



# Sensoriamento remoto

## Resposta espectral de alvos

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

Departamento de Geomática

Disciplina

SENSORIAMENTO REMOTO

# Resposta espectral de Alvos



LANDSAT/LC08/C01/T1\_SR/LC08\_174038\_20170816

# Características espectrais da água

- De que cor é a água?



Como é a resposta espectral da água no infravermelho?

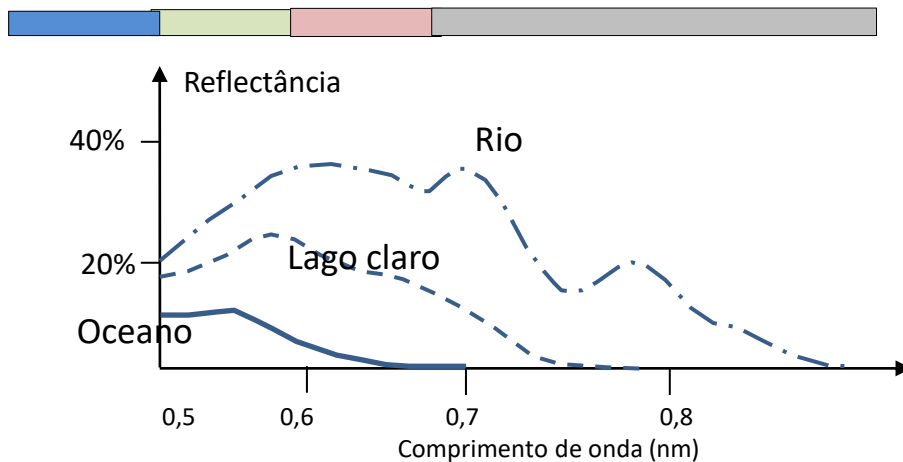
# Características espectrais

No visível

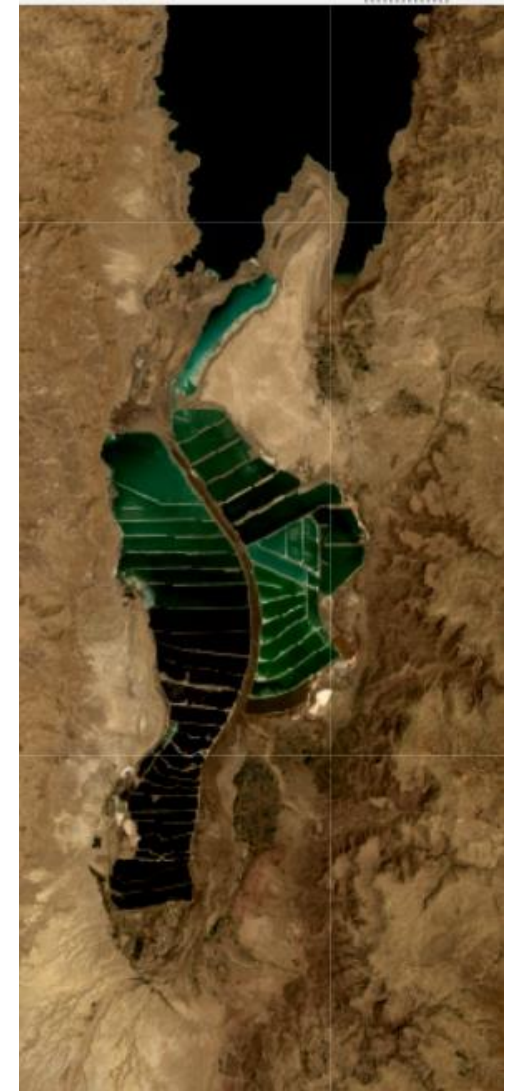
Baixa reflectância entre  $0,38$  e  $0,7\mu\text{m}$ .

