



Sensoriamento Remoto

Resposta espectral de alvos

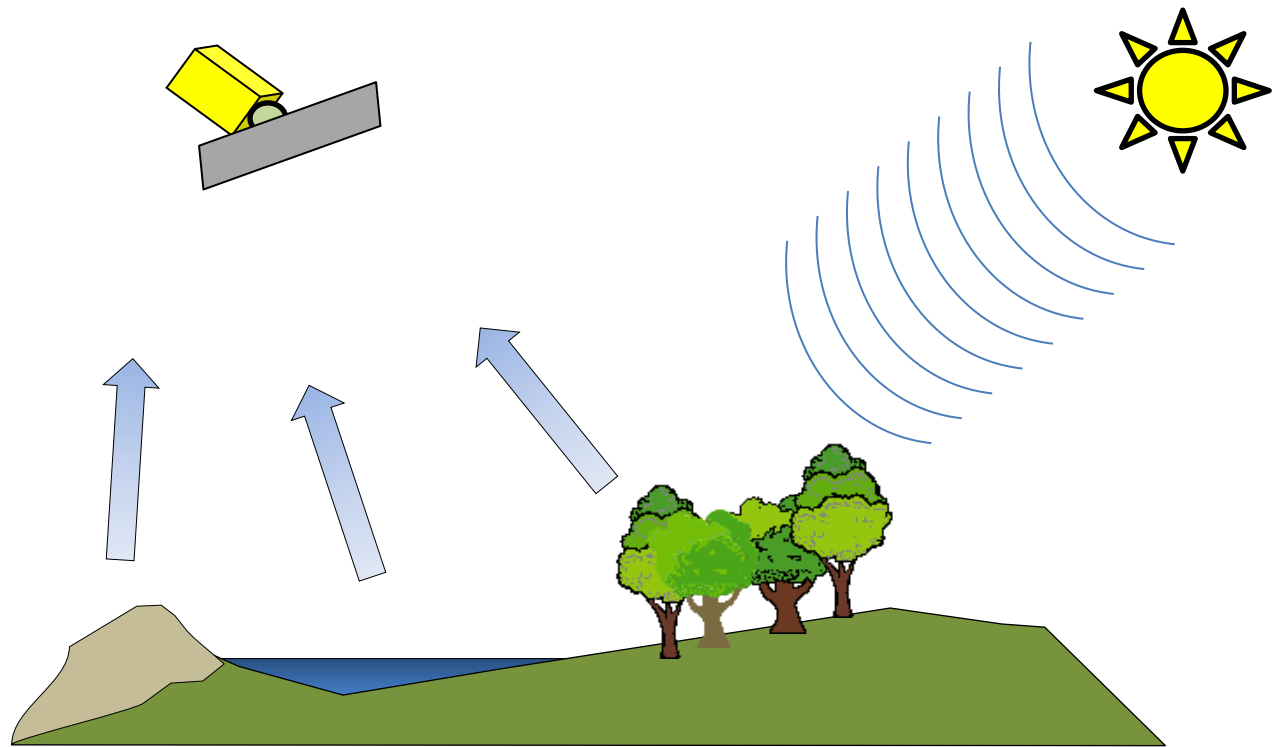
Prof. Dr. Jorge Antonio Silva Centeno Universidade Federal do
Paraná

Departamento de Geomática

carga horária semanal 03 hrs/semana total 45 hrs.

RESPOSTA ESPECTRAL DE ALVOS MAIS COMUNS

Alvos mais comuns



Balanço de radiação

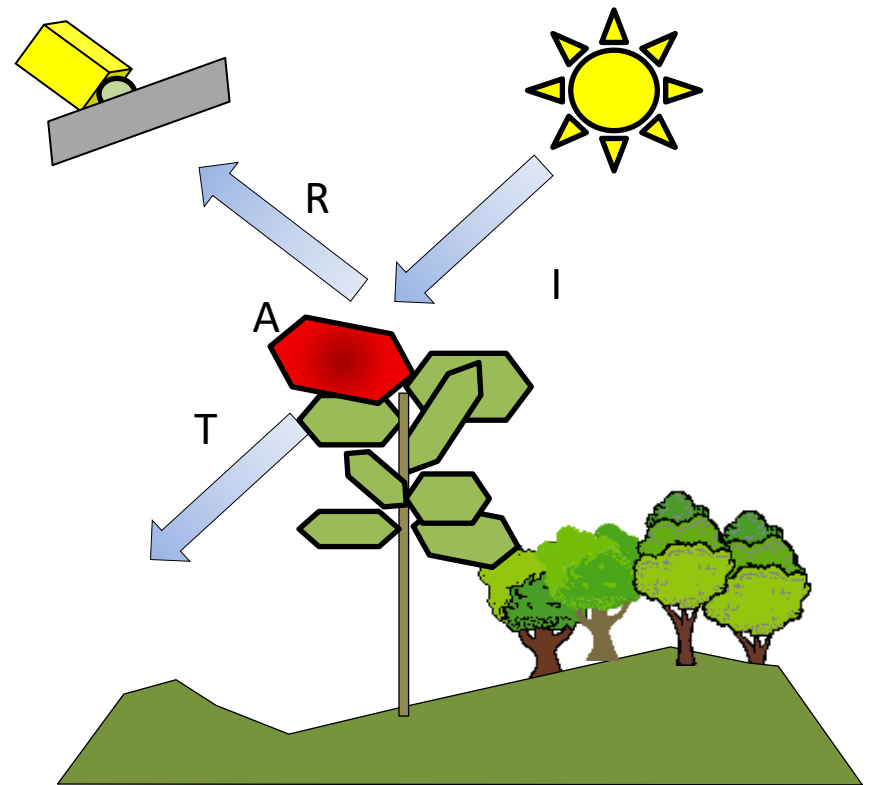
O fluxo incidente (I) pode ser refletido (R), Absorvido (A) ou Transmitido (T), dependendo das características da superfície do objeto.

Em termos relativos, escrevemos:

$$1 = \rho + \alpha + \tau$$

Sendo que o termo ρ descreve a reflectância, ou a capacidade da superfície refletir o fluxo de energia incidente.

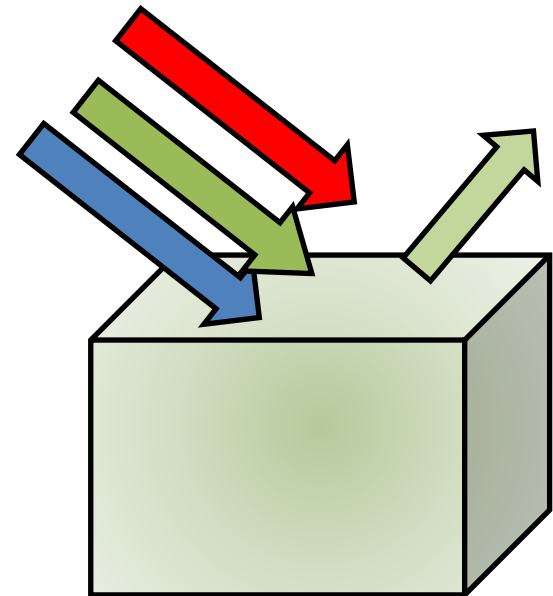
O total de radiação eletromagnética no sensor depende da reflectância dos objetos, que varia de 0 a 100%.



Resposta espectral de alvos

Como se deseja deduzir informações dos objetos (alvos) analisando a radiação eletromagnética por eles refletida, devemos estudar como a radiação interage com a superfície de cada objeto. Ela é absorvida ou refletida? Em quais comprimentos de onda?

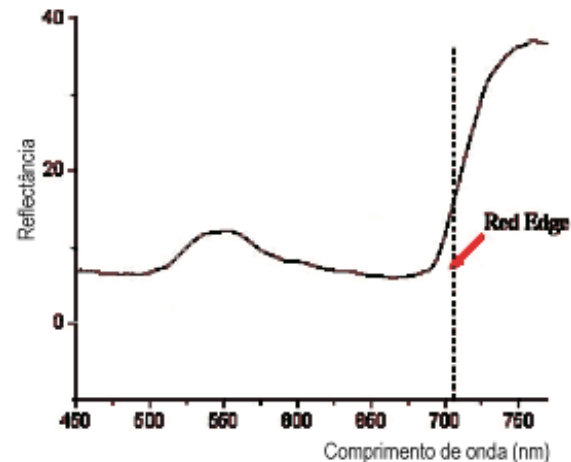
De que depende isso?



