

# Sensoriamento Remoto Aplicado à Geografia

## Comportamento Espectral dos Objetos

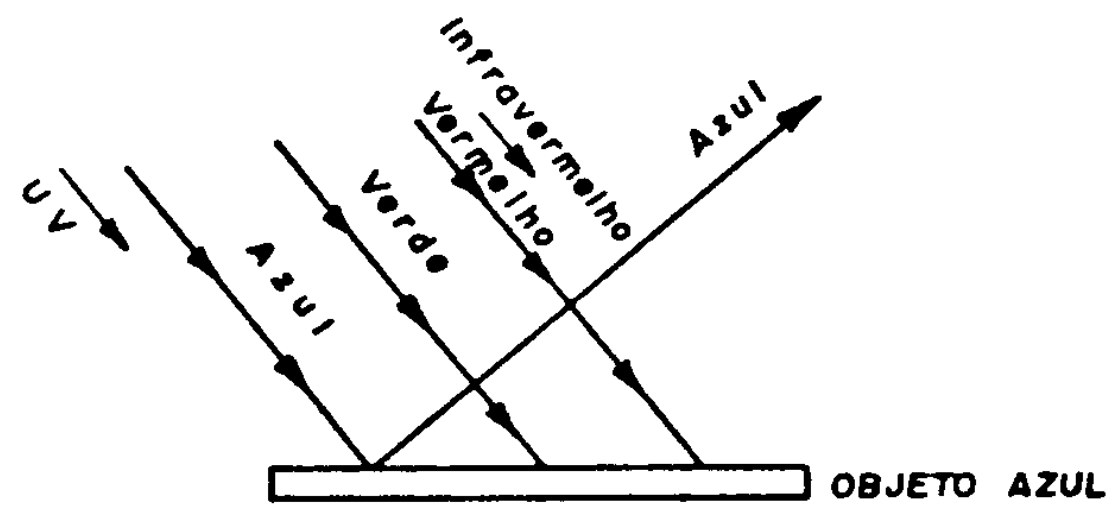
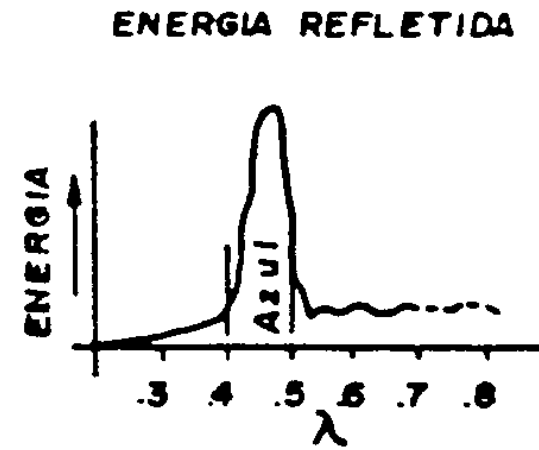
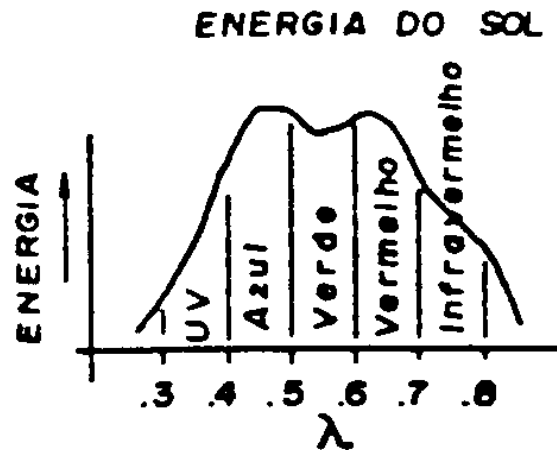
Prof. Dr. Fernando Shinji Kawakubo

# Comportamento Espectral

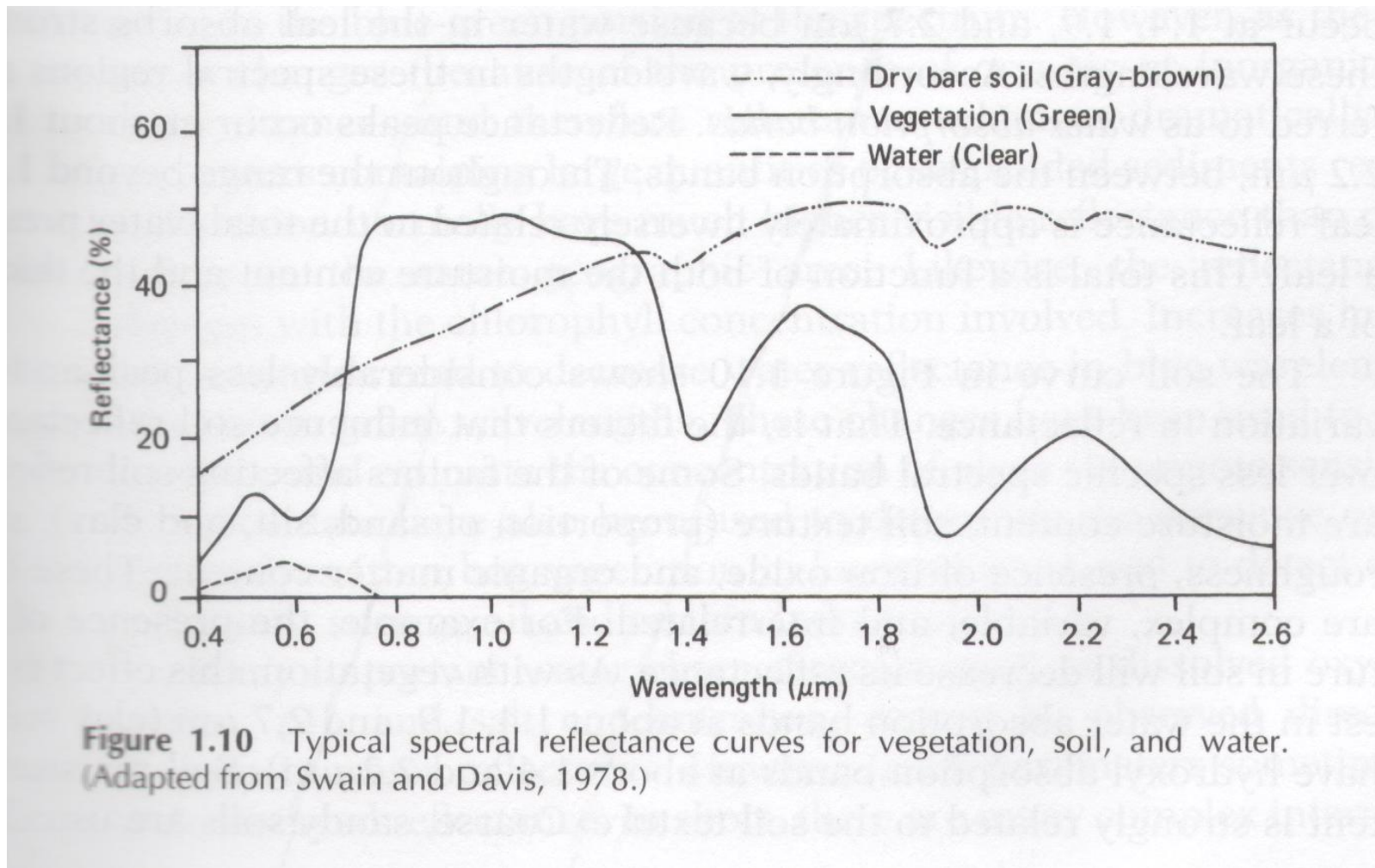
O que é ?

- 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

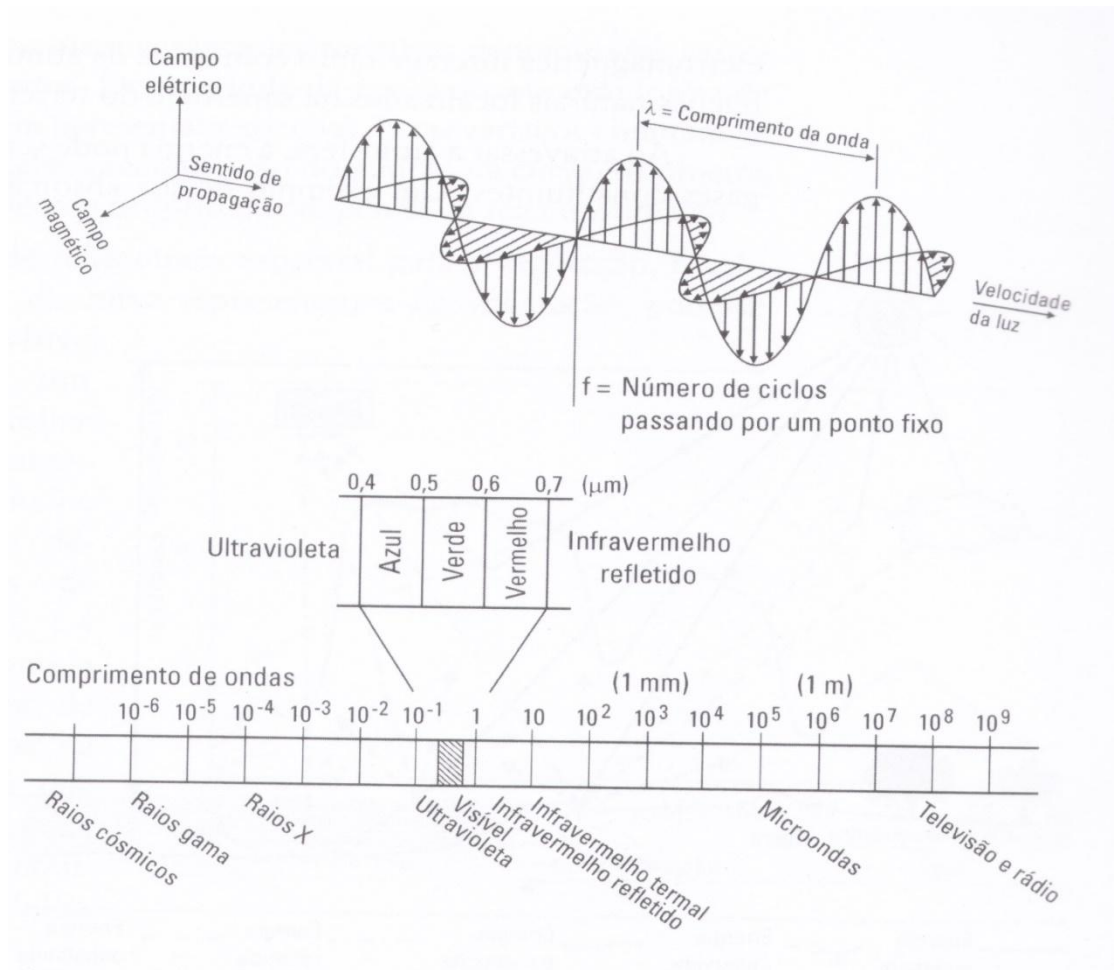


# Curvas Espectrais: Solo Exposto, Vegetação e Água



# Assinatura spectral

Descreve a forma como os objetos refletem a energia incidente.