Alta transmitância

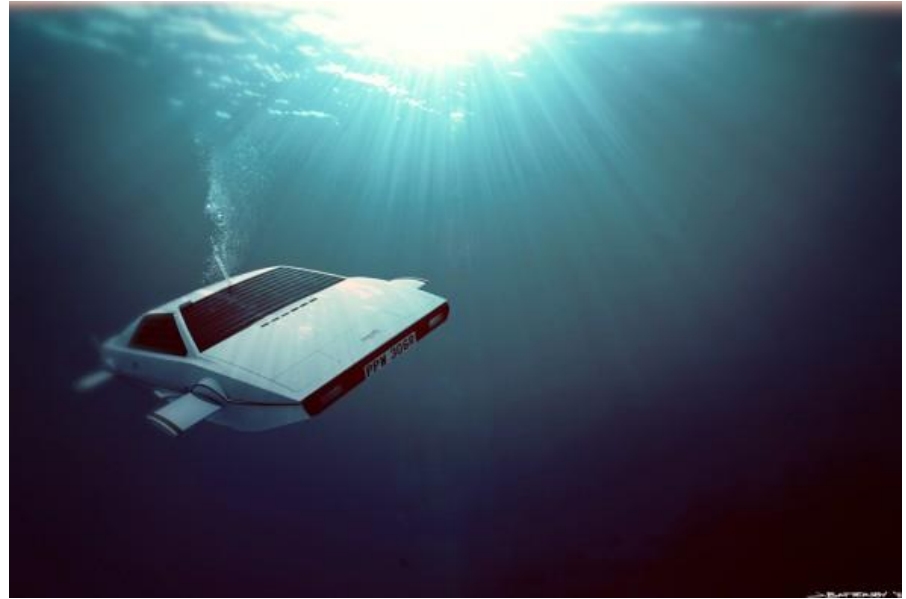
Pico de transmitância ocorre em  $0,48\mu\text{m}$ .



Que cor predomina em profundidades em torno de  $1\text{m}$  ?







<http://www.borneotourstravel.com/borneo-tours/kota-kinabalu-scuba-diving>

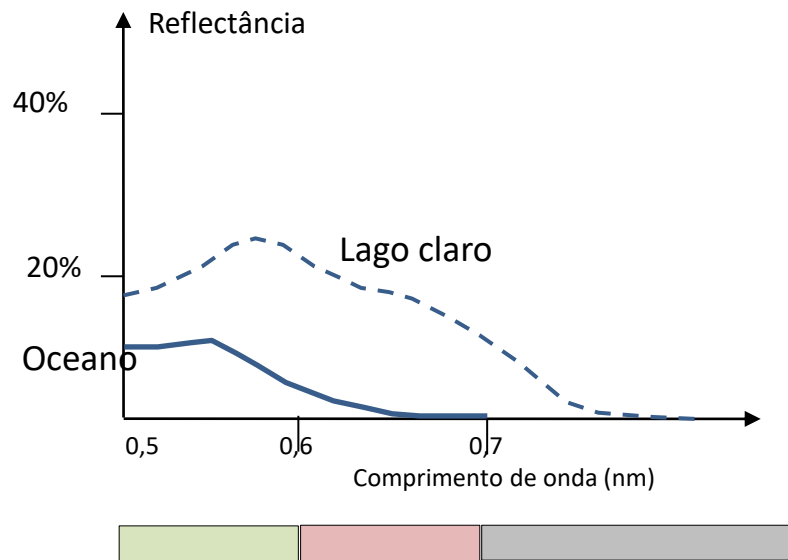
<http://www.jbdesign.ca/2011/06/ride-to-atlantis-print>

# Água no infravermelho próximo

Acima de  $0,7 \mu\text{m}$  a água absorve toda a radiação solar incidente.

Alta absorção.

Por isso podemos delinear melhor corpos de água usando o infravermelho.