Características espectrais da vegetação

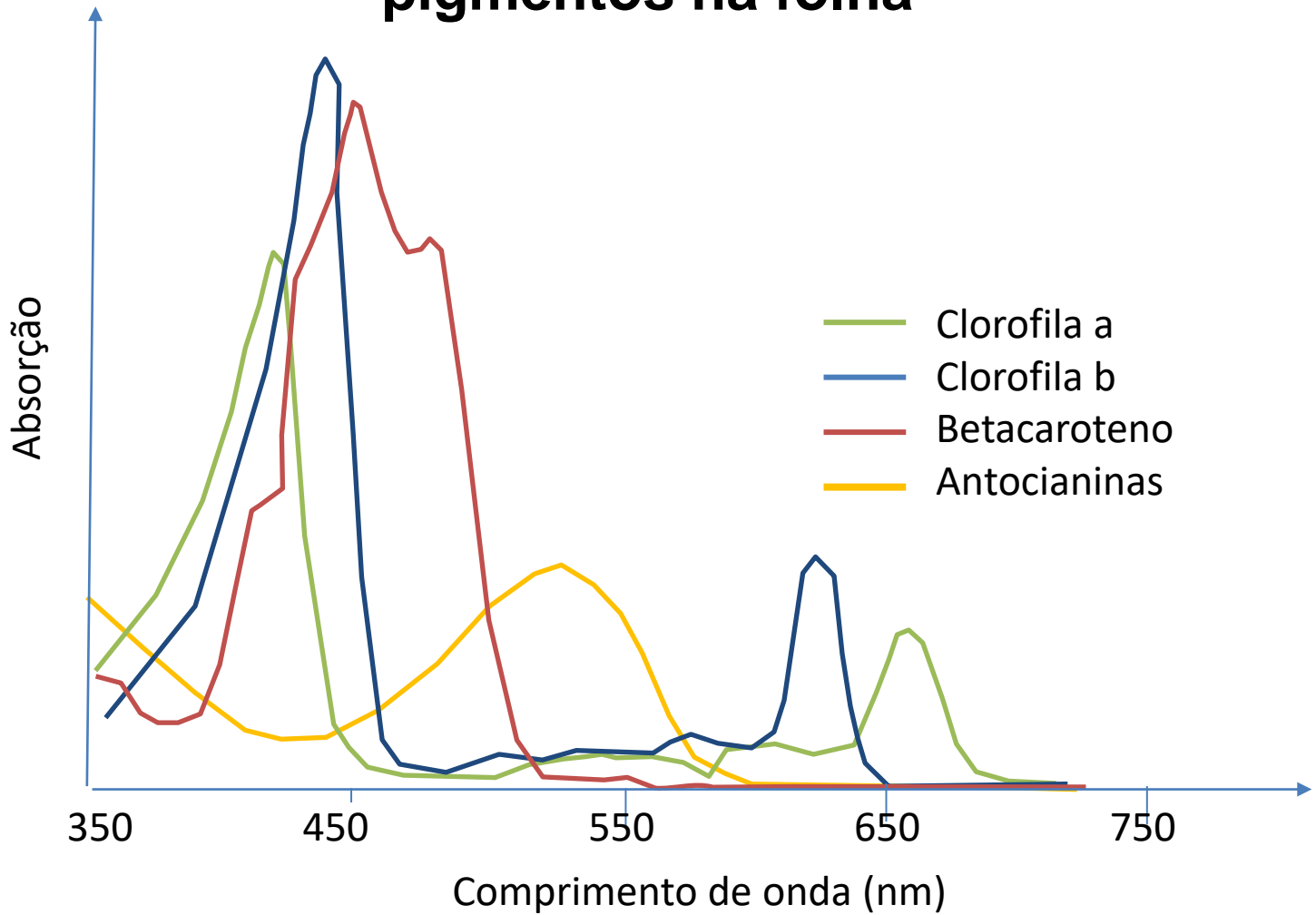
FOLHA. - No visível (300-700nm)

- A reflectância é baixa
- A absorção é alta
- A resposta espectral é influenciada pela presença de pigmentos.



(adaptado de Li et al. 2005 [78]).

Absorção de radiação eletromagnética dos pigmentos na folha





Variação de pigmentos



A que se deve a diferença de cor?