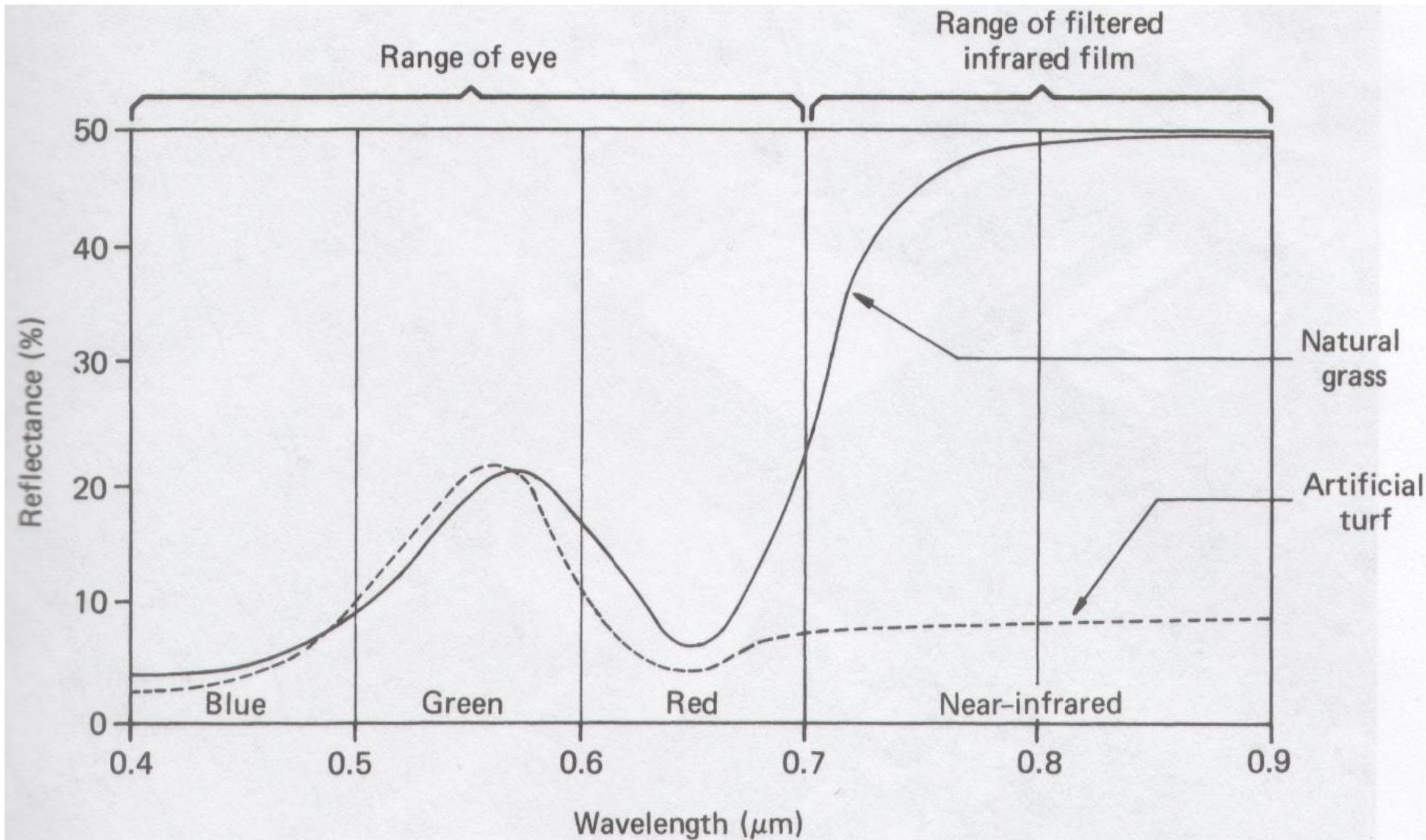


# Onde há grama sintética?



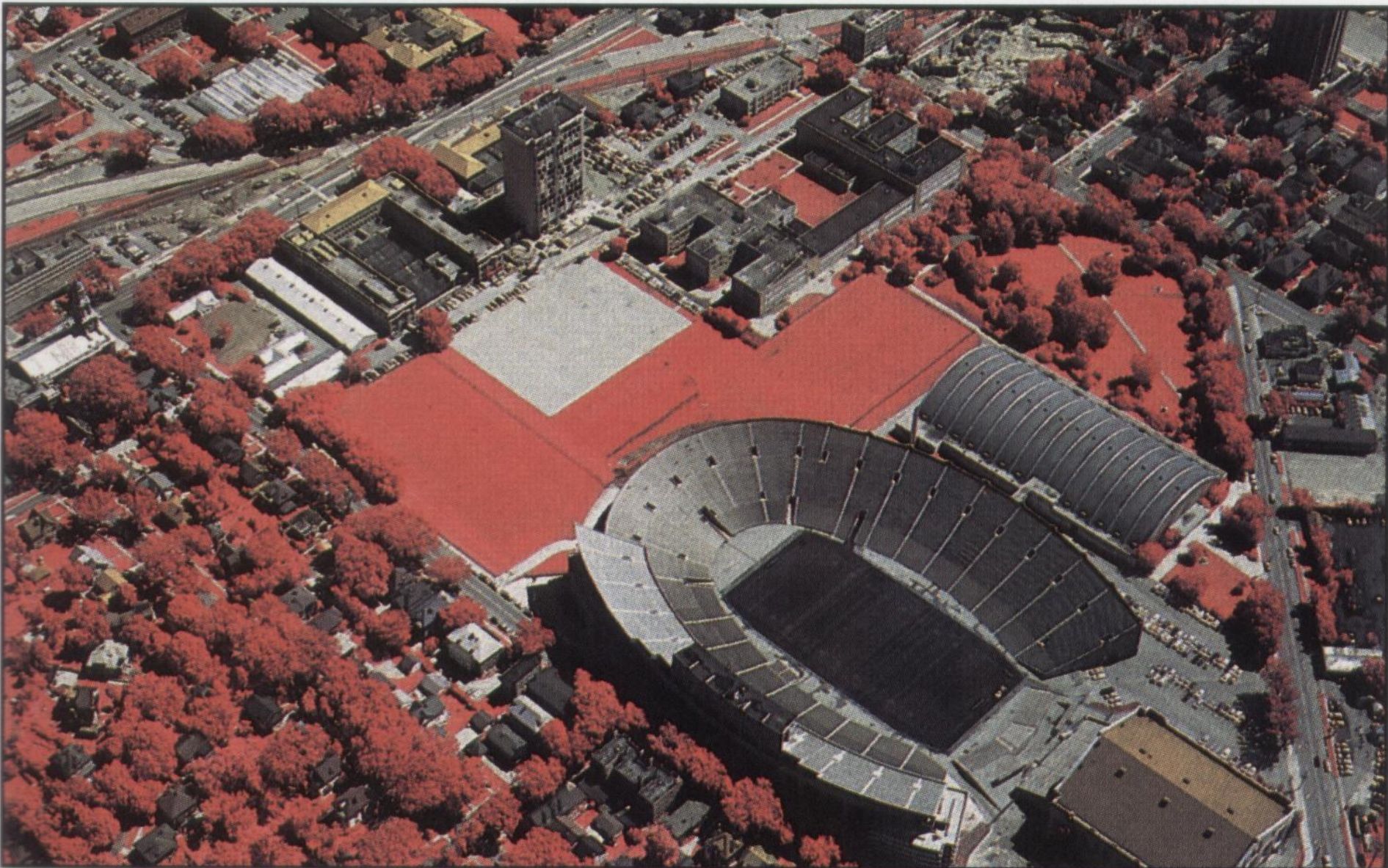


# Comportamento Espectral da Grama Natural e da Grama Sintética





# Vegetação no Infravermelho Próximo

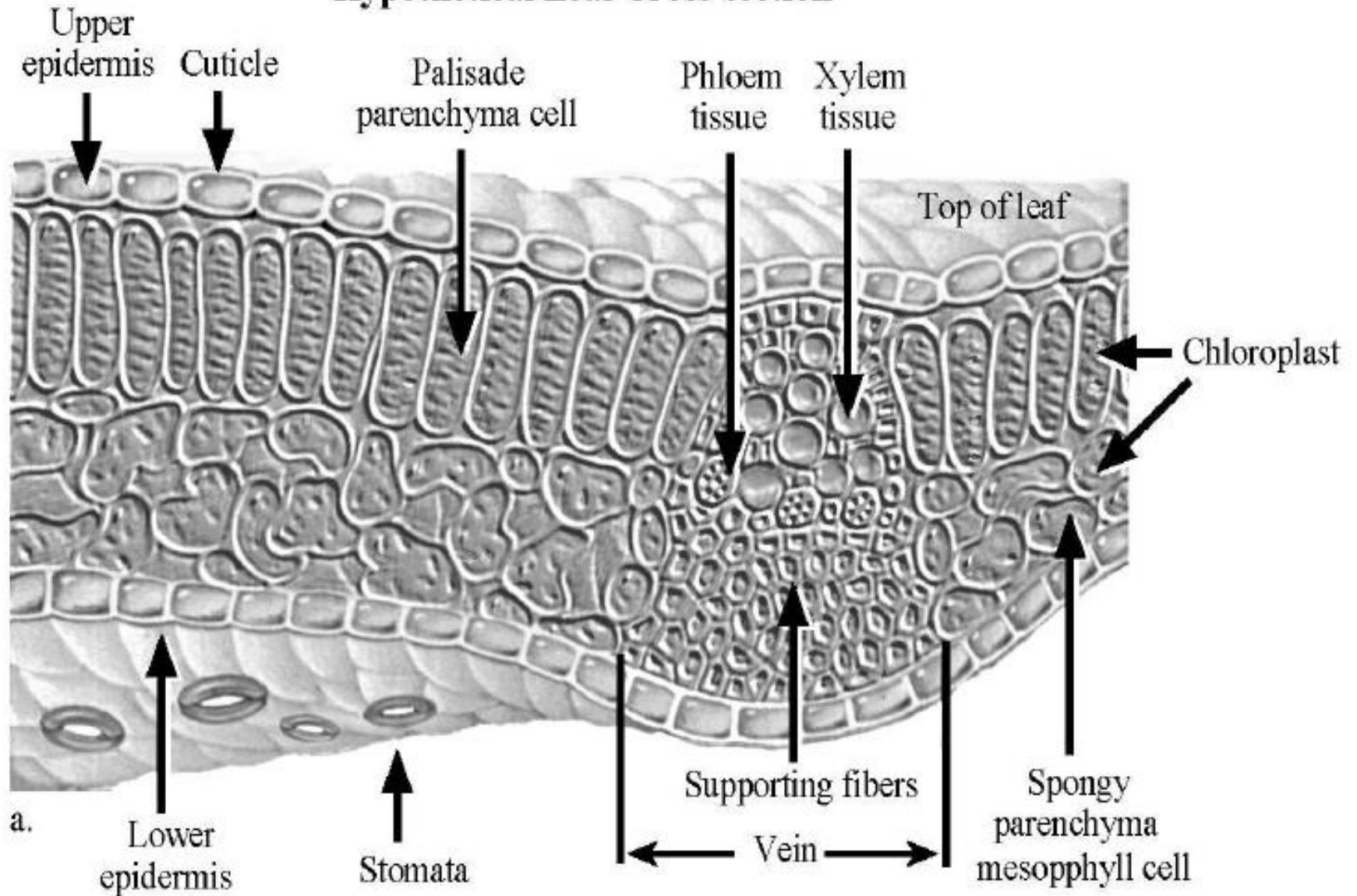


LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. 2004



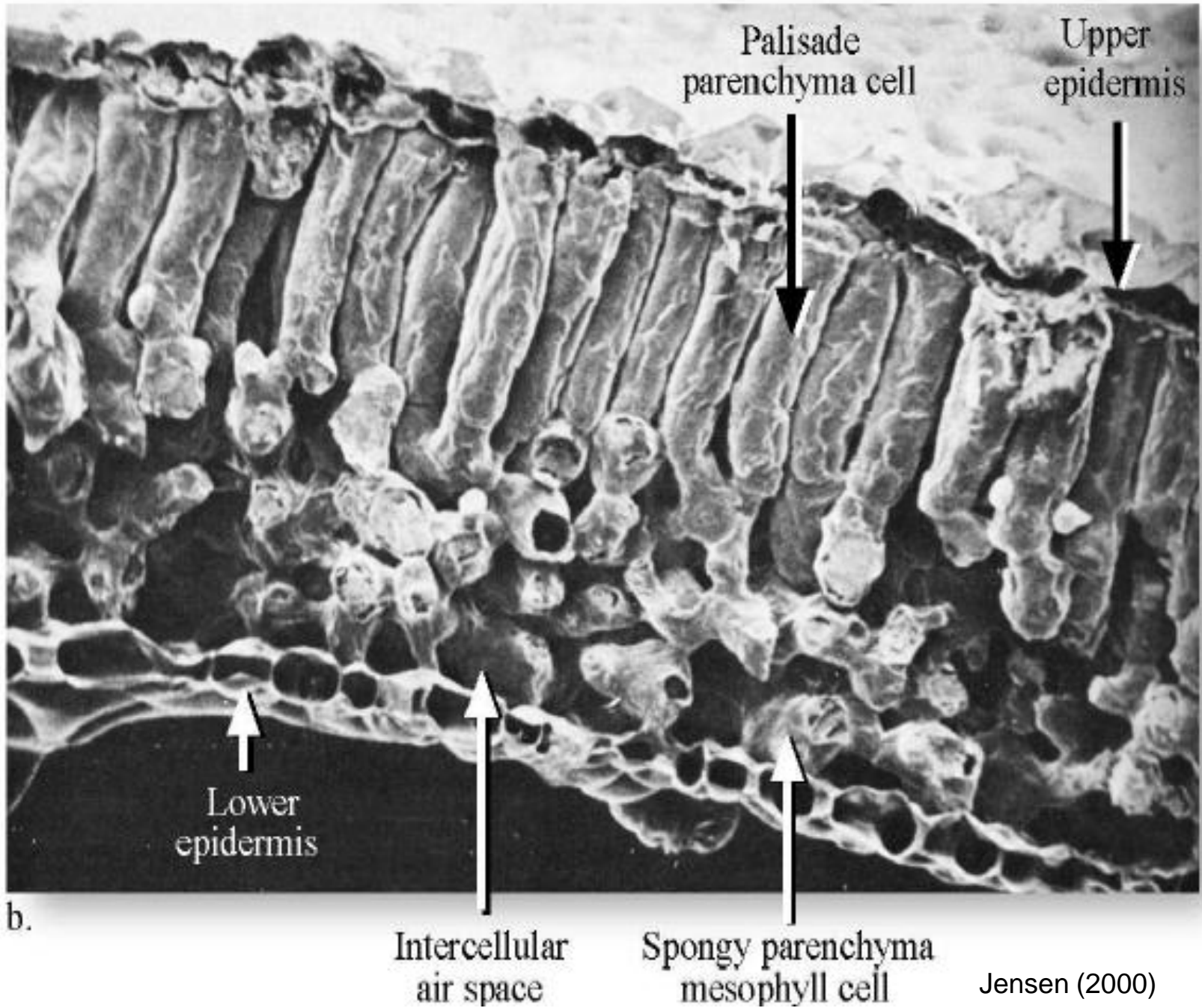
# Estrutura da Folha

## Hypothetical Leaf Cross-section

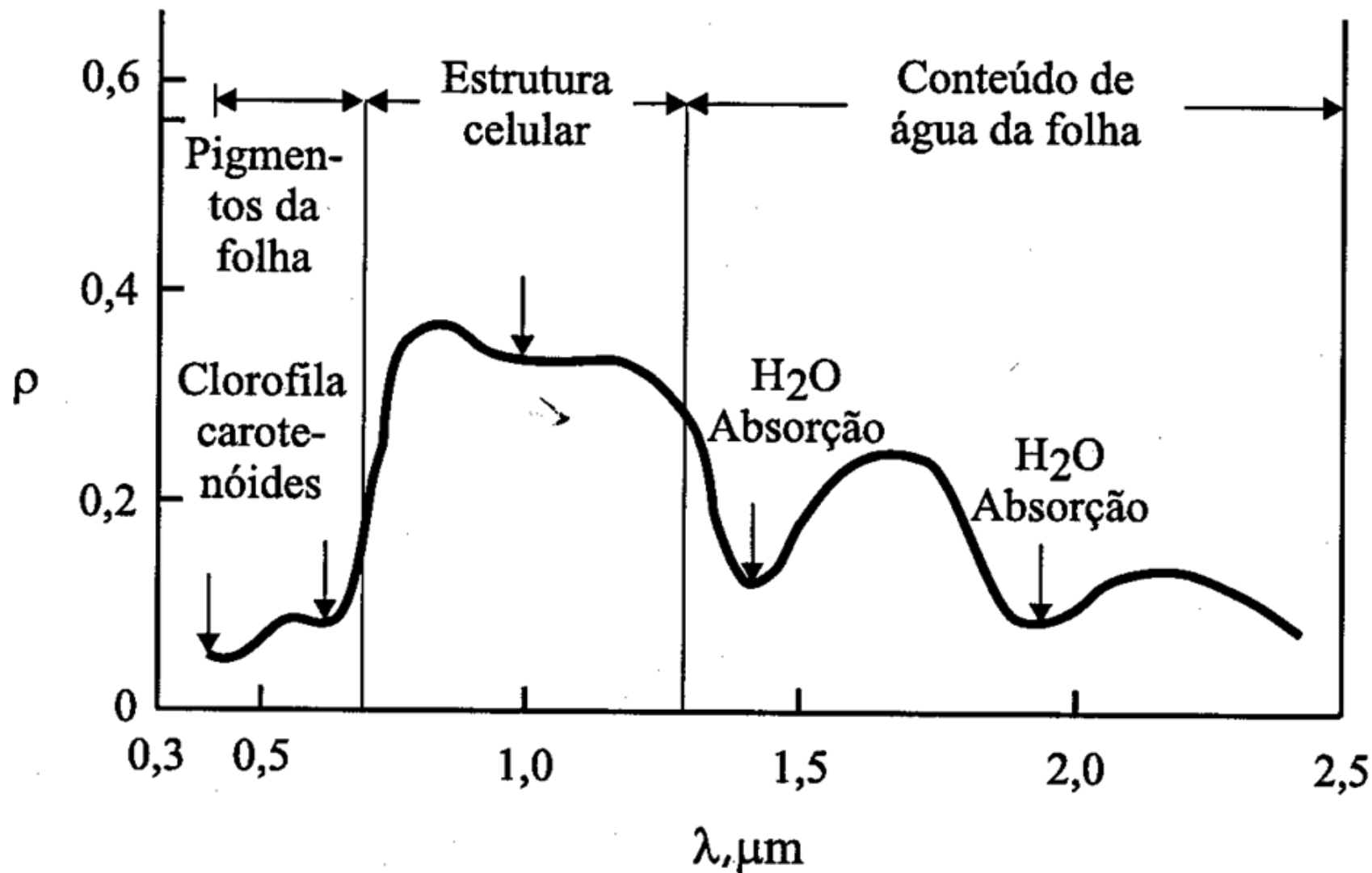


# Estrutura da Folha

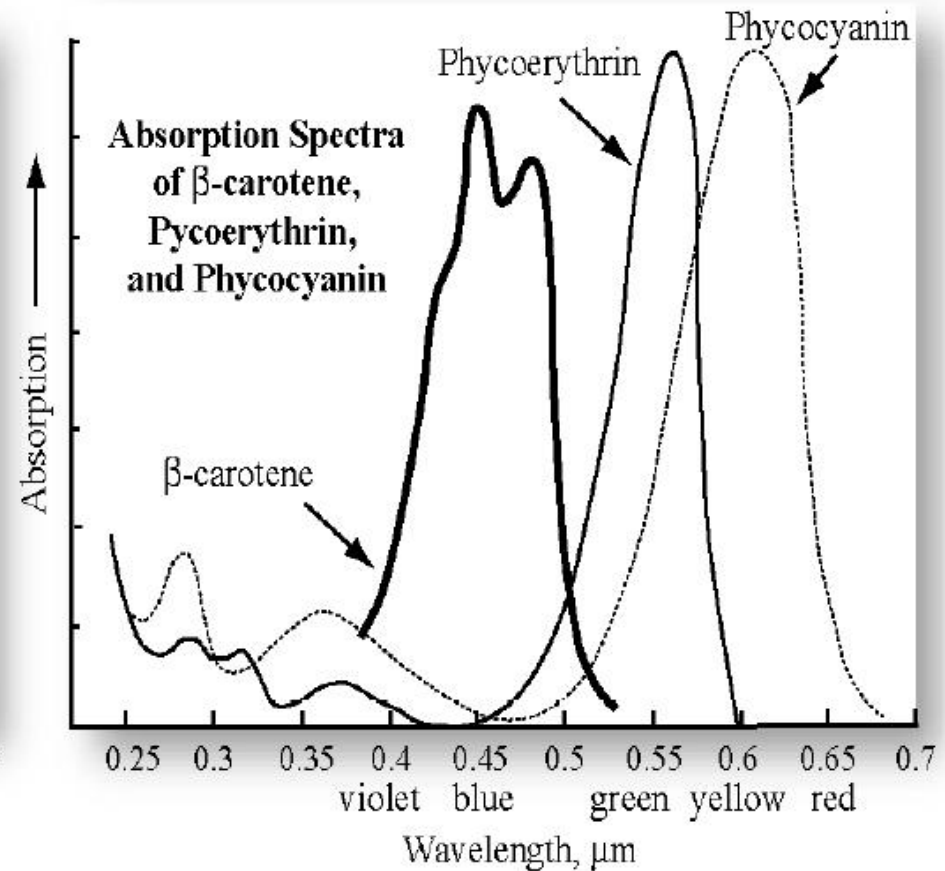
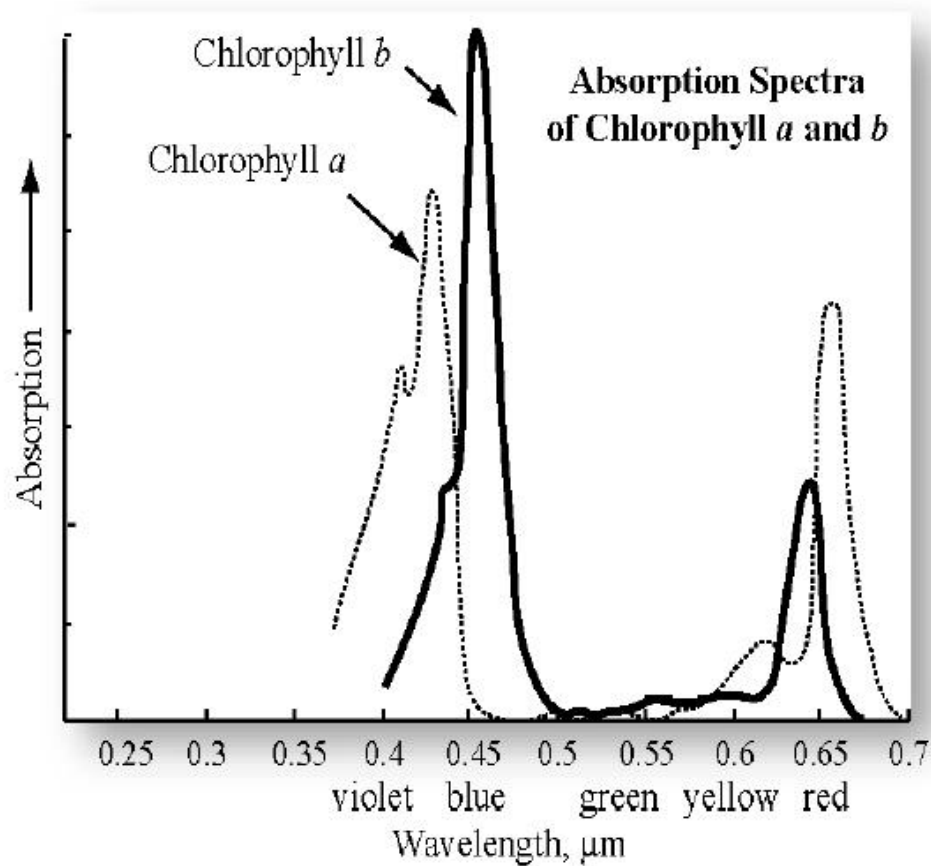
## Actual Leaf Cross-section



# Comportamento Espectral da Vegetação Verde







- Chlorophyll *a* peak absorption is at 0.43 and 0.66  $\mu\text{m}$ .
- Chlorophyll *b* peak absorption is at 0.45 and 0.65  $\mu\text{m}$ .
- Optimum chlorophyll absorption windows: 0.45 - 0.52  $\mu\text{m}$  and 0.63 - 0.69  $\mu\text{m}$

- Carotenóides:

- Caroteno: pigmentos de cor laranja que exerce função importante função na atividade fotossintética. Transfere a energia absorvida para a clorofila. Protege a planta contra o excesso de energia, cujo excesso pode destruir proteínas, membranas e moléculas.

- Xantofila: pigmento amarelo das folhas. Absorve os comprimentos de onda que a clorofila não absorve. Exerce função de proteção contra o excesso de luz. Também é considerado um antioxidante.

- Ficobilinas: ocorre nas algas.