# Visível vs infravermelho

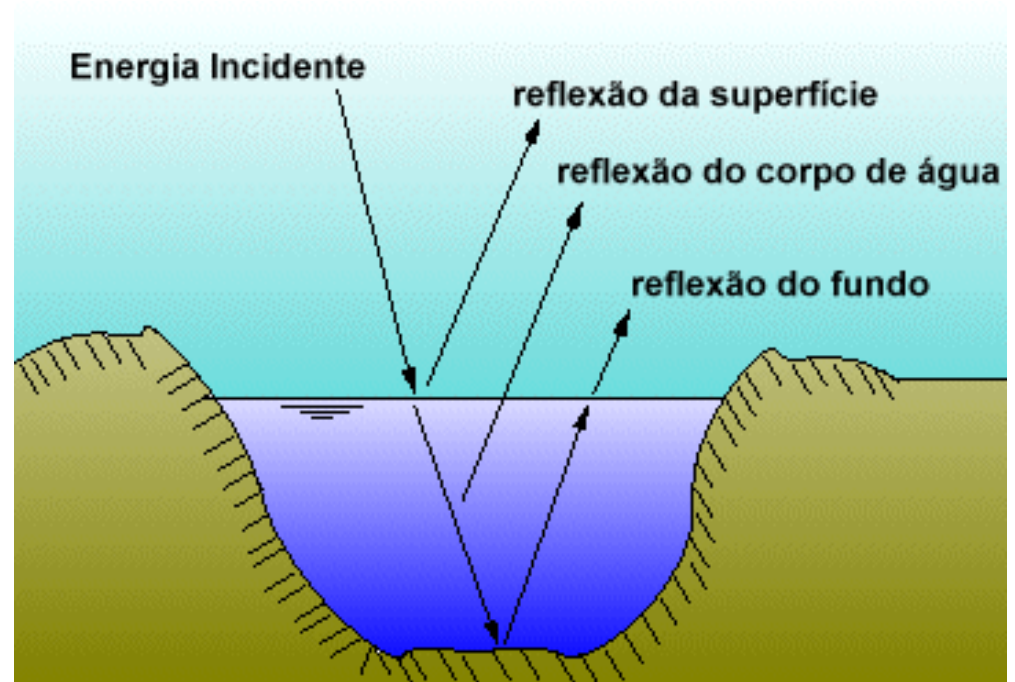


Guaratuba em uma imagem do visível (RGB) e em uma composição que inclui o infravermelho. Perceba como no visível a água reflete um pouco, pode ser por causa dos sedimentos em suspensão, e também penetra nas áreas rasas perto das ilhas. Já no infravermelho a água aparece totalmente escura.



Penetração da energia eletromagnética em corpos de água depende da:

- Turbidez,
- Materiais em suspensão,
- Elementos dissolvidos



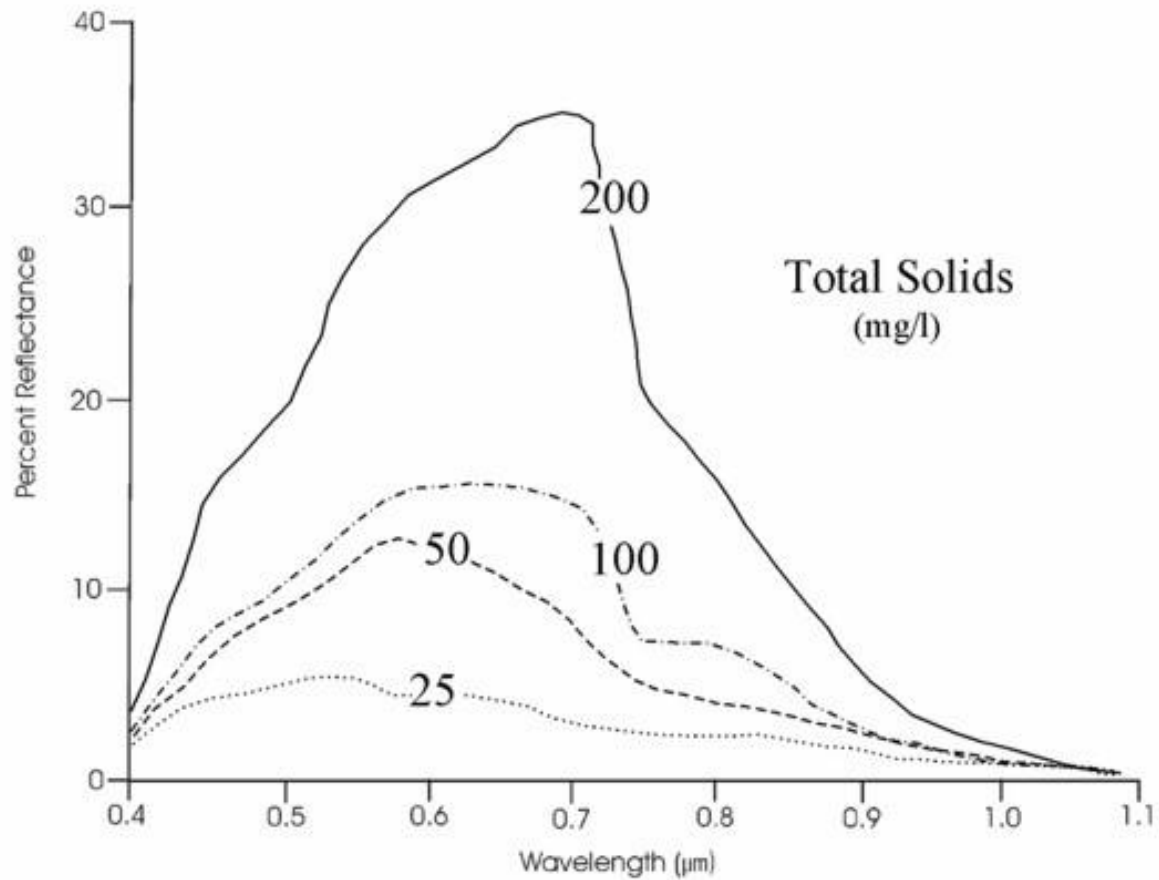


# Fatores que alteram a resposta espectral da água

- Sedimentos em suspensão e matéria dissolvida podem dar cor a um corpo de água, dependendo muito da natureza do solo ou matéria envolvida.
- A turbidez aumenta a reflectância de corpos de água.
- Acima de 0.9 a água, mesmo turva, absorve toda a energia incidente.
- Clorofila: reduz a reflectância na faixa do azul e vermelho e aumenta a reflectância principalmente na região correspondente à cor verde.
- Matéria orgânica: absorve radiação

