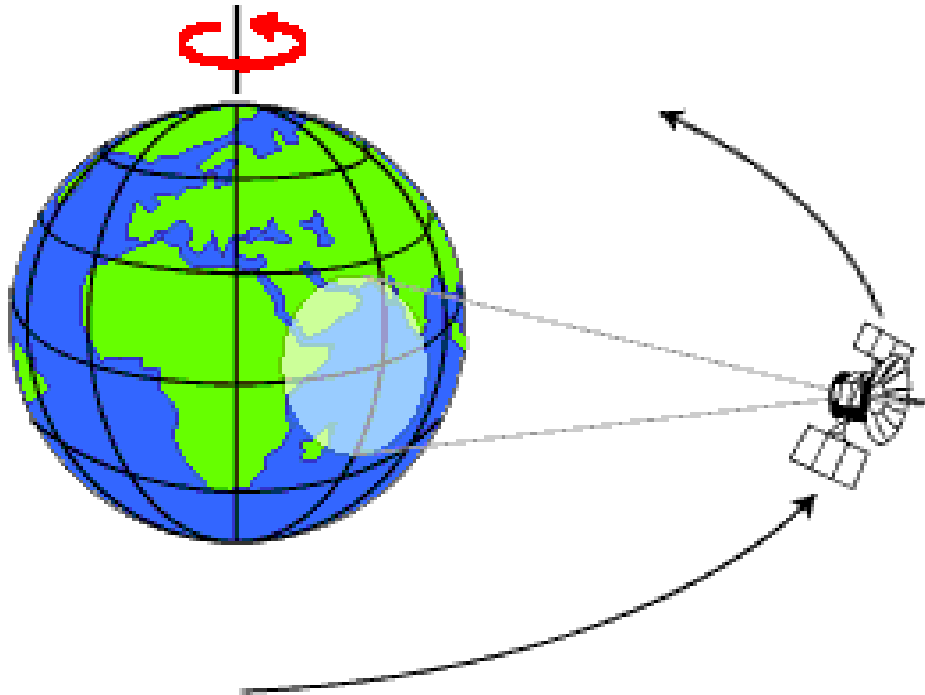


Órbita dos Satélites

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.