- Ficoeritrina: algas vermelhas

- Ficocianina: algas azuis ou cianobactérias

-Antocianina:

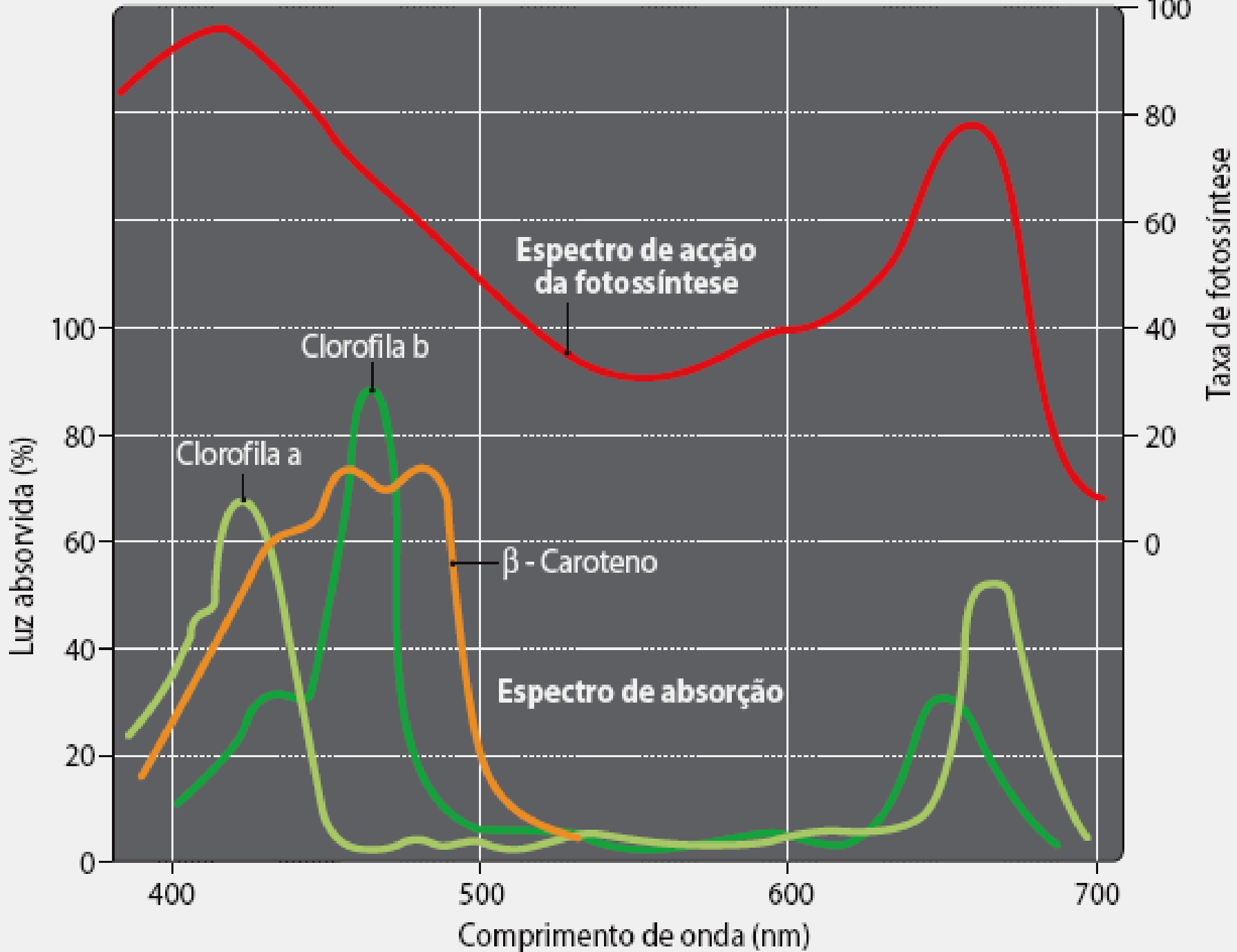
- Grupo dos flavonóides. Exerce função de proteção contra os raios UV e evita a produção de radicais livres (moléculas tóxicas).  
Cor vermelha de algumas plantas e árvores.

A cor das folhas:

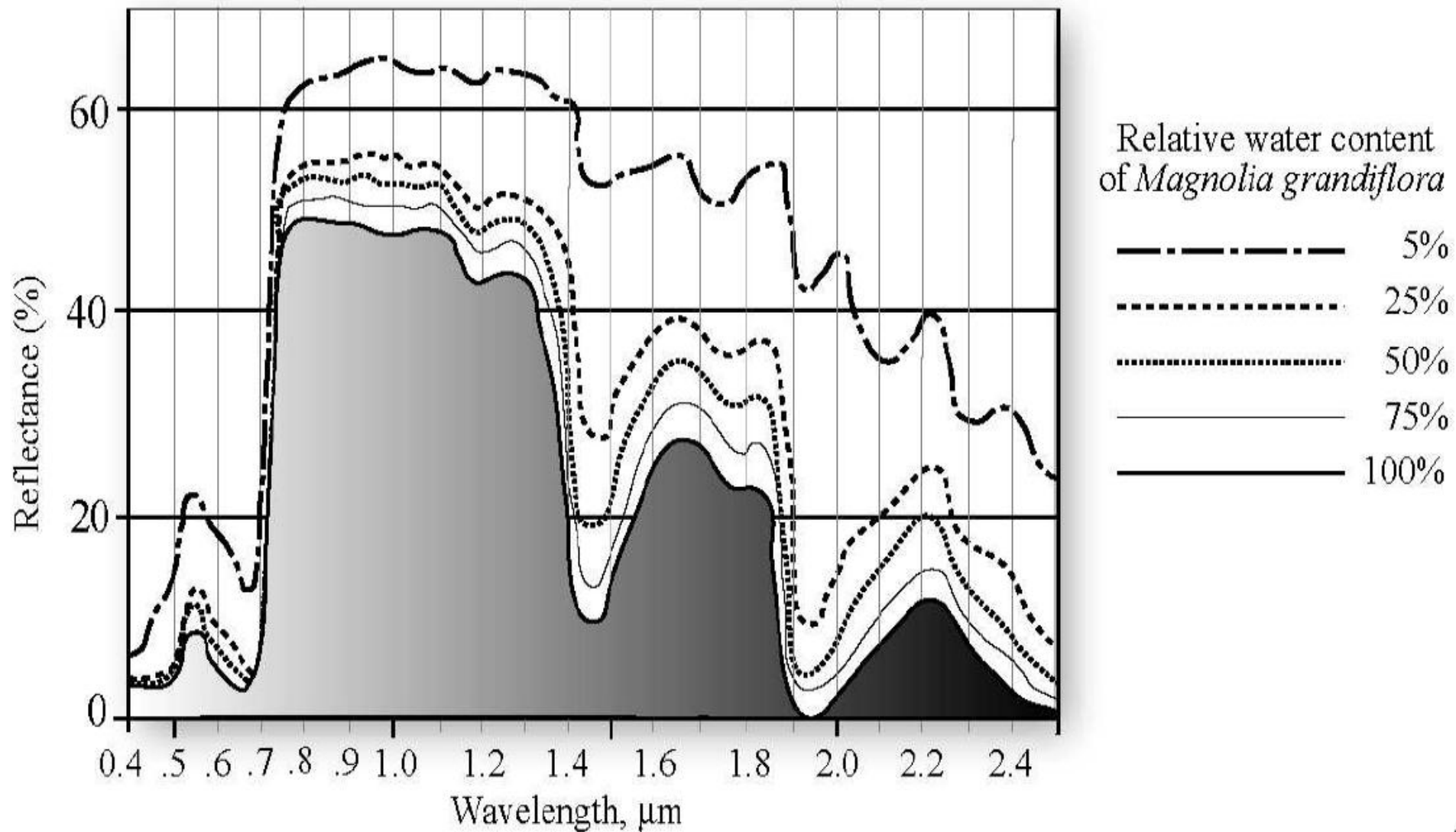
Nas plantas saudáveis, a clorofila é dominante e mascara outros pigmentos.

Quando a planta atinge a senescência ou é afetada por stress, a clorofila pode diminuir ou desaparecer, permitindo que outros pigmentos, como carotenóides se tornem dominantes.

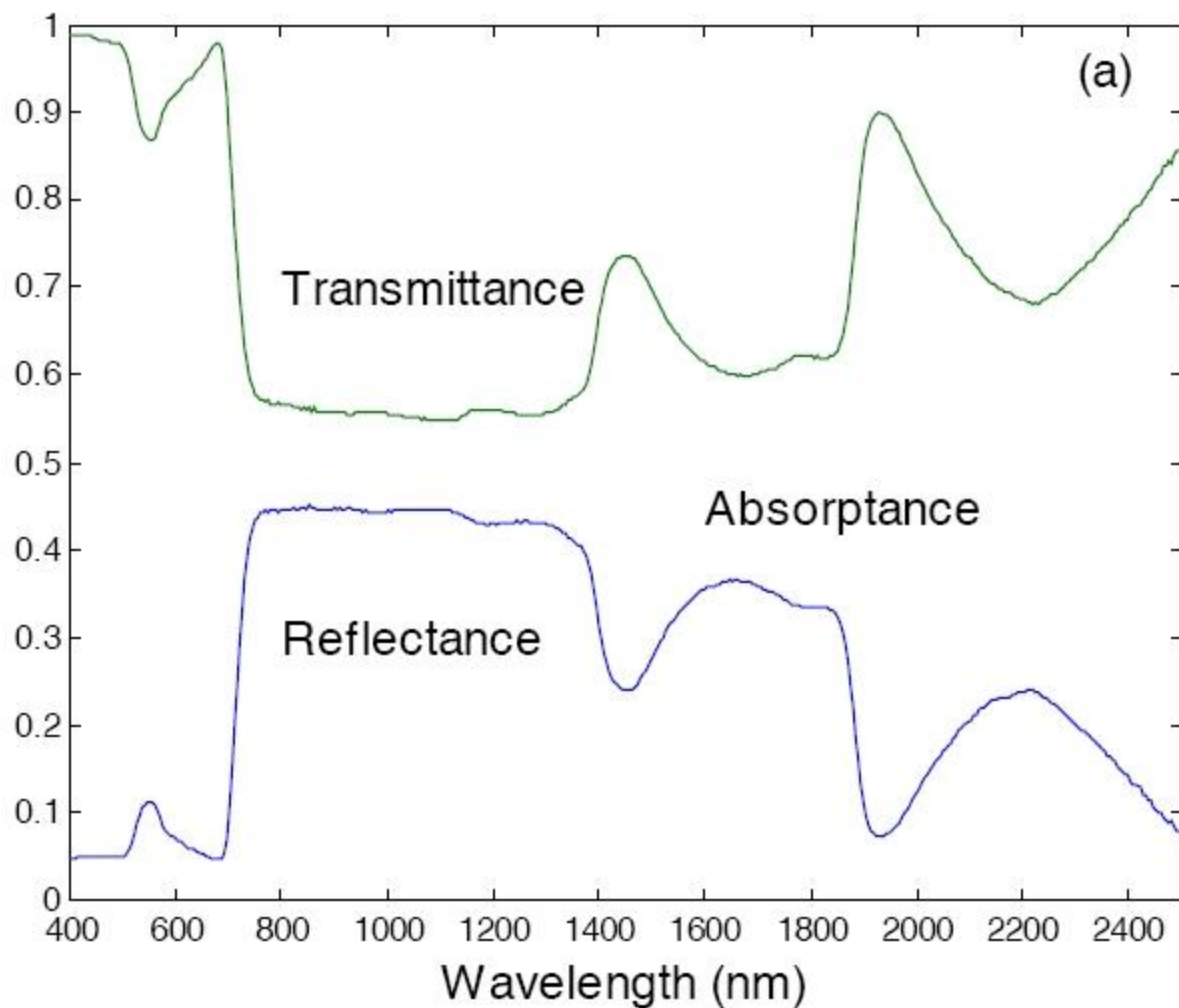




# Secagem da Vegetação



# Reflectância x Transmitância 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

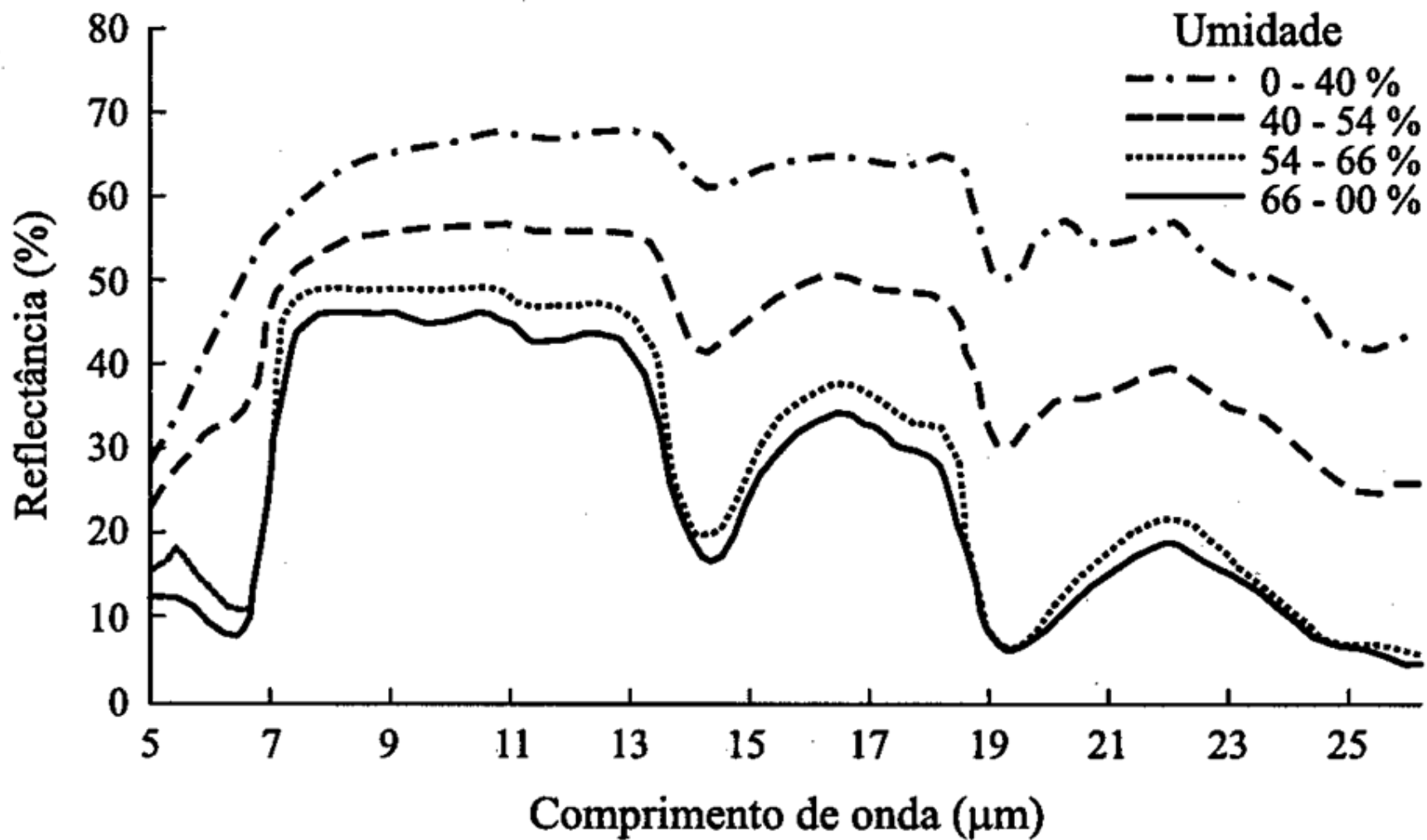
- O comportamento espectral da vegetação no visível é controlado pelos pigmentos de clorofila, carotenóides e xantofila presentes na camada mesófila das folhas.
- Estes pigmentos, principalmente a clorofila a e b são responsáveis pela forte absorção da radiação nos comprimentos de onda do azul (0.45-0.52  $\mu\text{m}$ ) e do vermelho (0.63-0.69  $\mu\text{m}$ ) (KNIPLING, 1970; CURRAN, 1980; JENSEN, 1983).
- Um relativo pico de reflexão observado em 0.54  $\mu\text{m}$  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