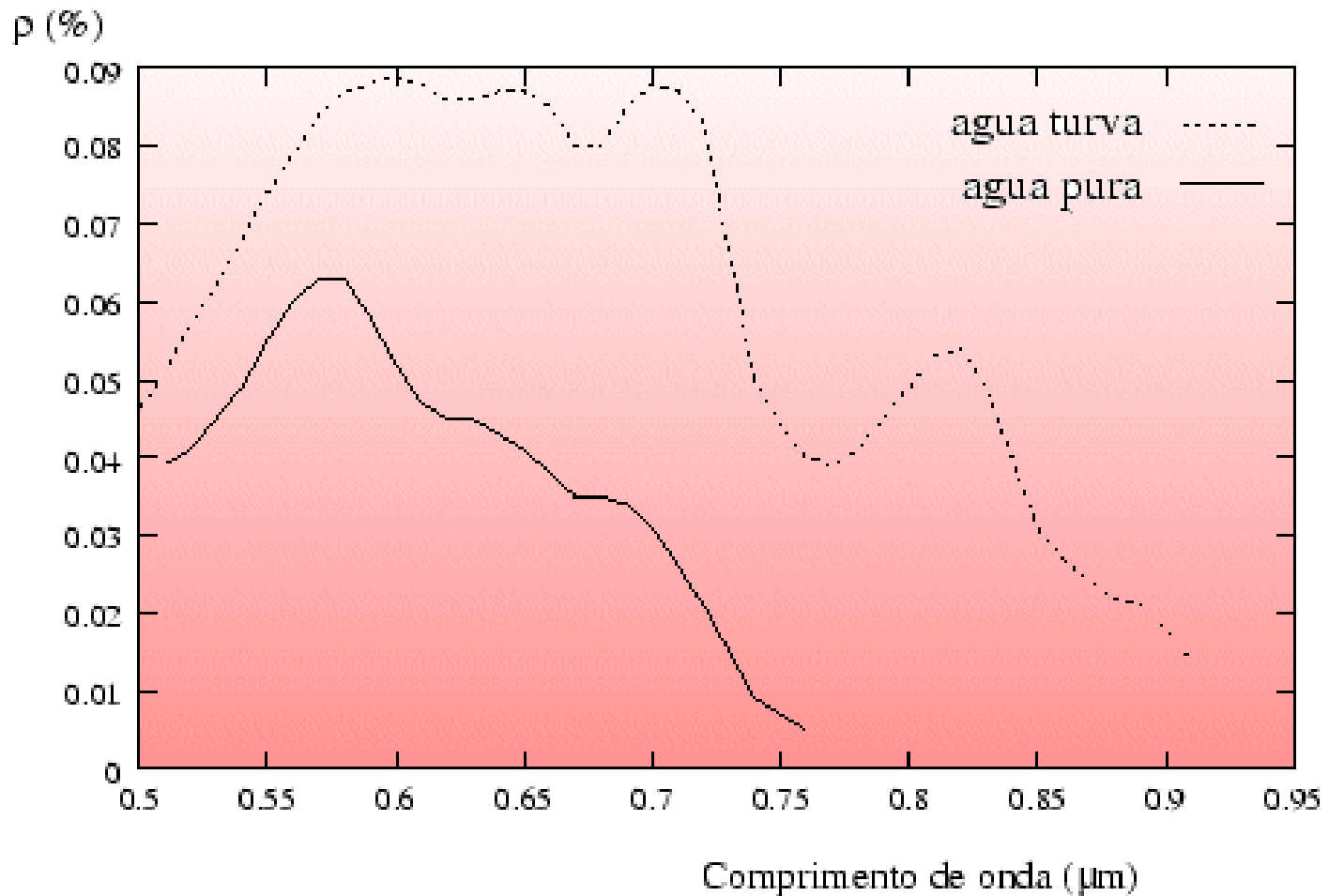


# Sólidos suspensos na água



# Efeito da turbidez

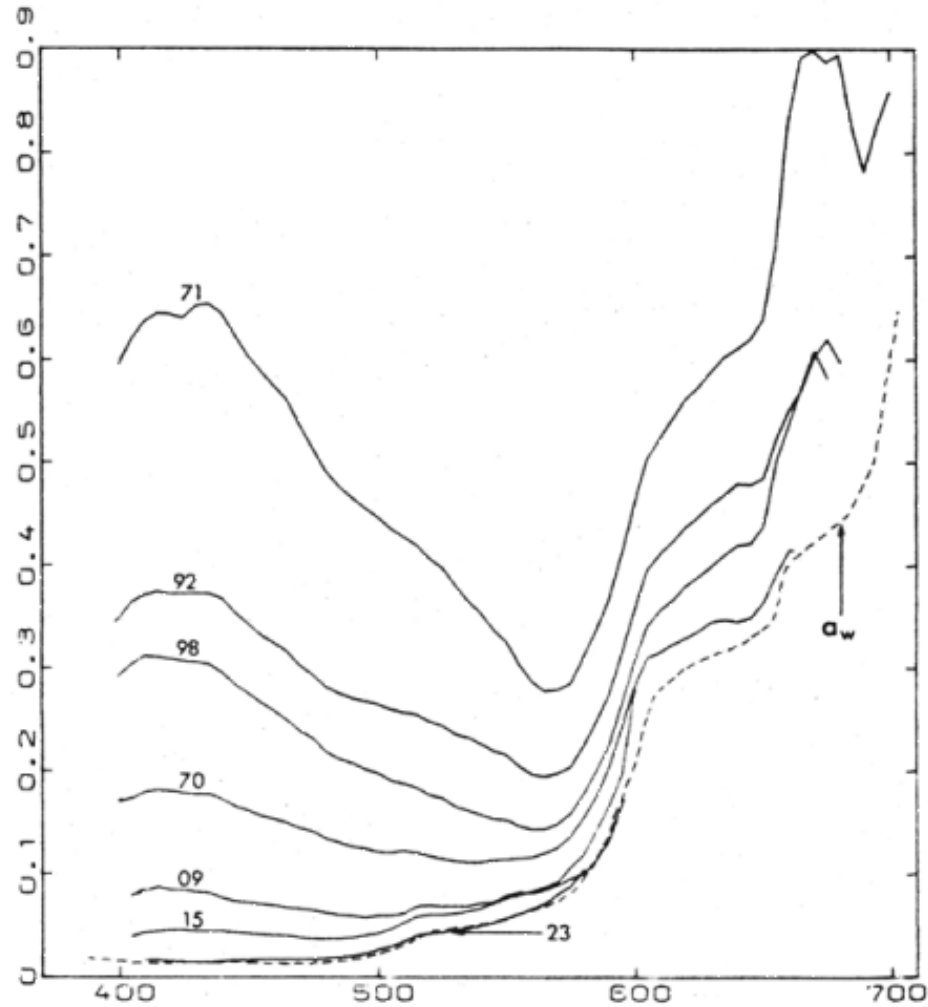
aumenta a reflectância



Fonte: Swain e Davies (1978)