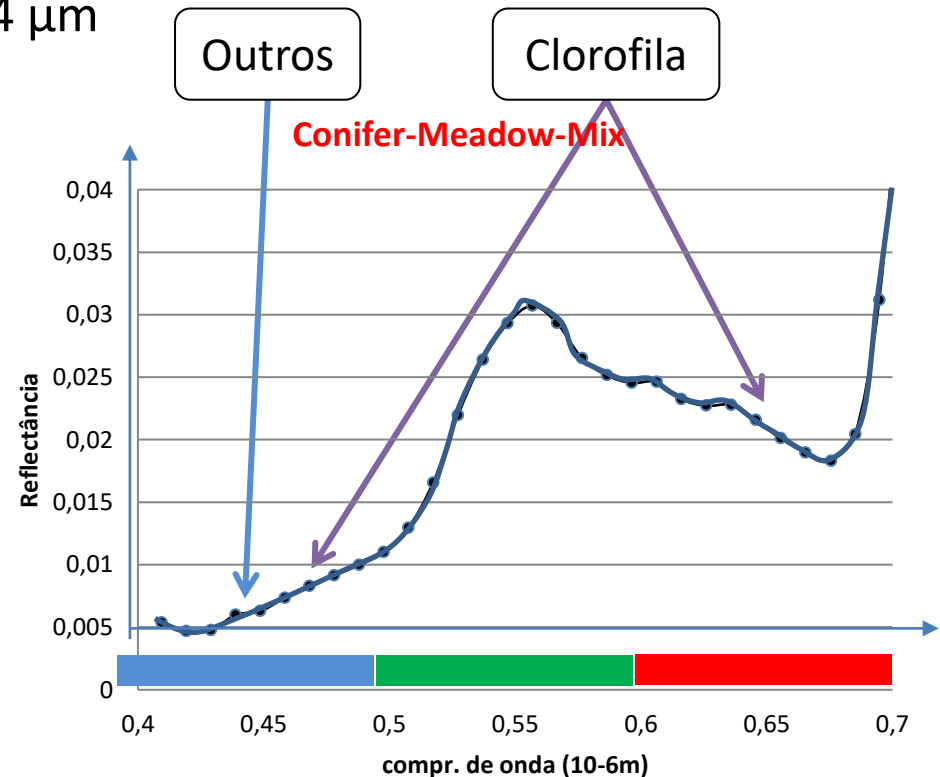


Visível / Absorção

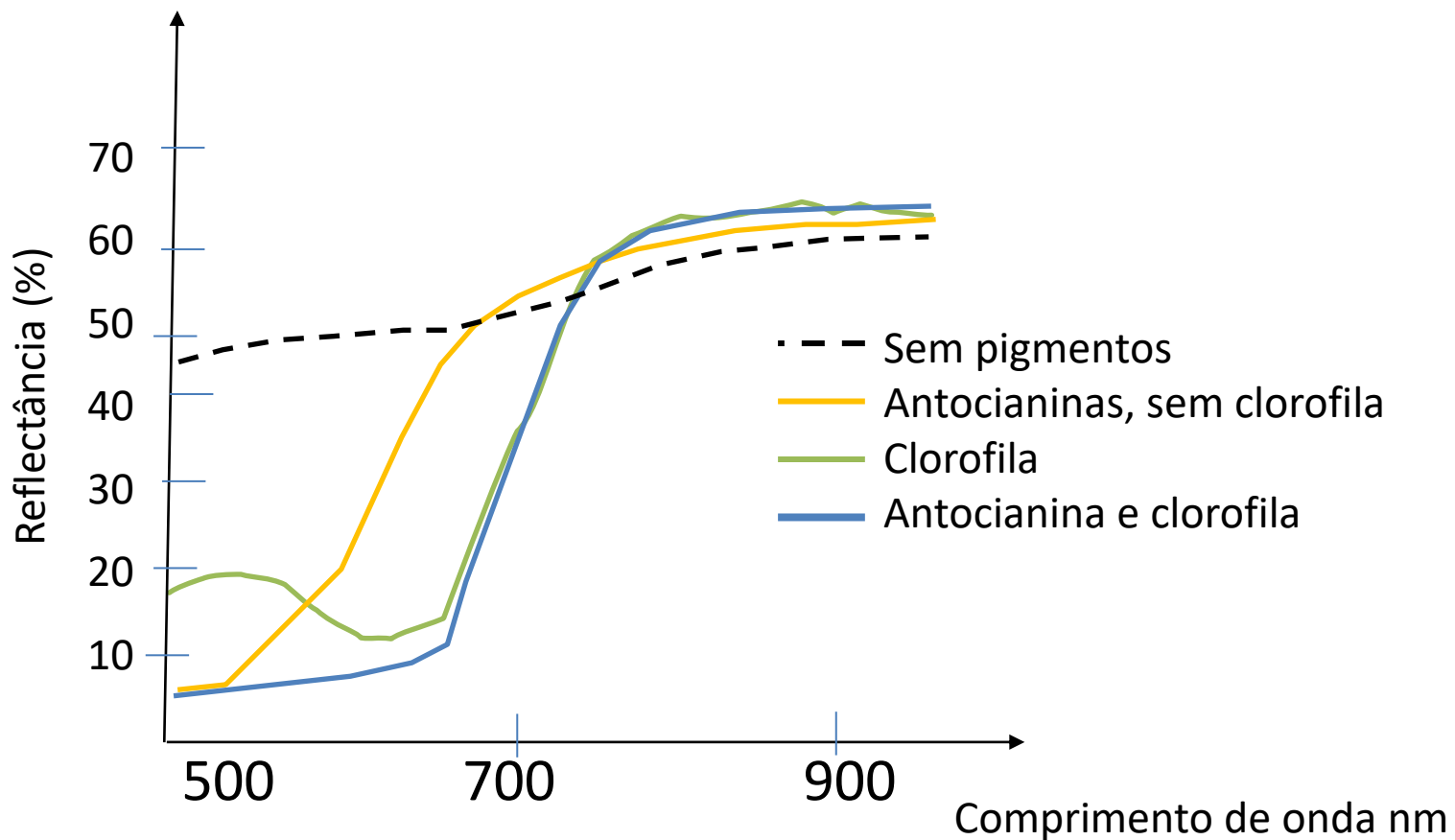
Se a absorção é alta, fica pouco para ser refletido.

- Absorção da Clorofila: em torno de 0,45 e 0,65 μm
- Absorção outros Pigmentos caroteno e xantofilas (amarelos): 0,45 μm .

Máximo de reflectância em 0,54 μm



Vegetação com diferentes pigmentos



(Swain & Davis)

- A falta de pigmentos altera a resposta espectral da vegetação.



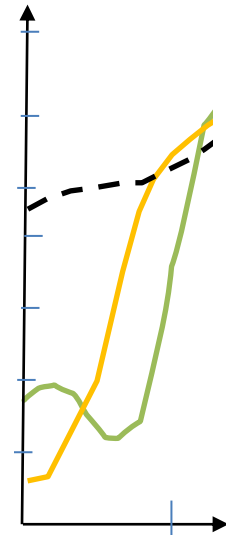
Vegetação sadia



Vegetação sem clorofila, mas com outros pigmentos



Vegetação sem clorofila e sem outros pigmentos



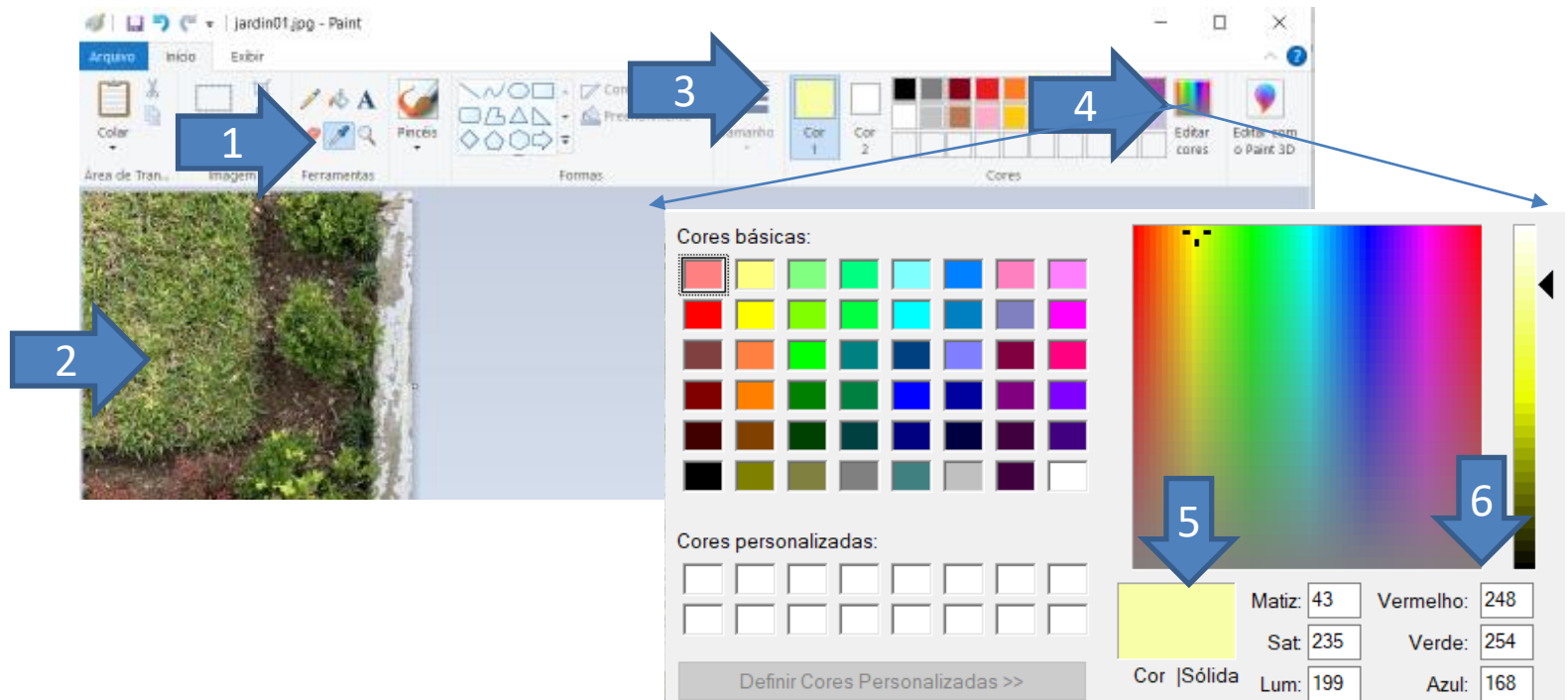
Exemplo



Em uma escala de
0=nada de radiação refletida
255= máximo de radiação refletida
Pode estimar quanto de radiação tem
nestes três tipos de folhas?

Folha	R(0-255)	G(0-255)	B(0-255)
1			
2			
3			

verifique



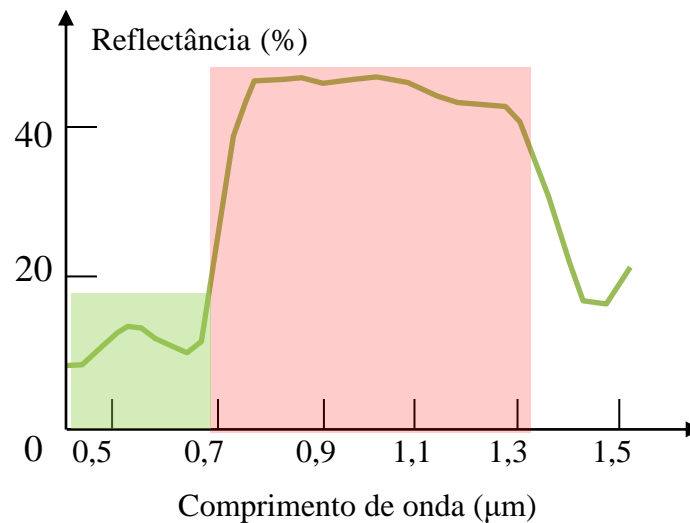
1. Ative a ferramenta de “seleção de cor”
2. Clique em um pixel
3. Verifique se a cor foi selecionada
4. Abra o editor de palheta de cores
5. A cor selecionada deve ser mostrada
6. Leia as componente R G e B