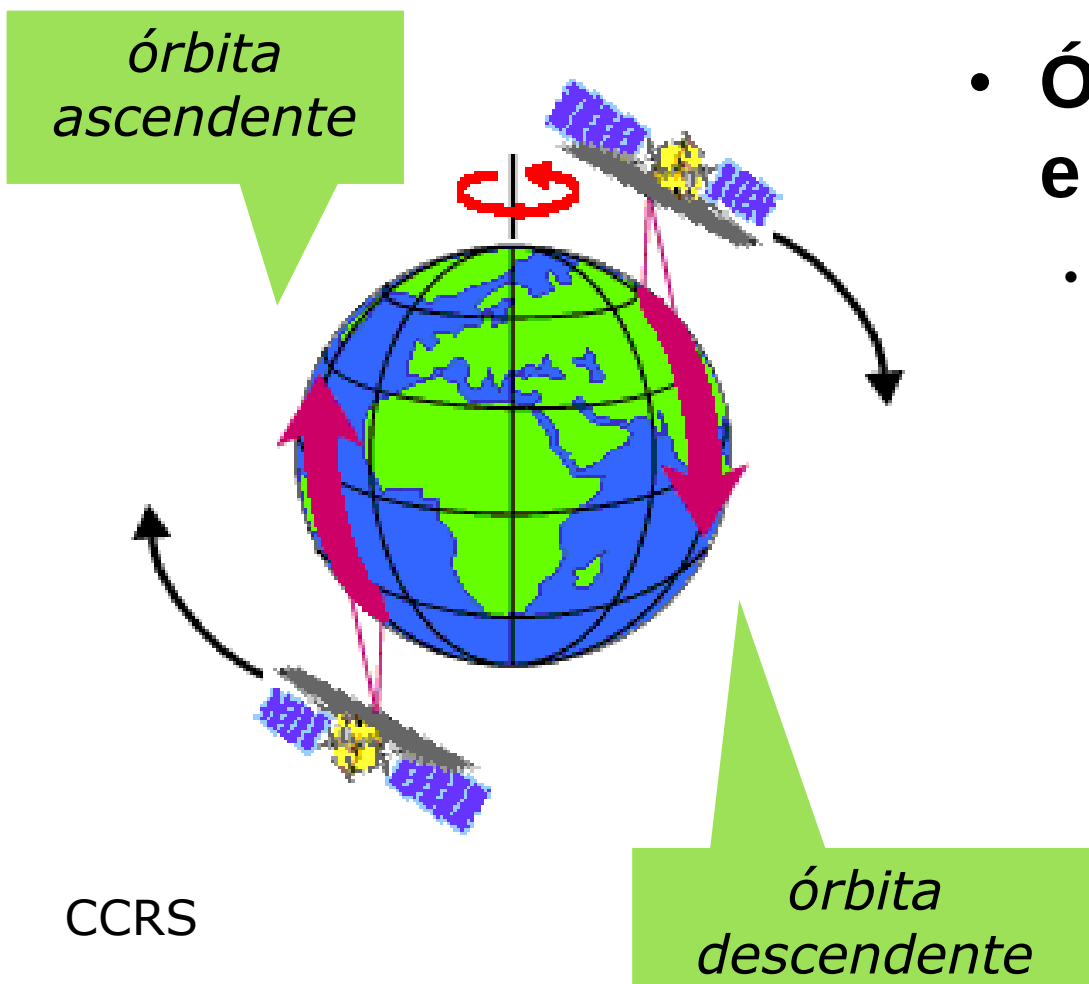
Órbita e Cobertura do Terreno



CCRS

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

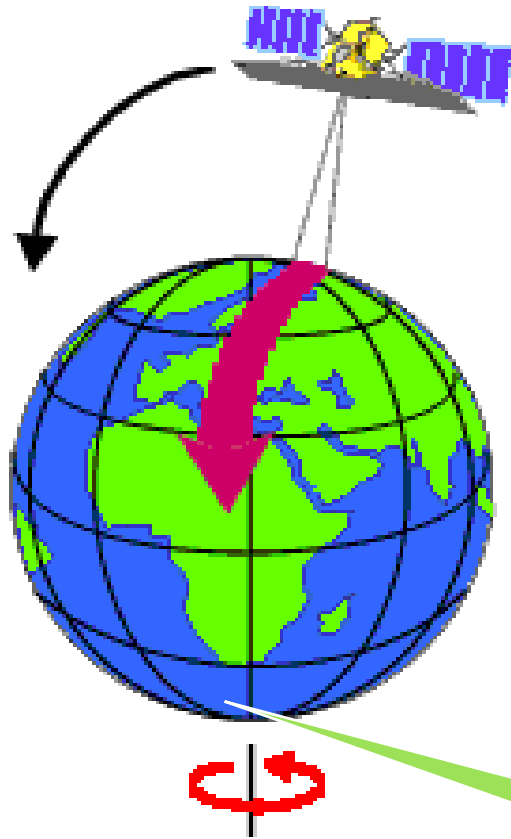
Órbita e Cobertura do Terreno



- **Órbita Ascendente 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

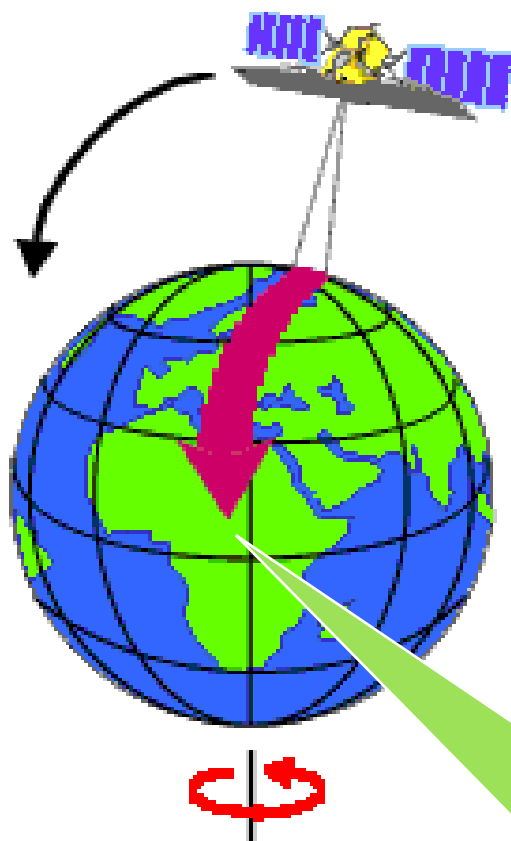
CCRS

Órbita Quase-polar

Órbita e Cobertura do Terreno

- **Órbita Heliosíncrona ou Sol-síncrona**

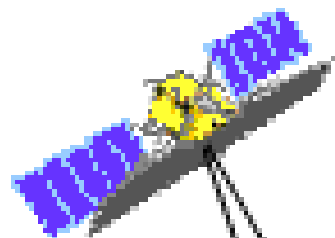
- Satélite passa sobre cada área da Terra num mesmo horário do dia.
- Propiciar e assegurar iluminação constante na hora da coleta dos dados.