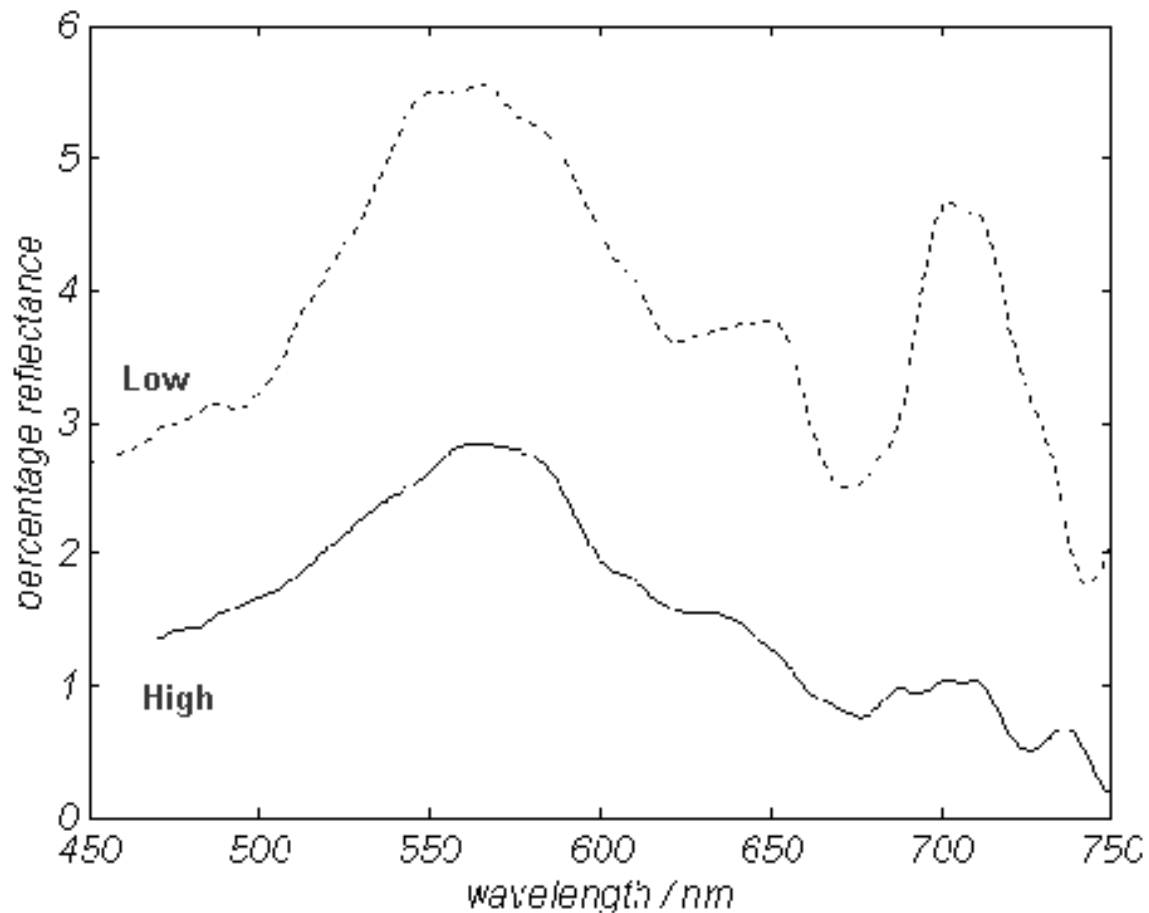
# Clorofila

Faixas de absorcao de clorofila (Swain e Davies , 1978)





- Água com e sem clorofila (Swain e Davies , 1978)



# *NDWI Normalized difference WATER index*

A água absorve toda a radiação no infravermelho médio.

A água reflete um pouco (com sedimento mais ainda) no visível.

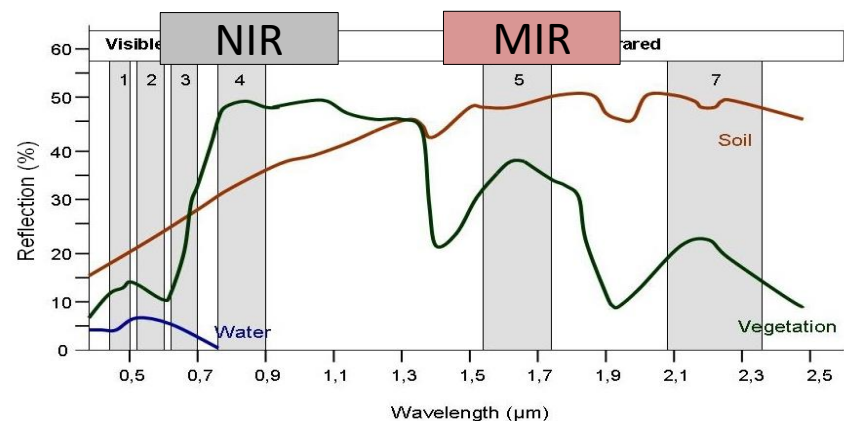
A água reflete um pouco (menos ainda) no infravermelho próximo.