No infravermelho próximo:

Absorção muito pequena

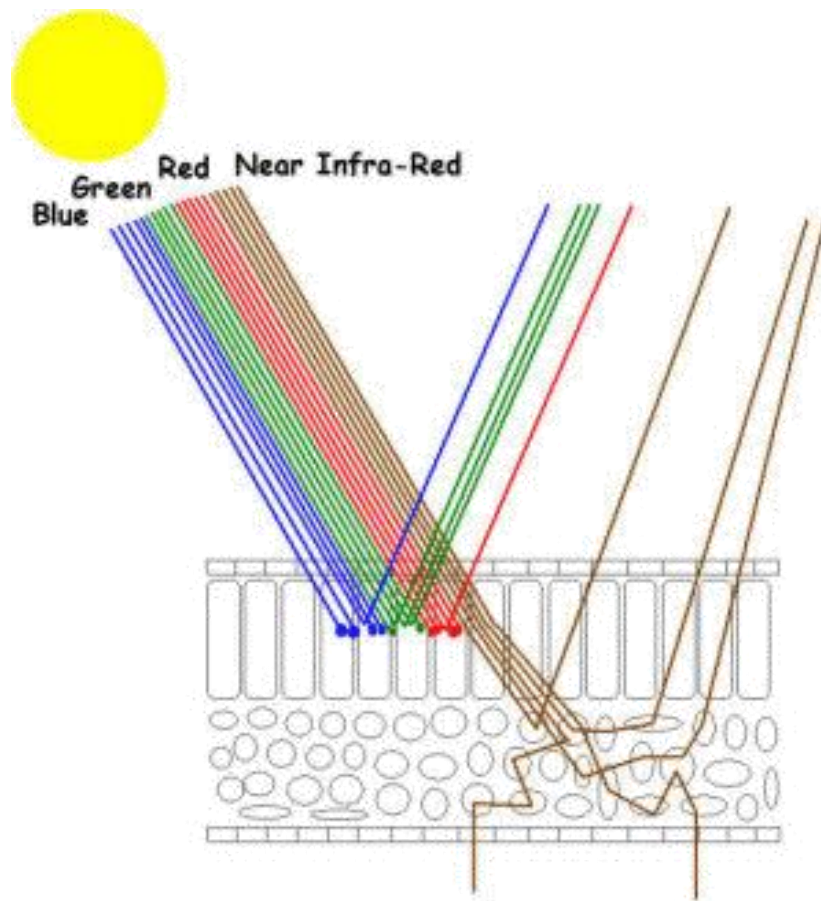
Transição em 0,7 (red-edge)

Reflectância é alta (45 a 50 % da energia incidente)



A estrutura interna da folha controla a reflectância.

A reflectância depende do tecido interno esponjoso da planta (mesofilo).



<http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c01-s01.html>

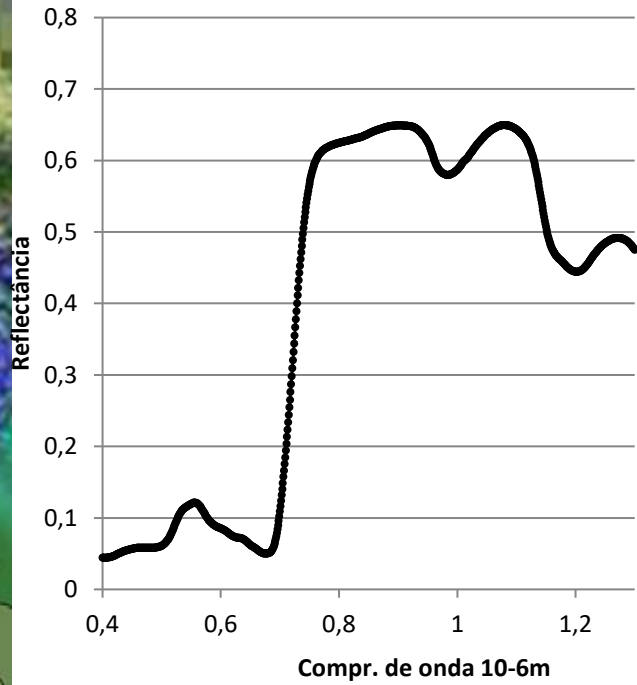
Infravermelho próximo IVP

Existem diferenças estruturais significativas no mesofilo das plantas, fazendo com que diferentes espécies reflitam de forma diferenciada no infra-vermelho próximo. Assim, torna-se mais fácil discriminar espécies na região do infravermelho próximo.

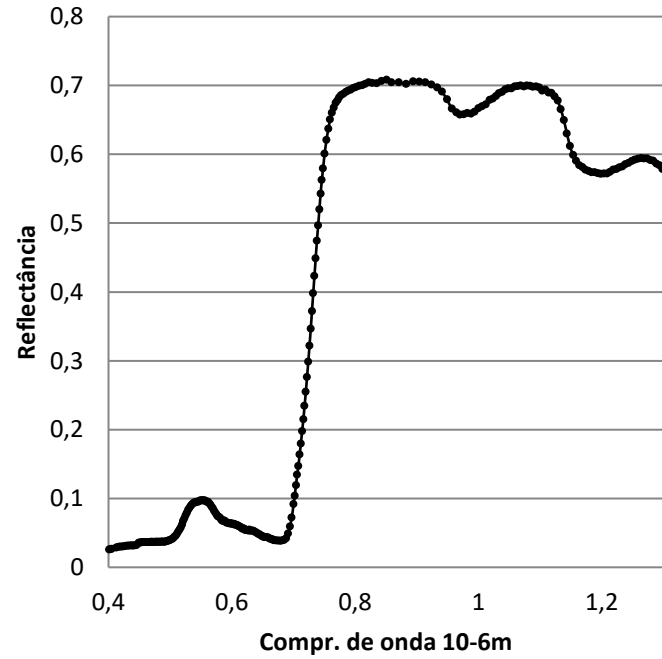




Spruce/abeto



Lawn Grass / Pasto



Spruce

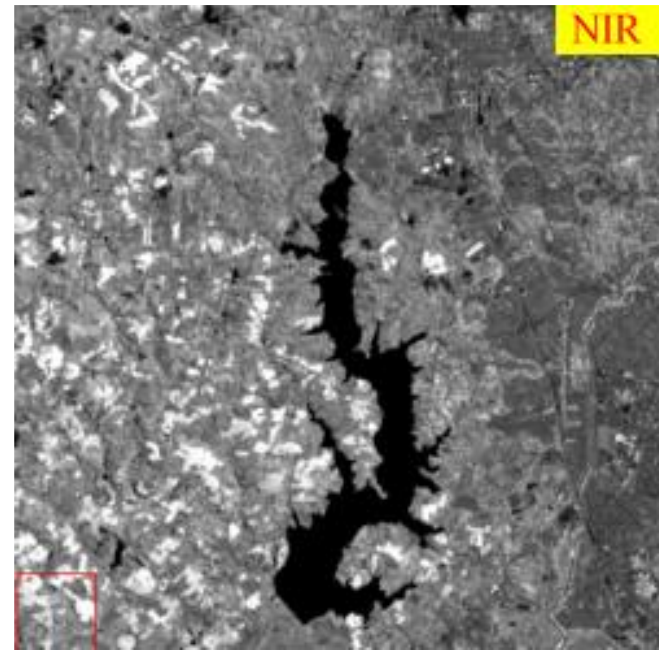
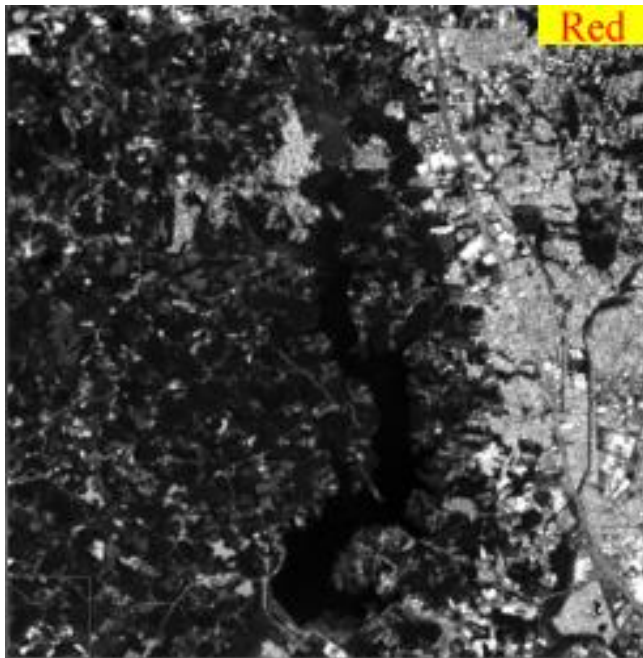