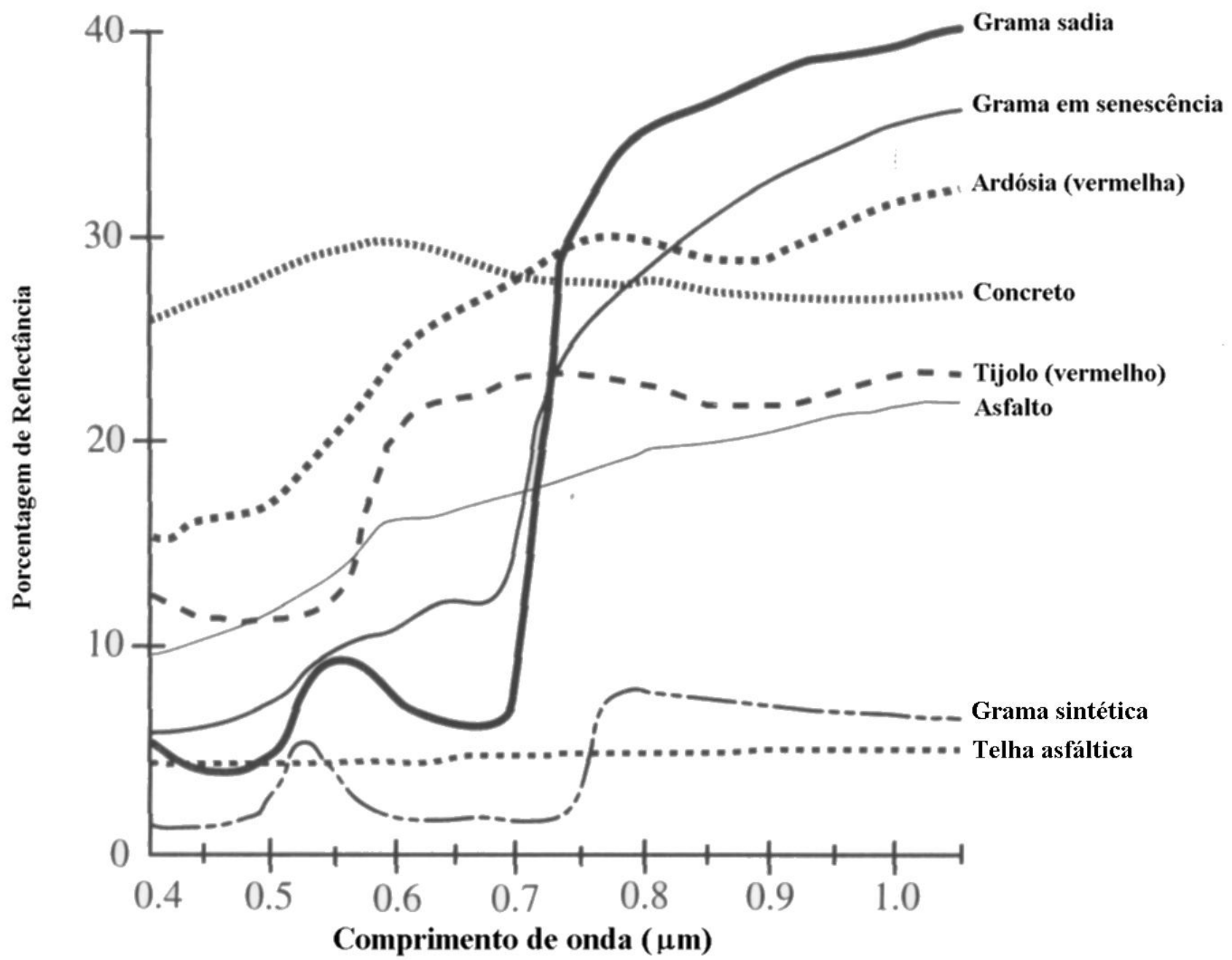
- Na região do infravermelho próximo (0.74 a 1.1  $\mu\text{m}$ ) a vegetação reflete grande quantidade de energia.
- A energia refletida é bem correlacionada com a quantidade de biomassa produzida pelas plantas.
- Esta correlação é observada porque o principal fator que controla a reflectância no infravermelho 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  $\mu\text{m}$ ) 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  $\mu\text{m}$  (JENSEN, 1983).

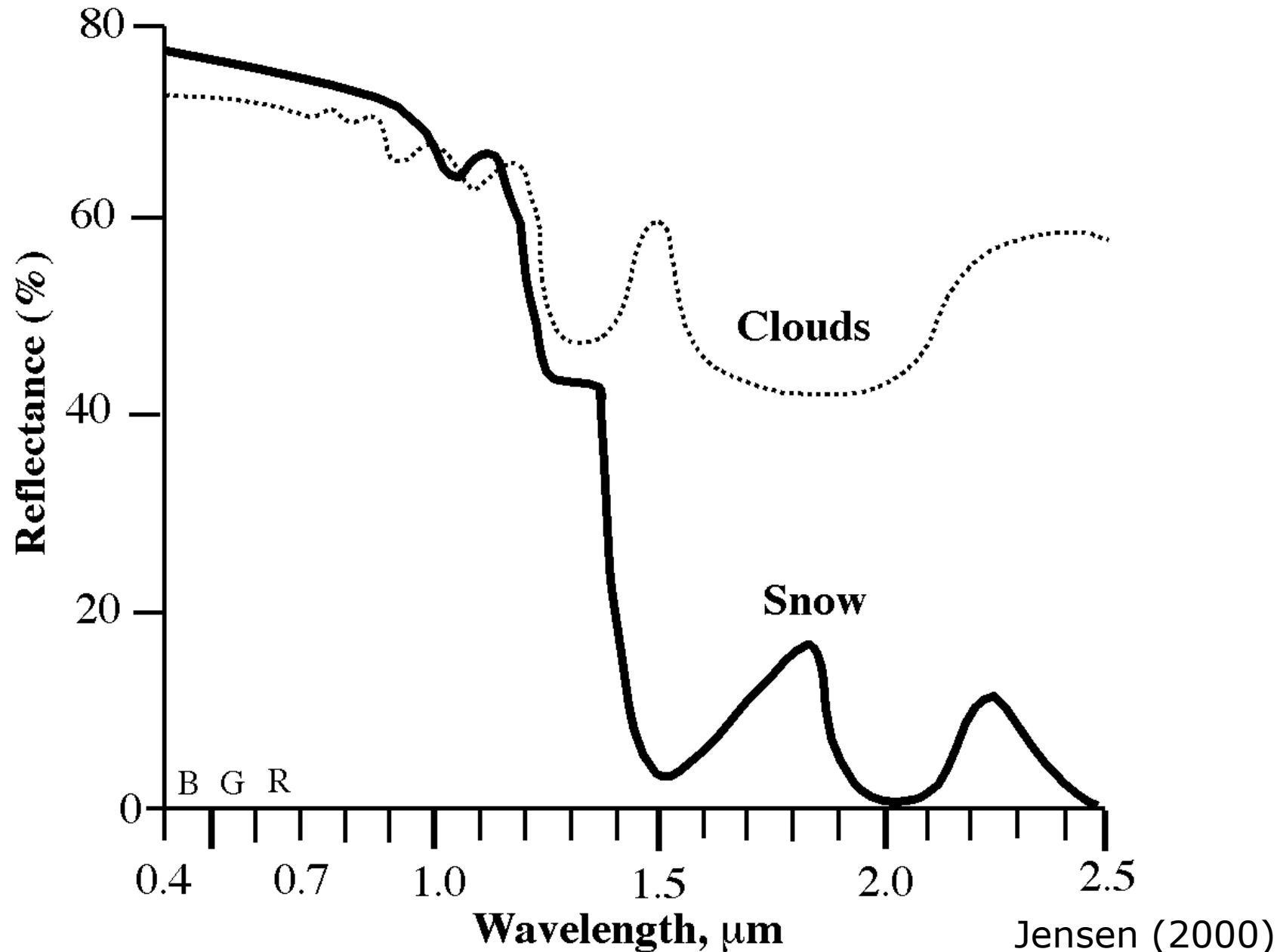


# Objetos Urbanos





# Nuvem e Neve



Jensen (2000)

Landsat 5 Thematic Mapper Data of Charleston, SC



a. Band 1.



b. Band 2.



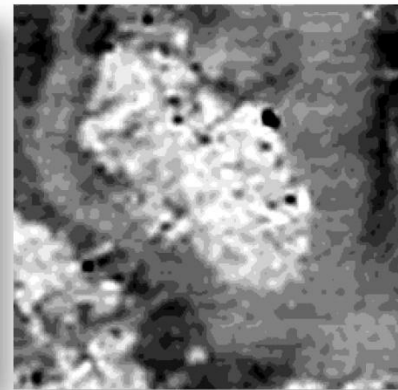
c. Band 3.



d. Band 4.



e. Band 5.



f. Band 6 (thermal infrared).