CCRS

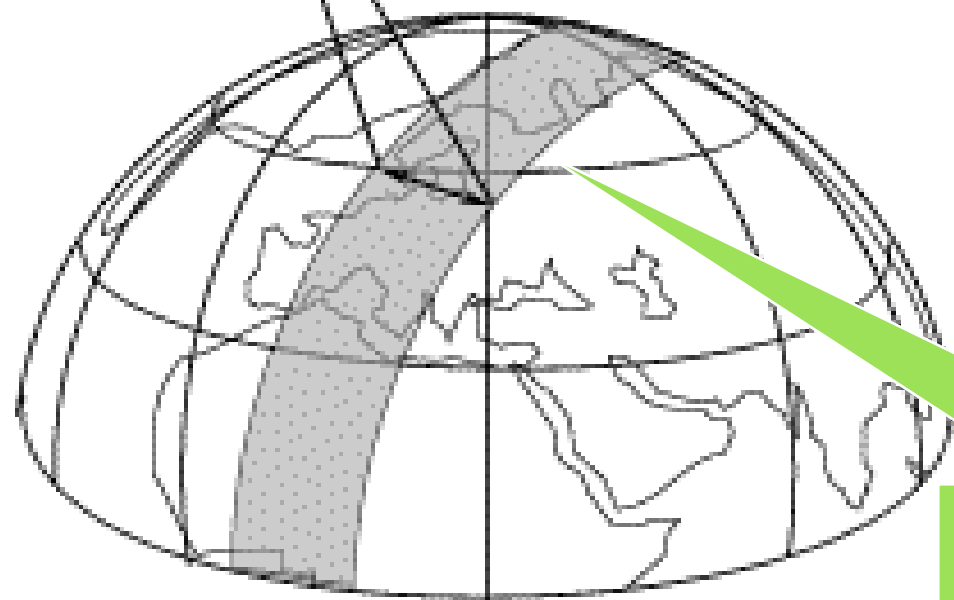
*LANDSAT passa no
Equador às 9:45*

Órbita e Cobertura do Terreno



- **Área de Cobertura do Terreno**

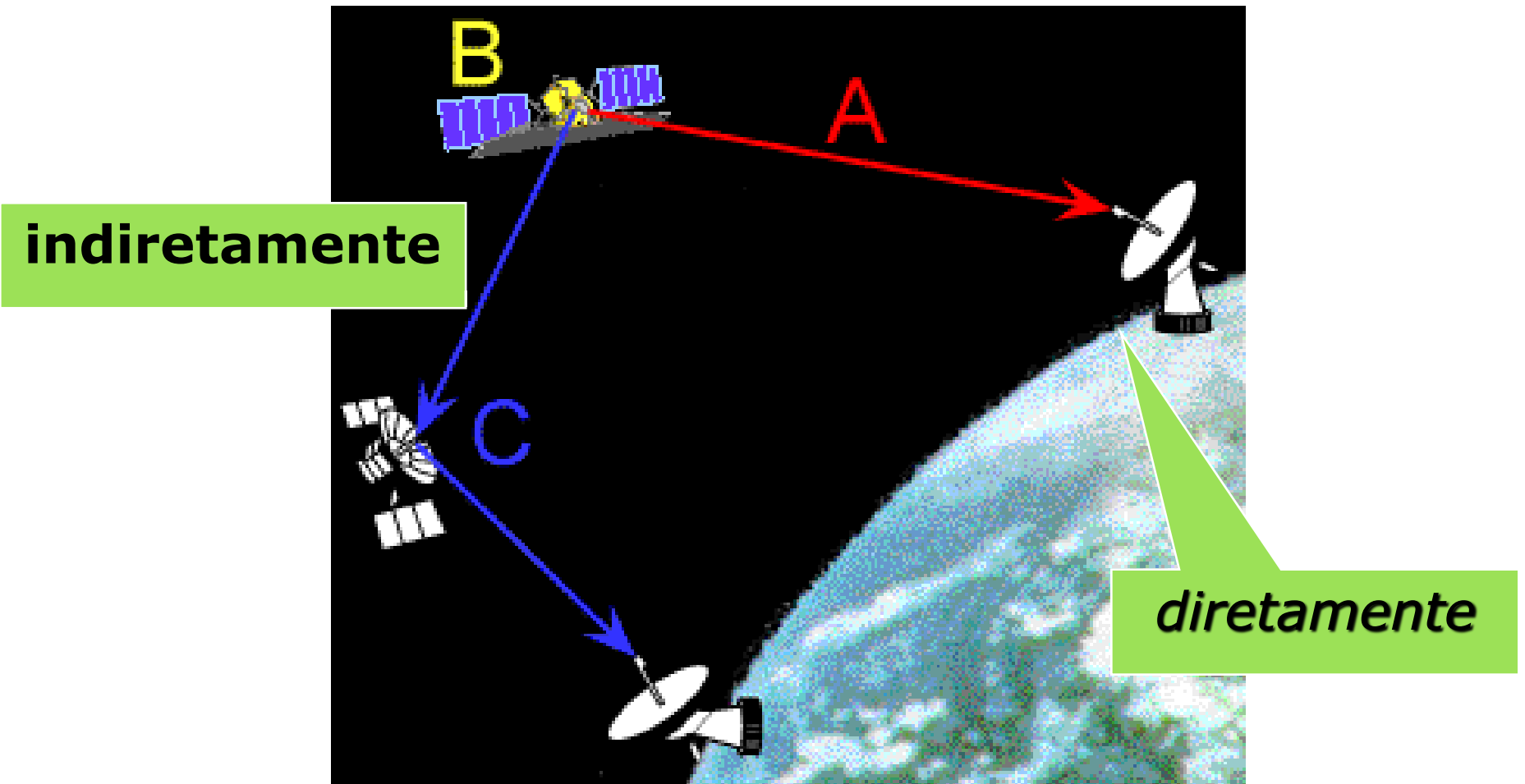
- Porção que o Satélite “vê” da superfície do terreno no seu trajeto ao redor da Terra.