Lawn grass



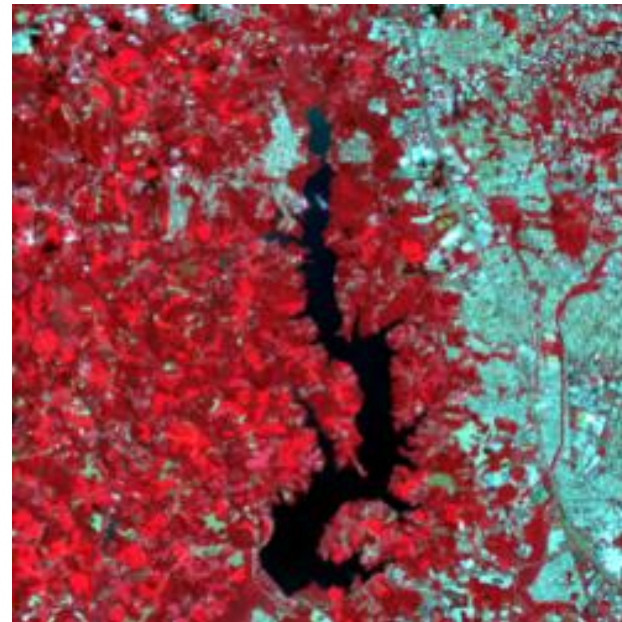
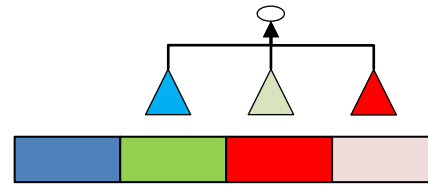
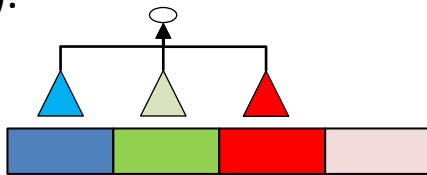


Confira, nas imagens do vermelho e do infravermelho próximo (NIR) a alta absorção da vegetação no visível e a alta reflexão no NIR. As manchas claras na segunda imagem mostram alta reflexão no infravermelho próximo e baixa no visível, logo devem ser vegetação.



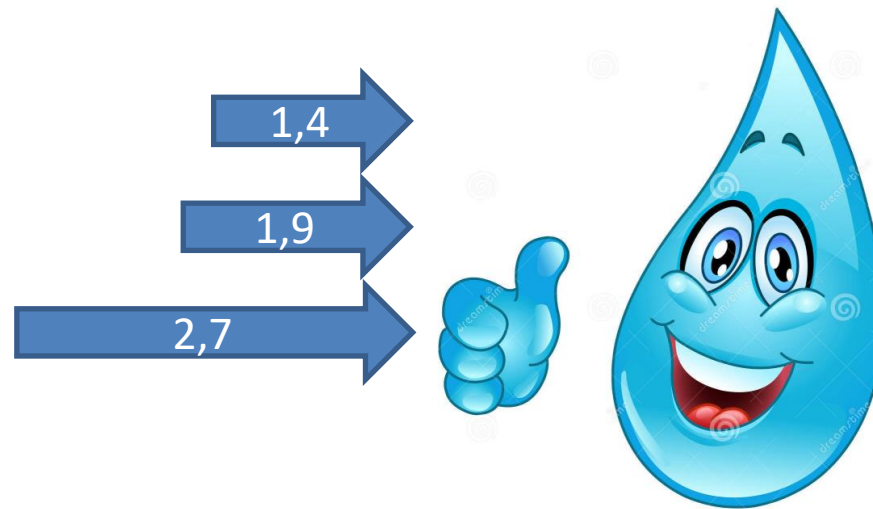
IV-falsa-cor

Como os dispositivos de visualização podem apenas usar três cores, é necessário descartar uma banda do visível. Assim sendo, em lugar de se visualizar a composição RGB, visualiza-se a composição NIR-R-G (falsa cor).



No infravermelho médio:

- A reflectância é dominada pela umidade.
- Três picos grandes de absorção em torno de 1,4, 1,9, e 2,7 μm .



Absorção vs. reflexão

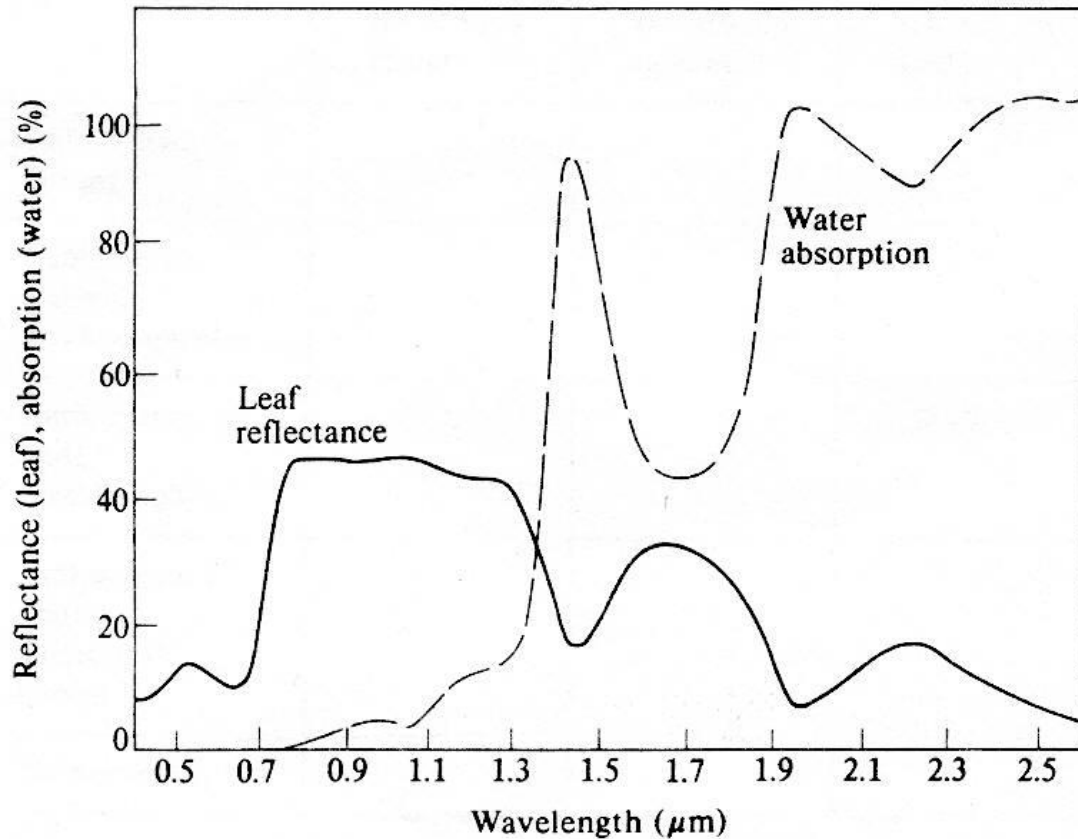
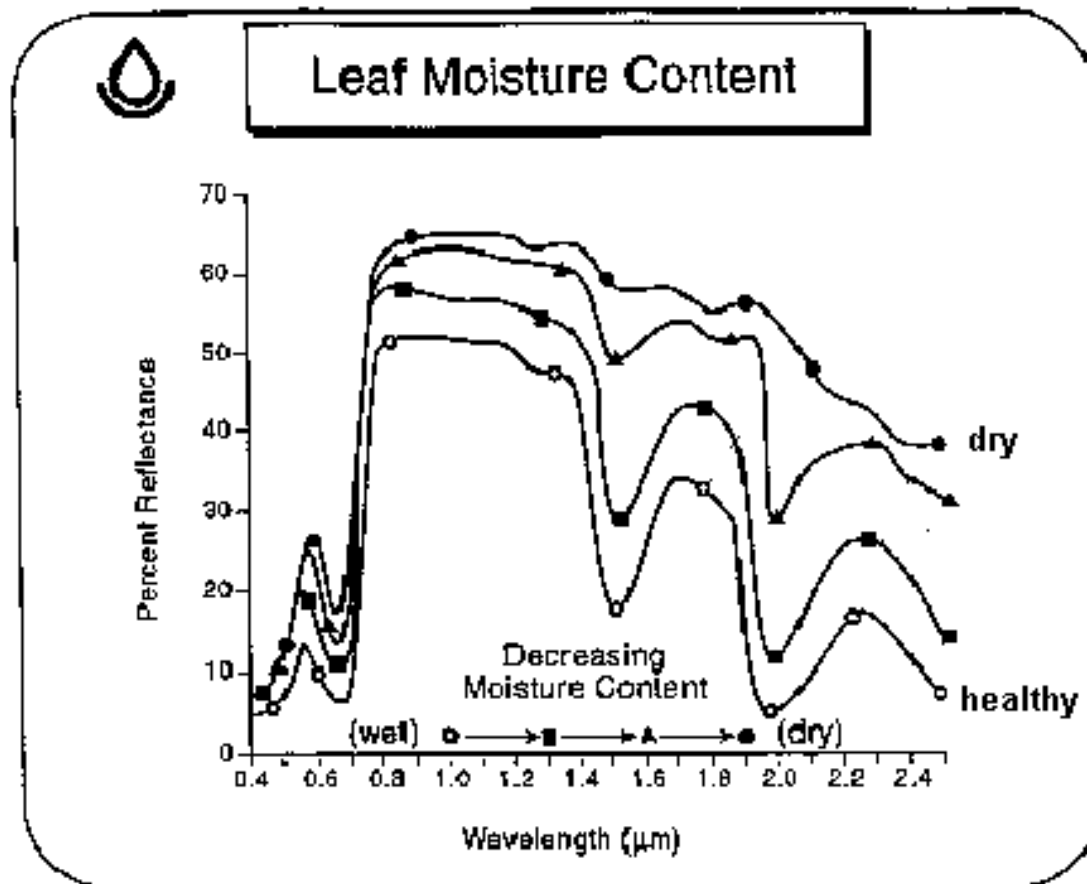