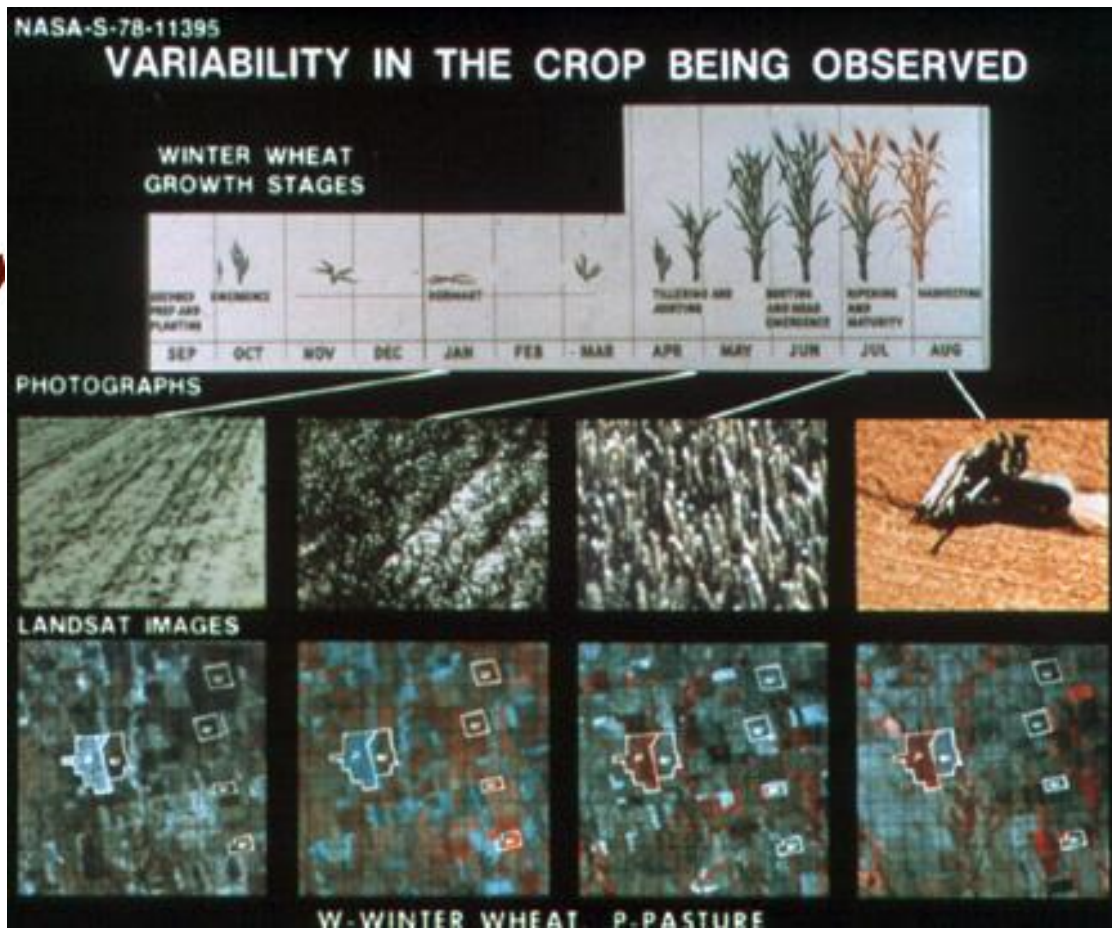
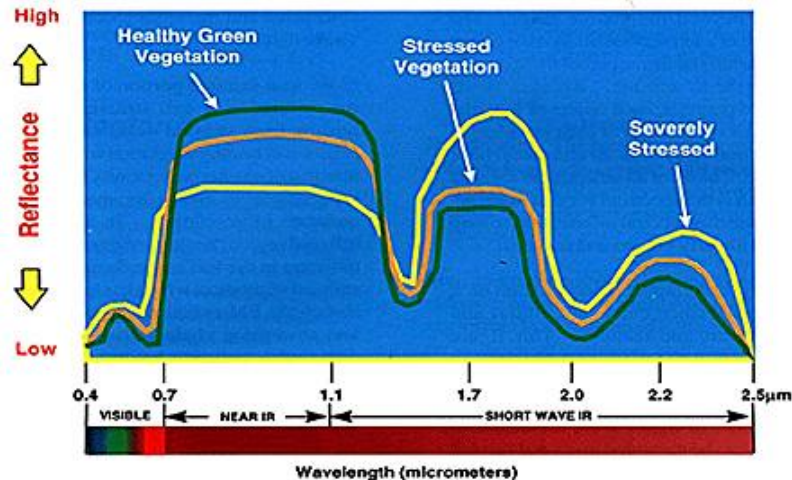
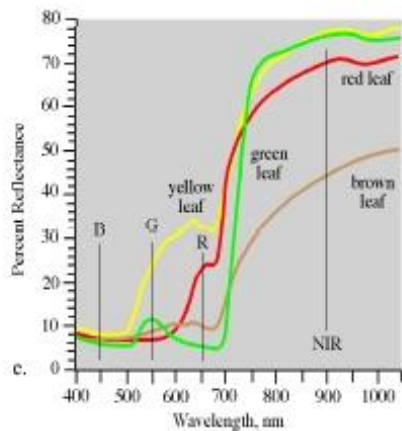
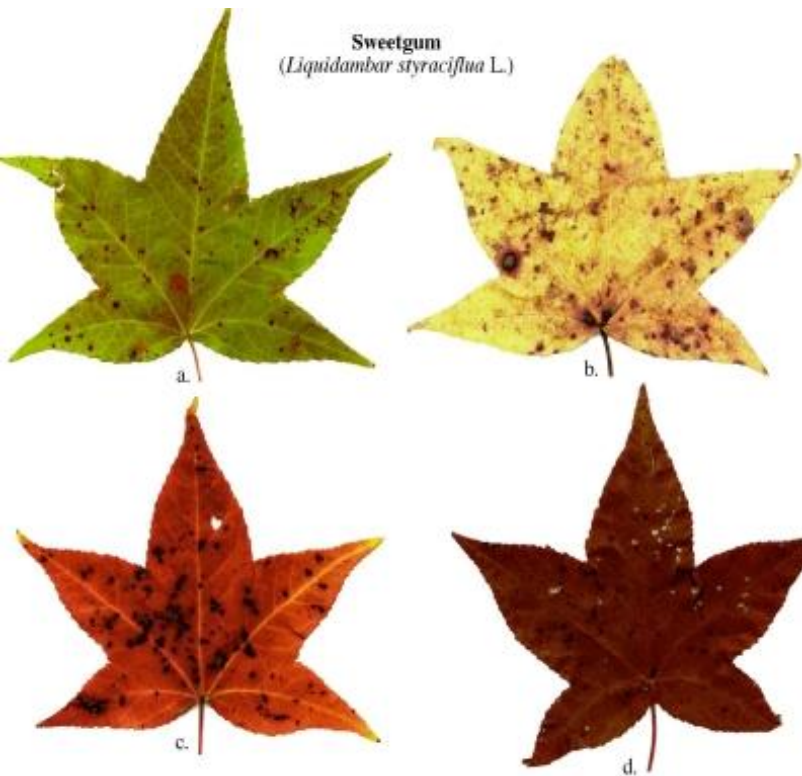


g. Band 7.

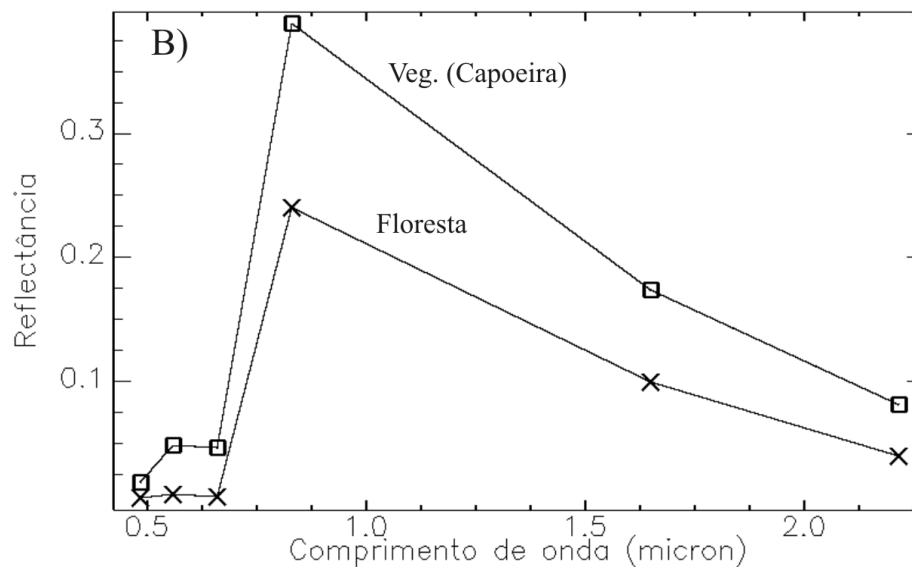
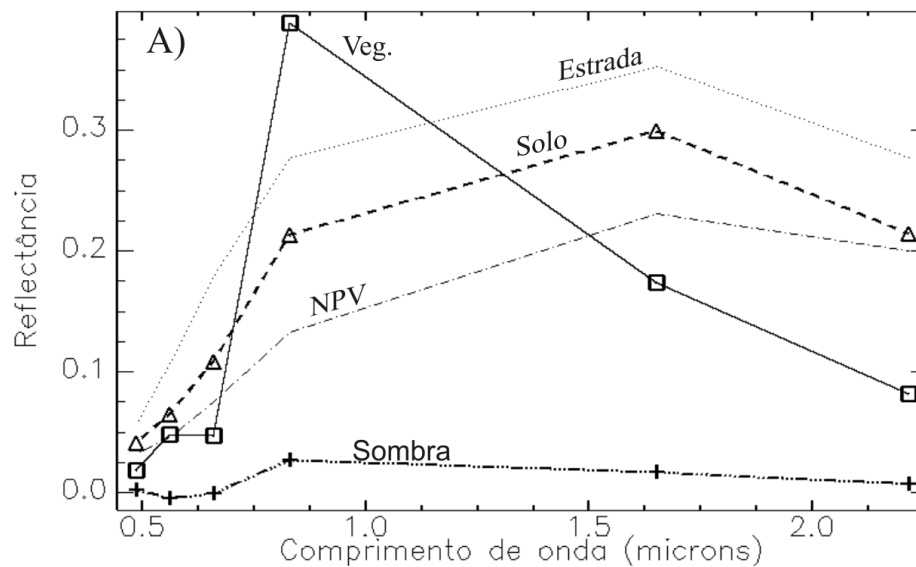
Jensen (2000)

# Estado da Vegetação

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

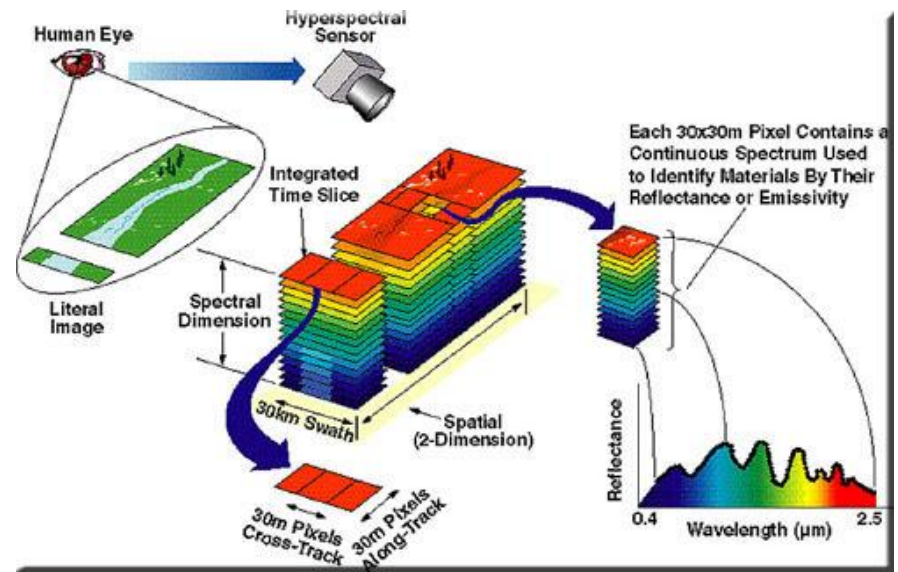
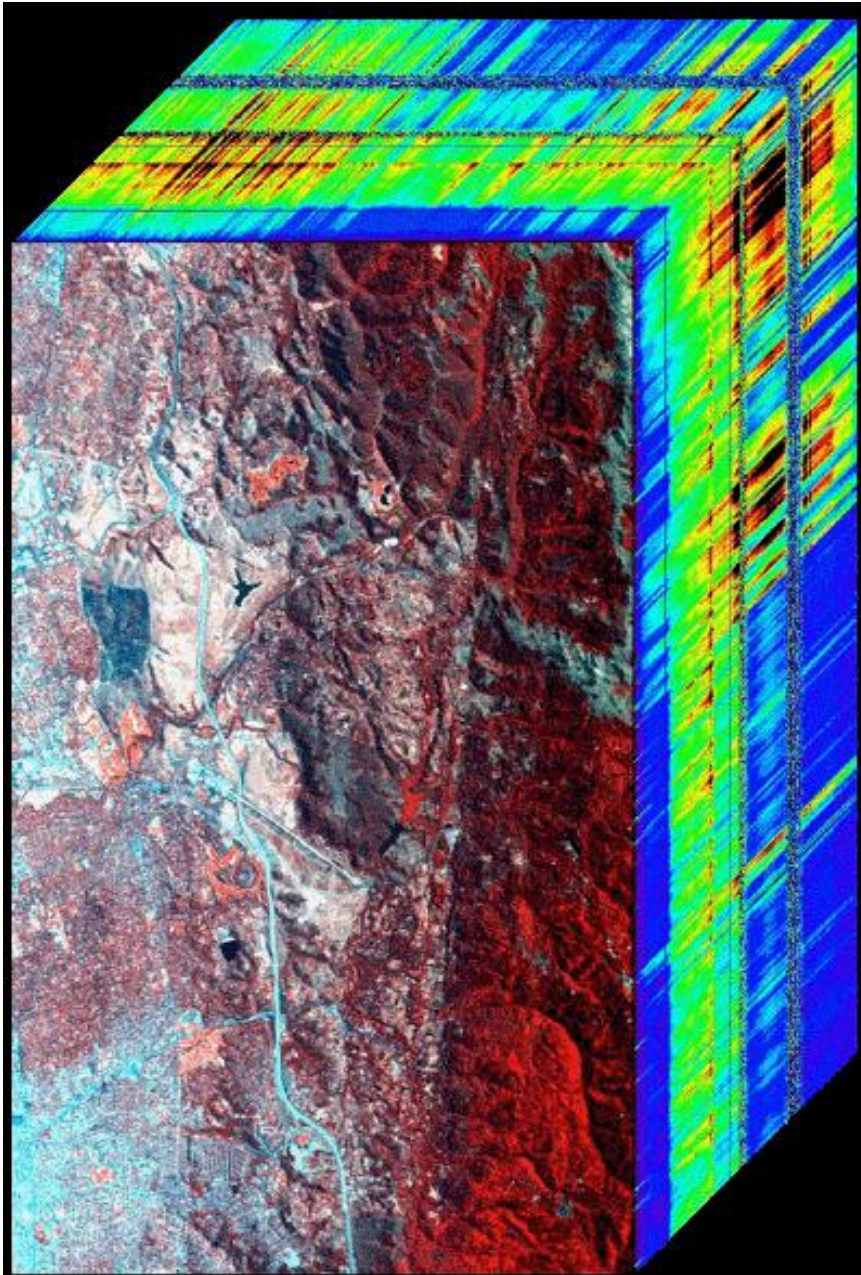