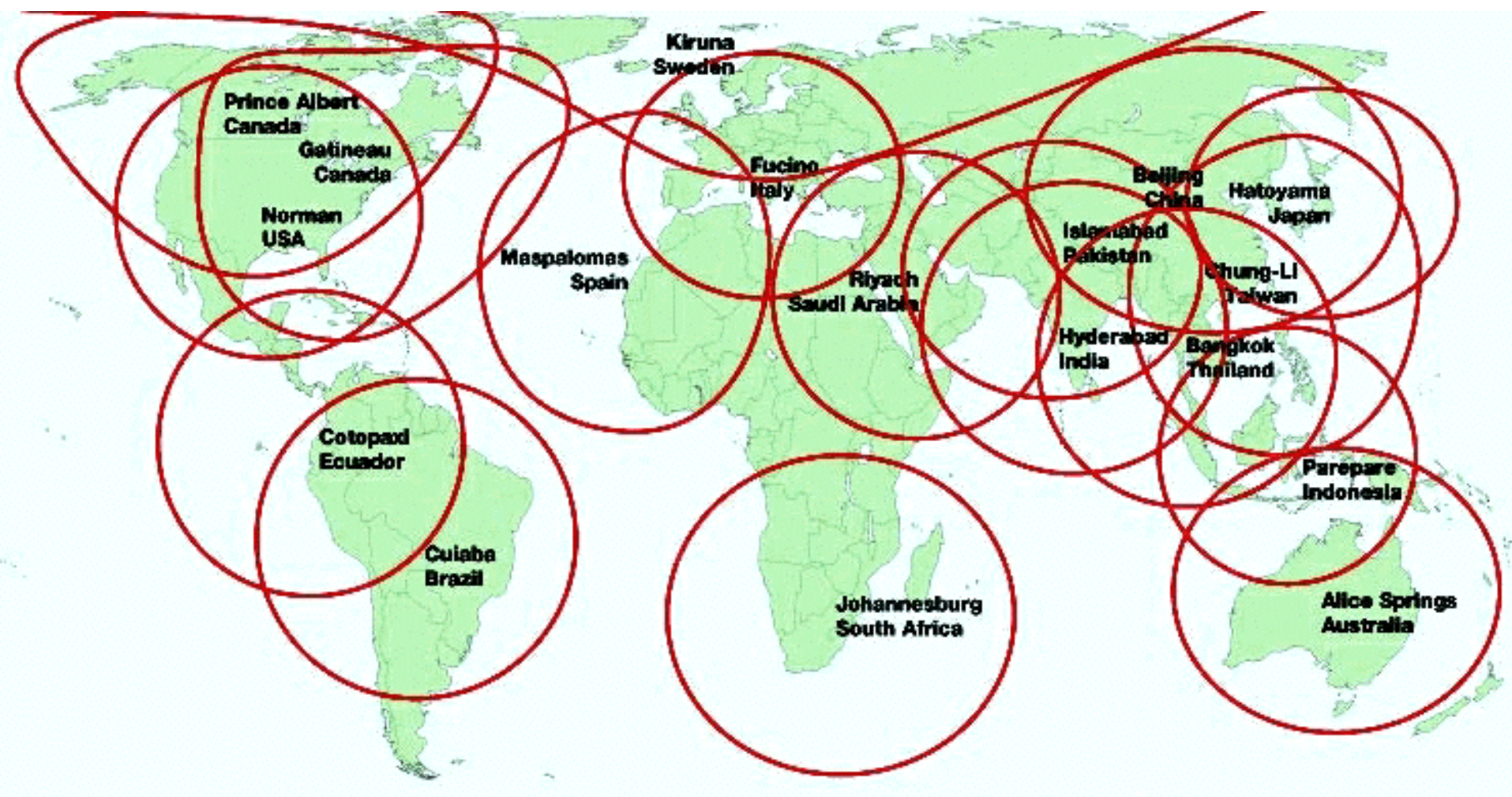
CCRS

Faixa depende do sensor: dezenas a centenas de km.