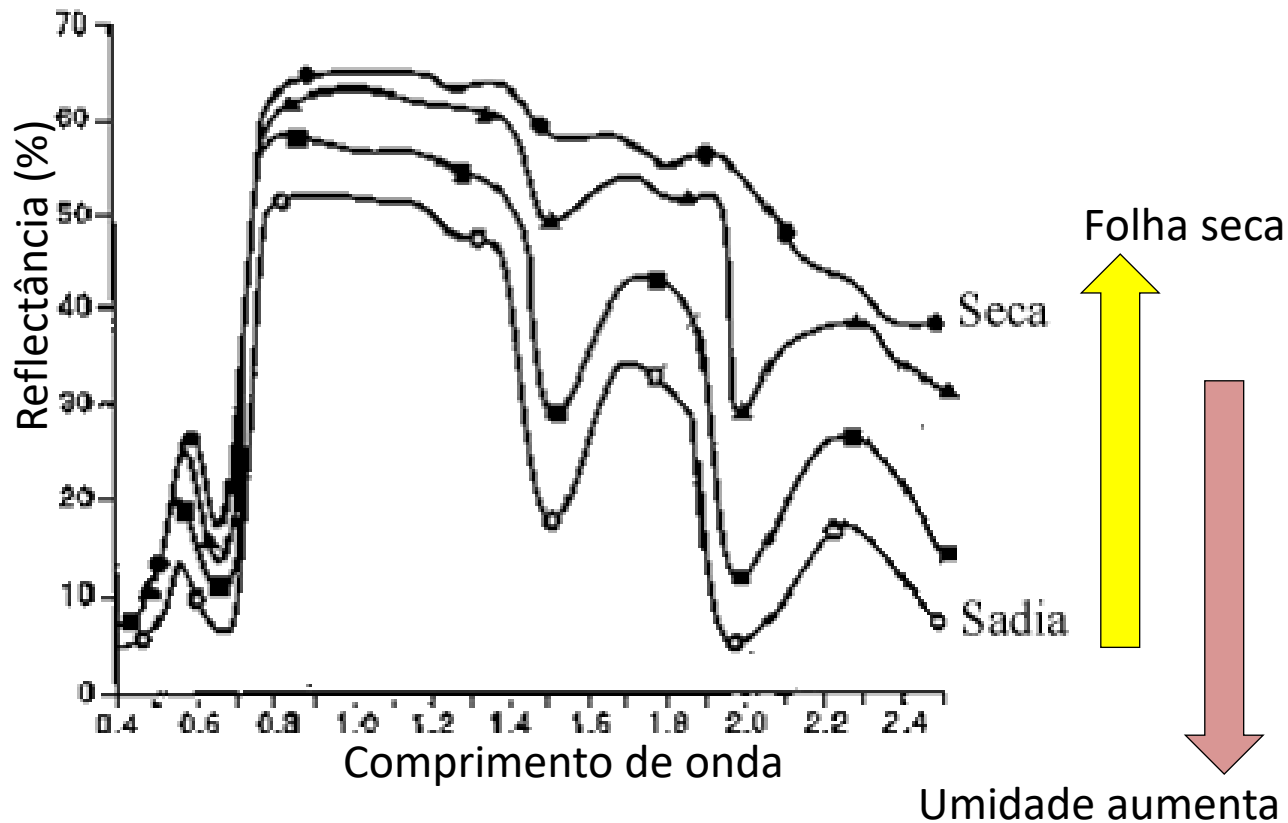
Figure 5-9 The inverse relationship between leaf reflectance and water absorption. The water-absorption curve represents the amount of absorption caused by a layer of water 1 mm deep. (After Hoffer and Johannsen.³)

Consequências da variação do teor de umidade



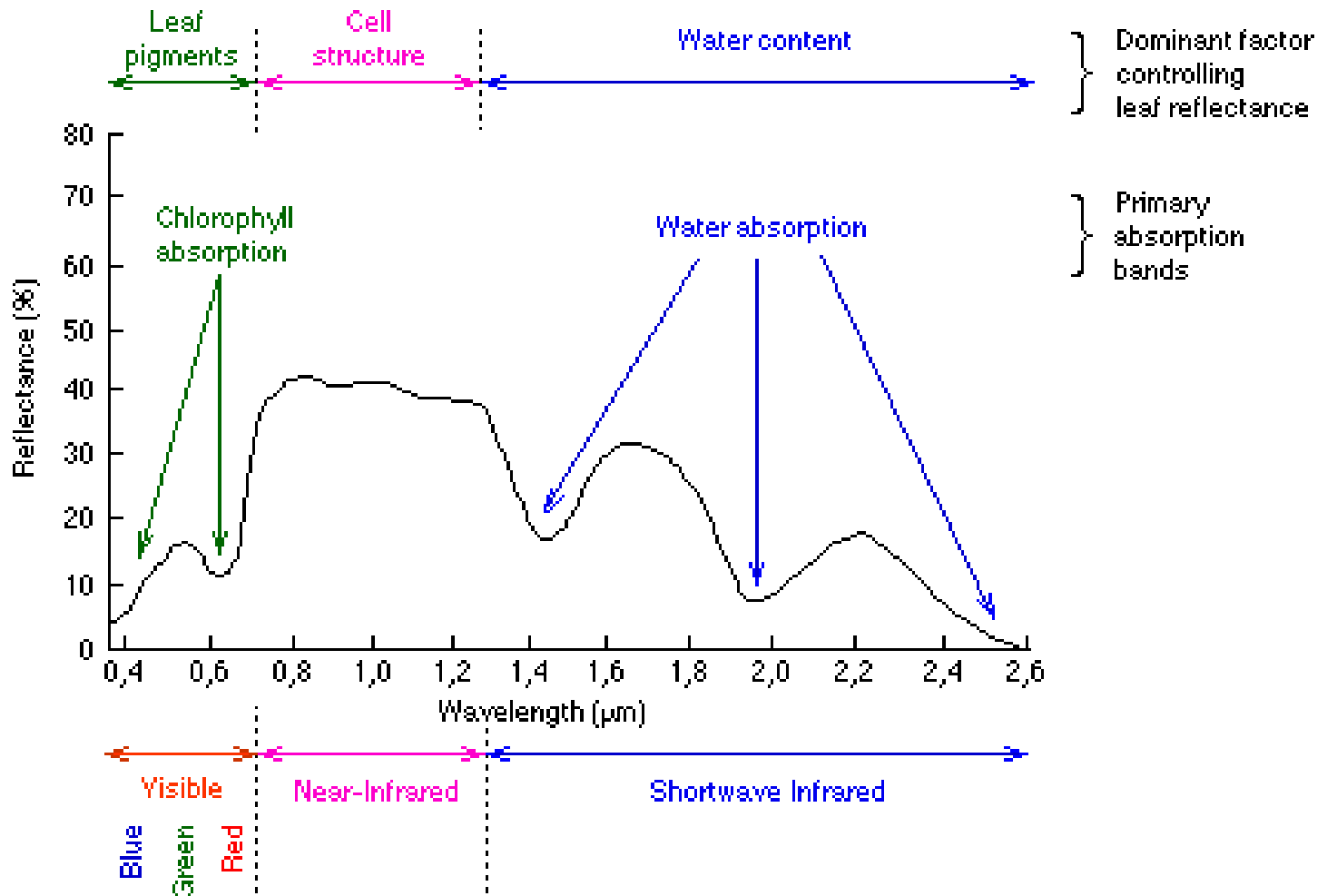
Fonte: Swain and Davies (1978)