# Espectros Obtidos na Imagem Landsat-5 TM





# Sistema Hiperespectral AVIRIS



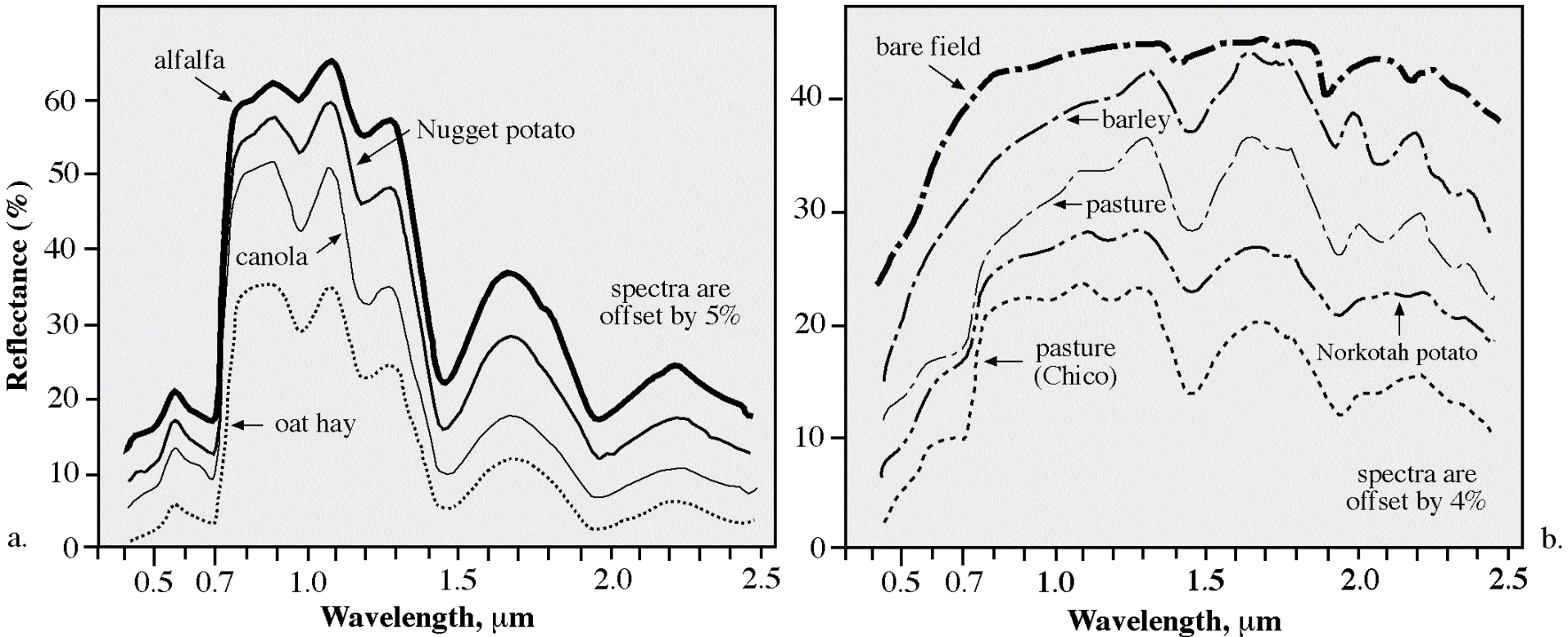
<http://www.eoc.csiro.au/hswww/Overview.htm>



# 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.

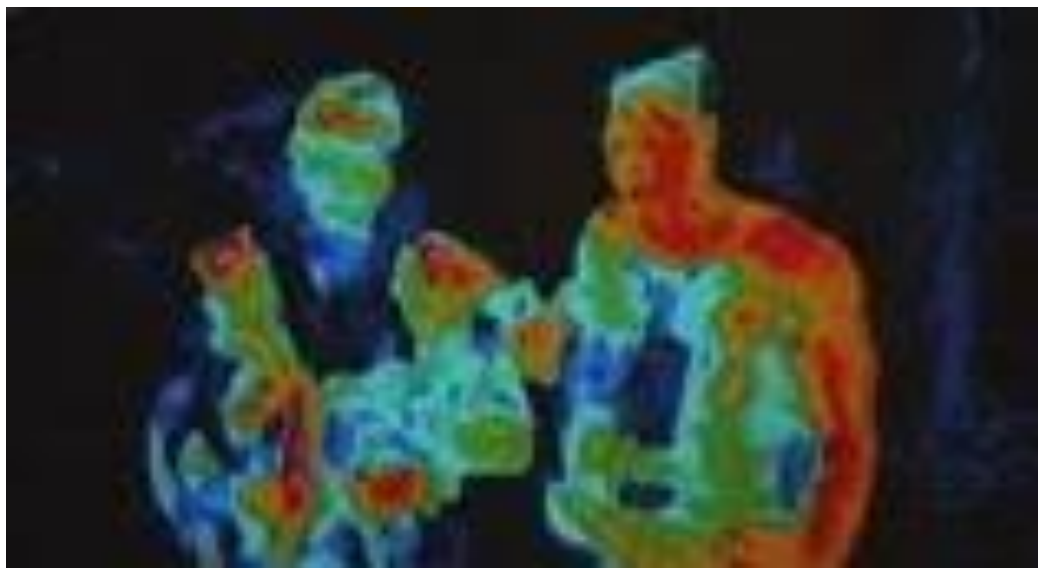
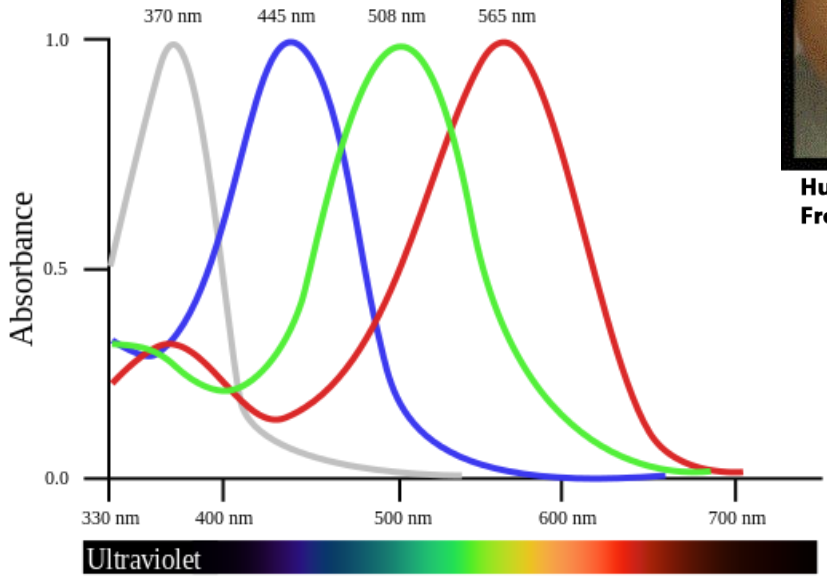
# Visão do Pássaro



**Human view of bird and egg.**  
From K. Schmitt.

**UV only reflection.**

**Simulated bird view with UV.**

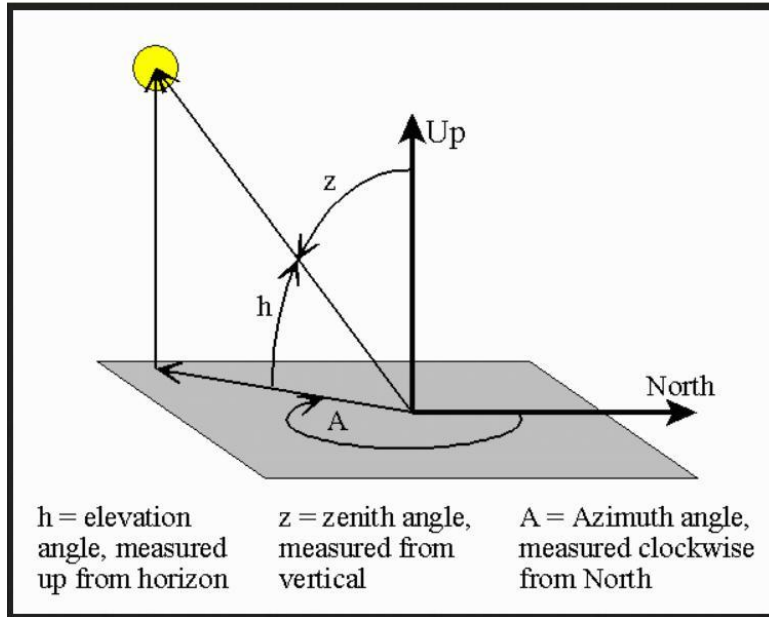


# **Cr terios Importantes na Identifica o da Vegeta o e Uso da Terra**

- Rela o sinal/ru do da imagem.
- Dissimilaridade espectral.
- Aspectos fenol gicos.
- Calend rio de plantio dos cultivos.
- Aspectos clim ticos: chuva, umidade, sombra.
- Posi o do sol:  ngulo de eleva o solar e de azimute.



# Posição do sol: ângulo de elevação solar e de azimute



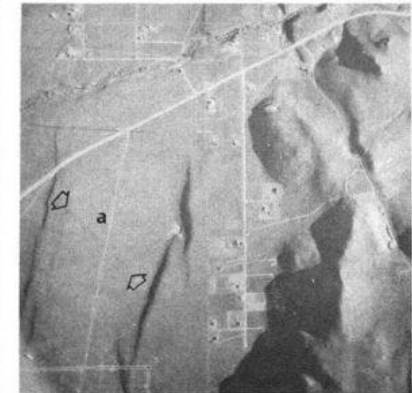
(4a)  
February 8, 1974  
Solar altitude 20°  
Solar azimuth 133°  
Local solar time 0900



(4b)  
February 15, 1974  
Solar altitude 25°  
Solar azimuth 134°  
Local solar time 0913



(4c)  
March 22, 1974  
Solar altitude 33°  
Solar azimuth 123°  
Local solar time 0900



(4d)  
April 12, 1974  
Solar altitude 11°  
Solar azimuth 88°  
Local solar time 0630

FIG. 4. Reno test site sequential low sun-angle photography. Original scale 1:12,000.