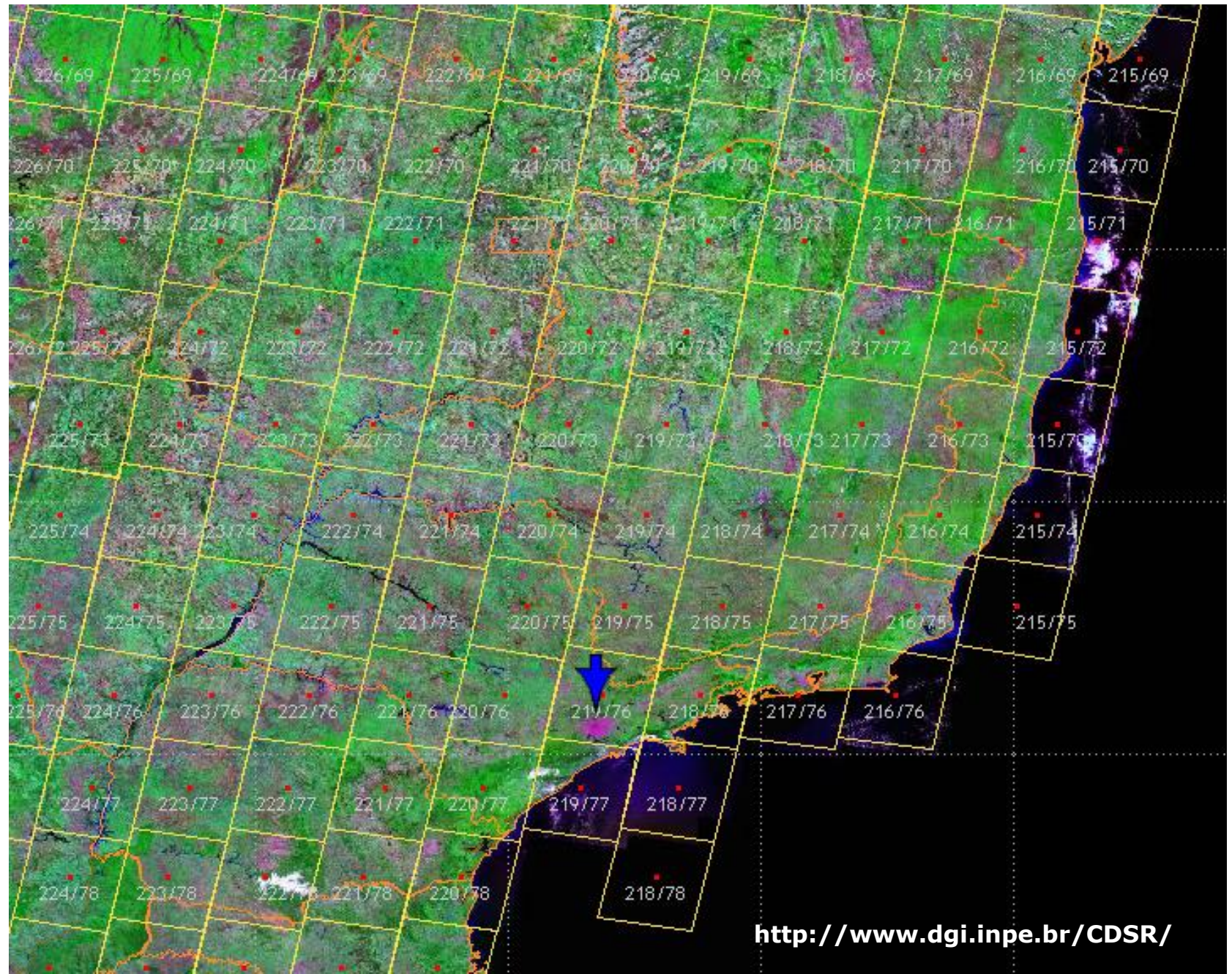
Recepção de dados



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)