Consequências da variação do teor de umidade



Fonte: Swain and Davies (1978)

Resumo



exercícios

- Por favor, feche seu caderno e use a cabeça ...

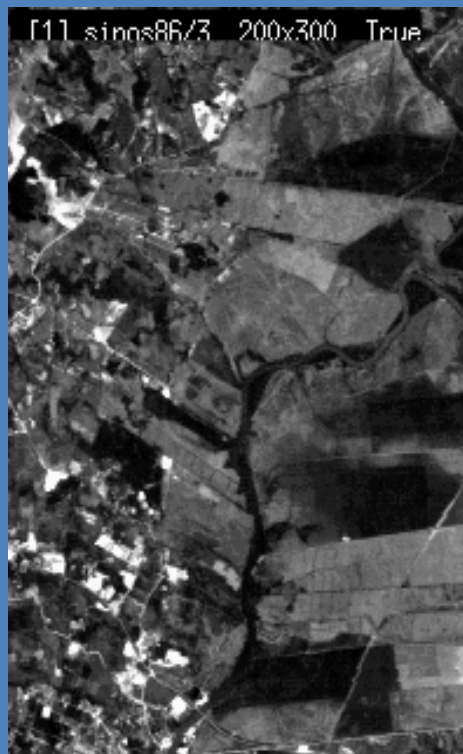


Imagens obtidas no

Visível,

IVP e

IVM.



Quais áreas são vegetação?



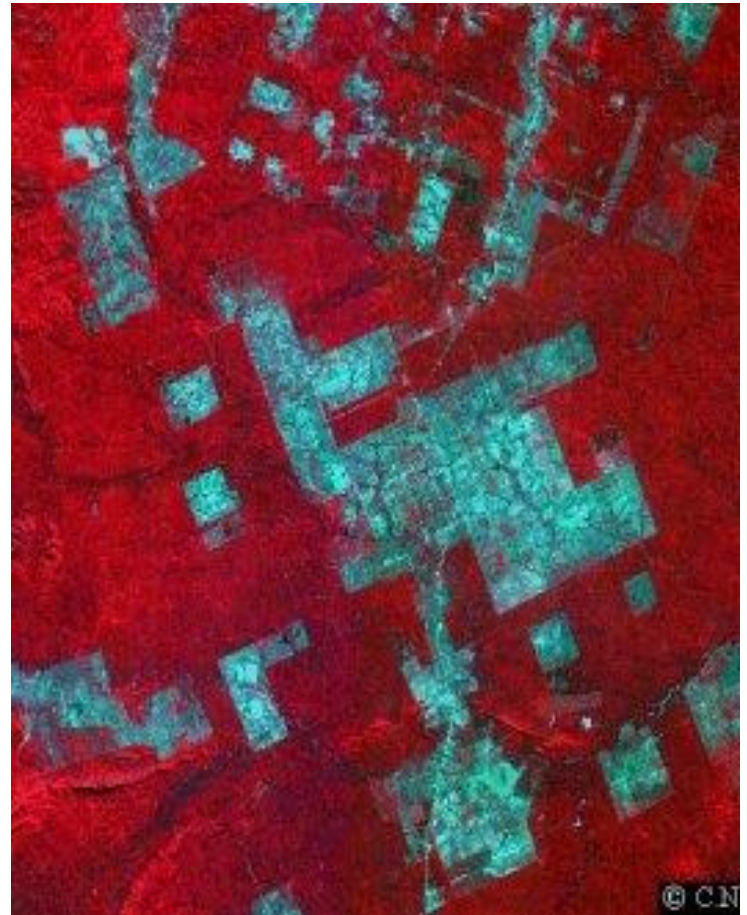
Exemplo:

Monitoramento da alteração da cobertura do solo.

A figura mostra uma imagem infra-vermelha da Amazónia

A vegetação aparece vermelha e as áreas cortadas aparecem azuis.

Pergunta: qual banda está associada à cor vermelho da imagem?

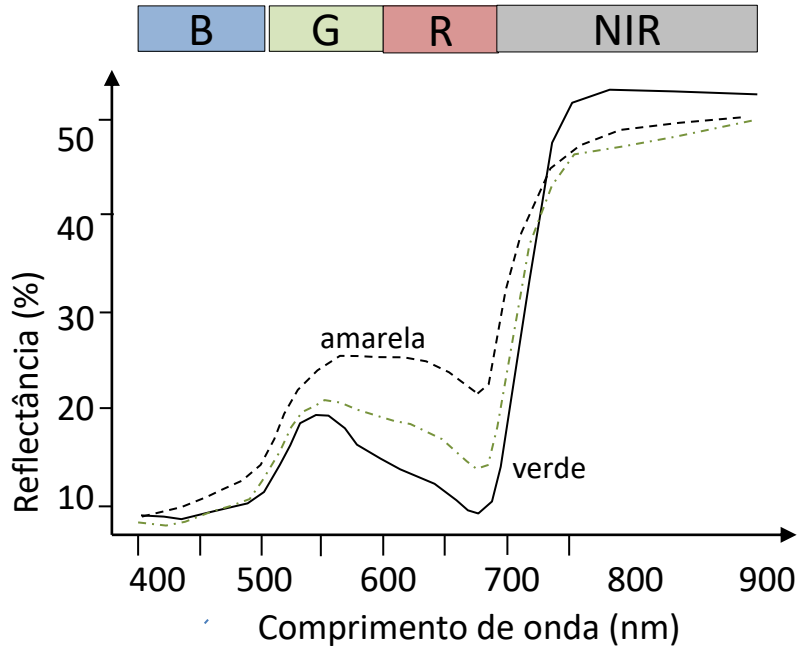


índices

- Maximizar a visualização do efeito da radiação em determinadas superfícies
- Ser facilmente calculado
- Normalizar, quando possível para evitar o efeito de iluminação e atmosfera
- Permitir comparações multitemporais
- Estar associado, se possível, a uma variável ambiental mensurável
 - Exemplo índice de vegetação



Folha verde vs amarela

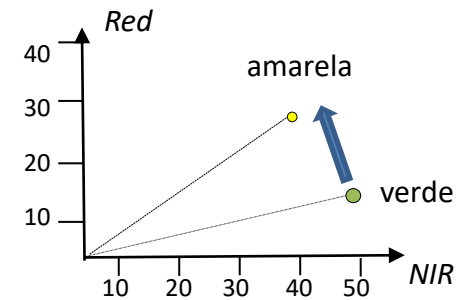


A reflectância da vegetação é alta no infravermelho próximo
vegetação sadia apresenta alta absorção no vermelho;
Quando a planta sofre algum estresse, diminui a absorção de clorofila (red)
A relação NIR/RED é muito importante para monitorar o estado da vegetação.