WALKER, P. M.; TREXLER, D. T. Low Sun-Angle Photography. PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING & REMOTE SENSING, 1977

# Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

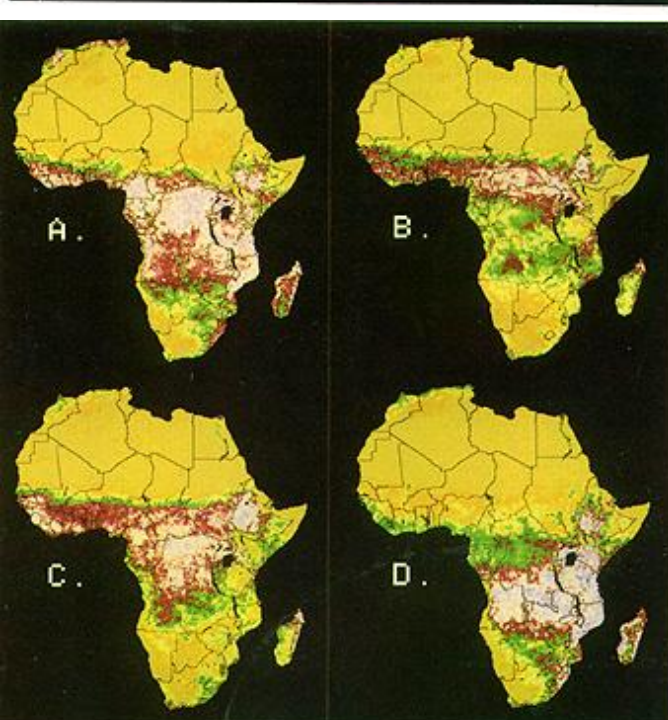
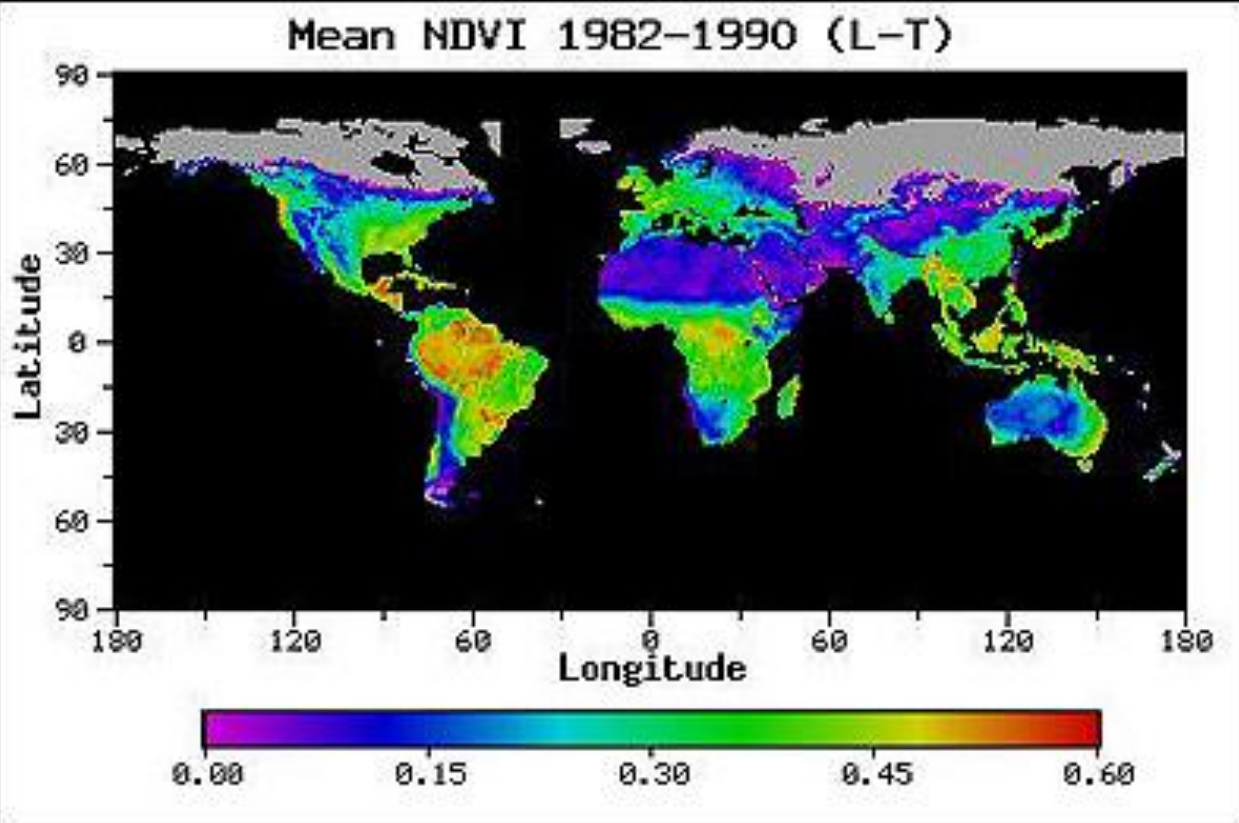
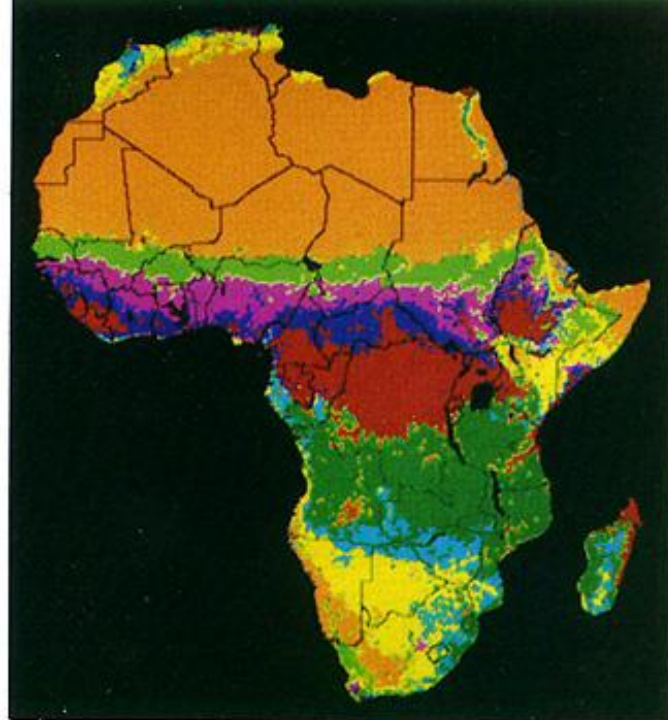
$NDVI = (Near\ IR\ band - Red\ band) / (Near\ IR\ band + Red\ band).$

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

$AVHRR = (2 - 1) / (2 + 1).$

## **Limitações:**

- Saturação do NDVI
- Transmissão da radiação



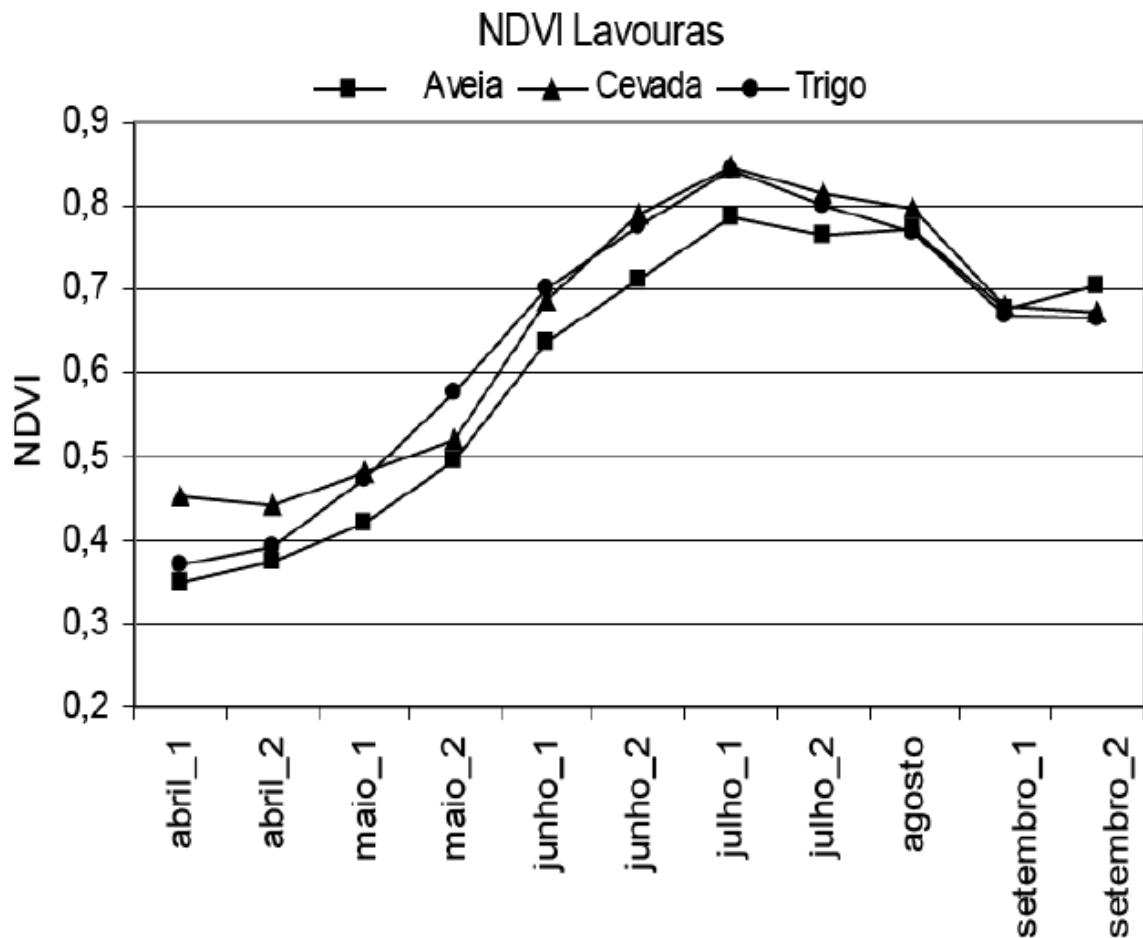
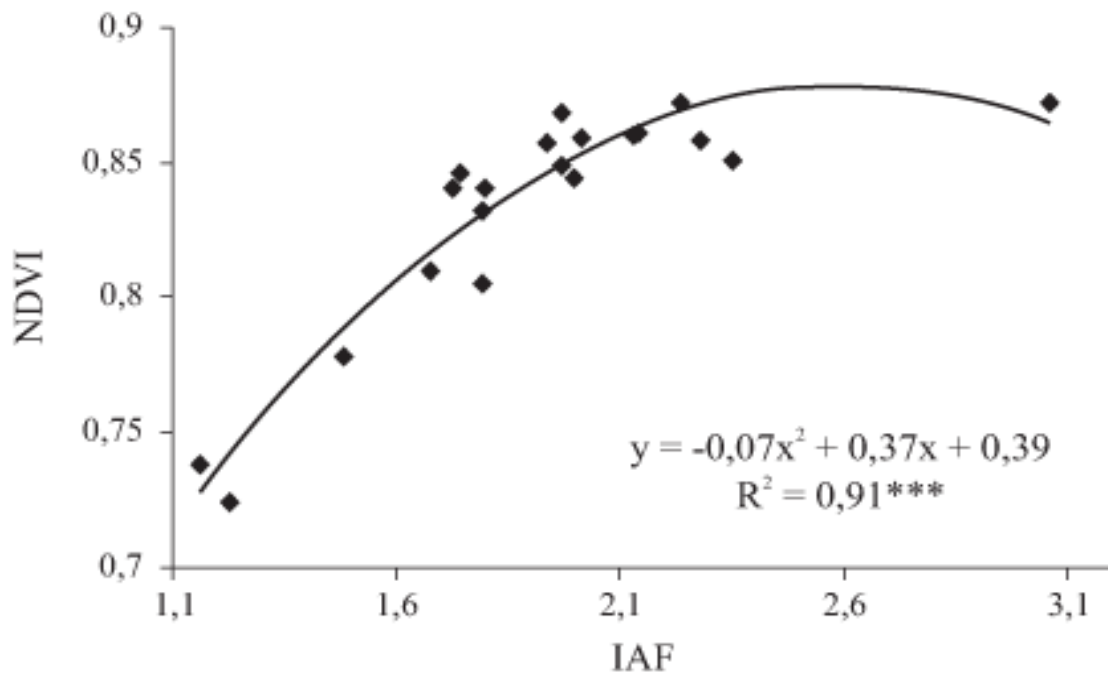
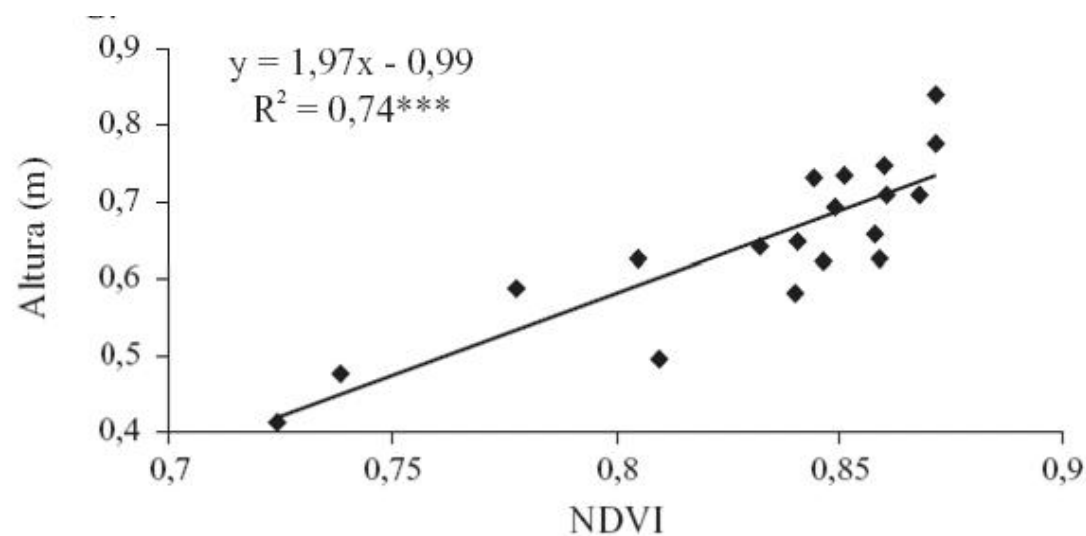


Figura 1 - Perfis temporais de NDVI obtidos em pontos de referência sobre lavouras de aveia, cevada e trigo. Região de abrangência da Cotrijal, 2006.

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