A diferença ou a razão entre as bandas do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (RED) proporciona um índice de vegetação

$$IV = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

$$IV = \frac{IVP}{VIS}$$



NDVI Normalized difference vegetation index

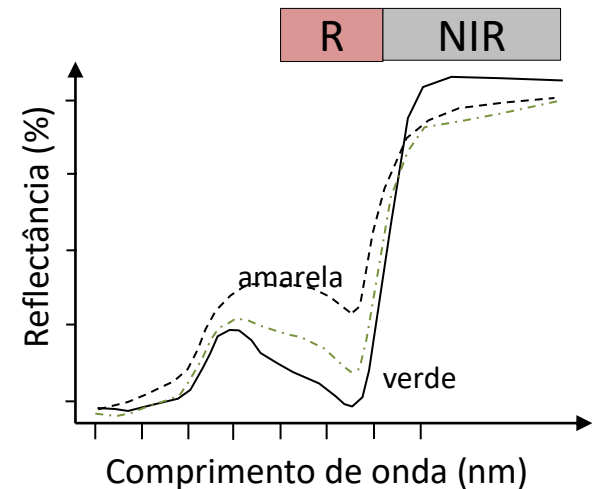
A diferença pode ser calculada como:

$$IV = NIR - RED$$

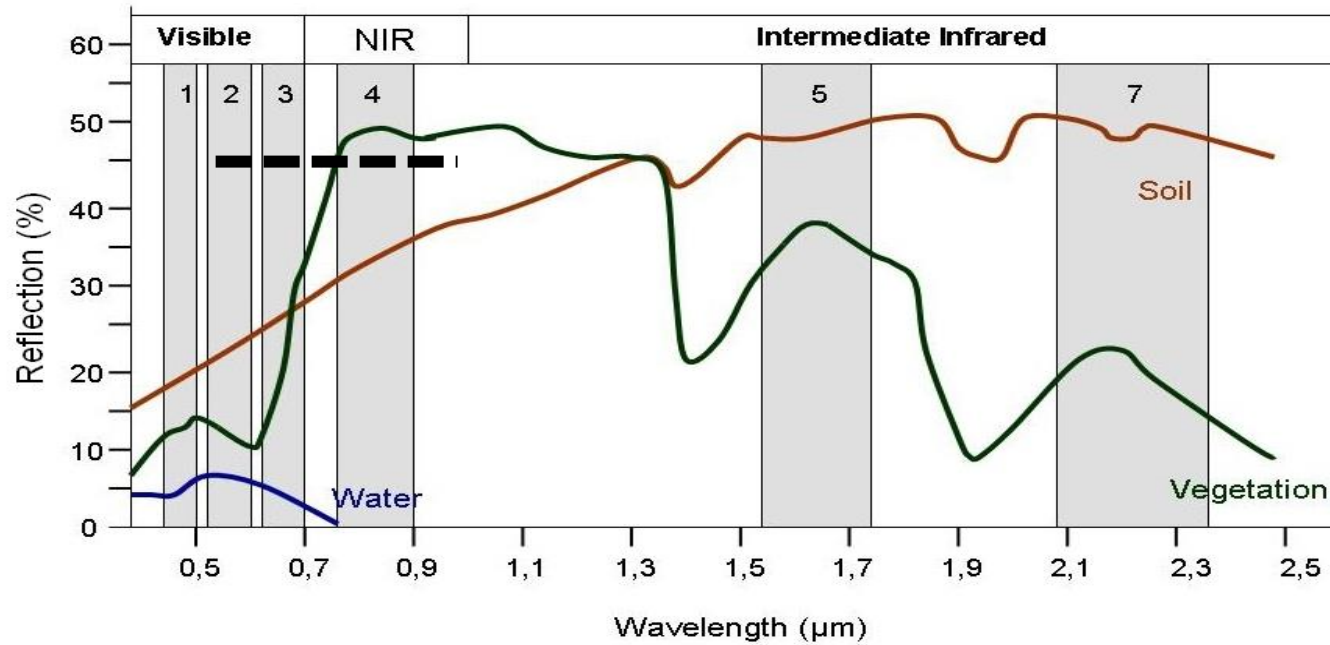
Porém, para normalizar esta diferença, usa-se o conceito de contraste (diferença/soma).

O contraste entre bandas do visível e do IVP informa a respeito do estado da vegetação e é conhecido como o índice de vegetação por diferença normalizada

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$



NDVI

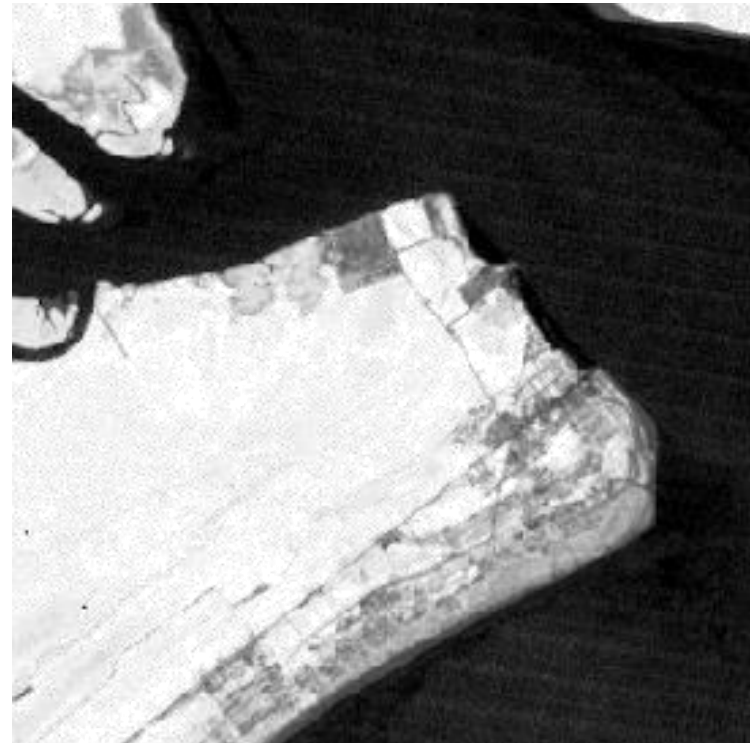


Como ficaria o NDVI para outros alvos, como solos, áreas urbanas, água ou até nuvens?

NDVI

NDVI da imagem Landsat da região de pontal do Paraná

Nesta imagem, as áreas cobertas por vegetação aparecem bem claras, contrastando com as áreas urbanas, solos e a água. O efeito da umidade na vegetação é também visível nas áreas de mangue localizadas nas ilhas no canto superior esquerdo da imagem.



Outros índices?

- Combinações similares, baseadas no comportamento espectral dos alvos na superfície da Terra, salientam outros aspectos particulares numa imagem. Considerando dados do sensor TM, os seguintes índices são citados na literatura ([Chuvieco \[1990\]](#)). Os índices que se referem a propriedades dos solos perdem significado quando o solo não se encontra descoberto.
- Índice simples de vegetação : $TM4/TM3$
Índice simples de argila : $TM5/TM7$
Índice simples de ferro : $TM5/TM4$
Índice simples de hidroxila de ferro: $TM5/TM3$
Índice simples de óxido de ferro: $TM3/TM1$



Outros índices similares

Outros índices exploram esta relação, porém de forma diferente; Por exemplo:

Enhanced vegetation index

$$EVI = \frac{(NIR - RED)}{NIR + c1 * RED - c2 * BLUE + c3}$$

Com três constantes: C1=6; c2=7 e c3=1

Uma lista completa de índices espectrais pode ser encontrada em:

<https://www.indexdatabase.de/db/i.php>

Consideração a respeito de iluminação

A aparência dos pixels, mesmo pertencendo ao mesmo alvo, pode ser diferente em função das condições de iluminação.

O efeito das condições de iluminação pode ser formulado como uma componente multiplicativa sobre o valor original :

- $B_0' = a_0 * B_0$
- $B_1' = a_1 * B_1$
- $B_2' = a_2 * B_2$

Se considerarmos que estas componentes são próximas:

$$a_0 = a_1 = a$$

Seu efeito é reduzido ao calcular a razão:

$$\begin{aligned} I &= B_0' / B_1' \\ &= (a_0 * B_0) / (a_1 * B_1) \\ &= (a B_0) / (a B_1) \\ &= B_0 / B_1 \end{aligned}$$