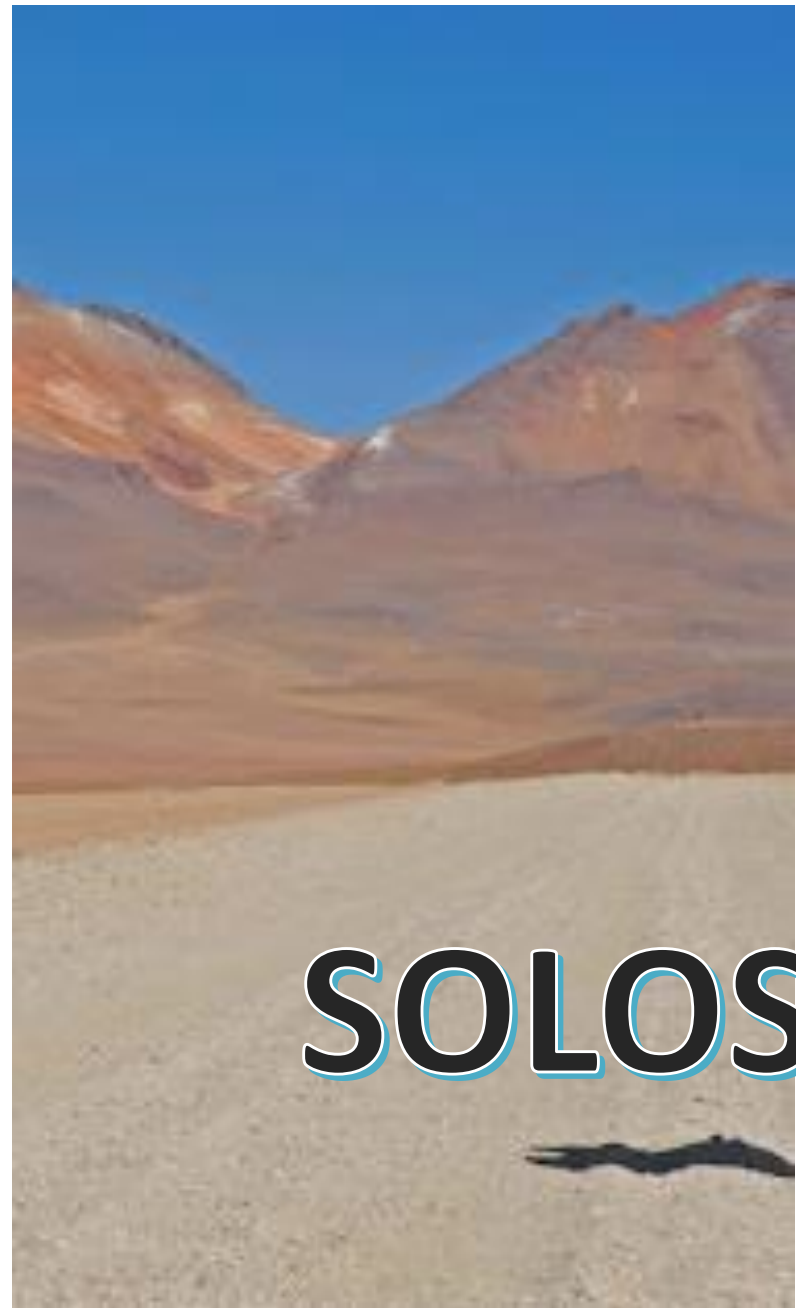
- O contraste entre bandas do visível (green) e infravermelho médio
- O contraste entre bandas do Infravermelho próximo e infravermelho médio

permite detectar corpos de água e analisar seu teor de sedimentos

$$NDWI = \frac{NIR - MIR}{NIR + MIR}$$

$$NDWI = (G - NIR) / (G + NIR)$$





**SOLOS**

# Características espectrais dos solos

complexa mistura de diferentes elementos.

Nas regiões do visível e do infravermelho refletivo:  
refletância cresce com o comprimento de onda.

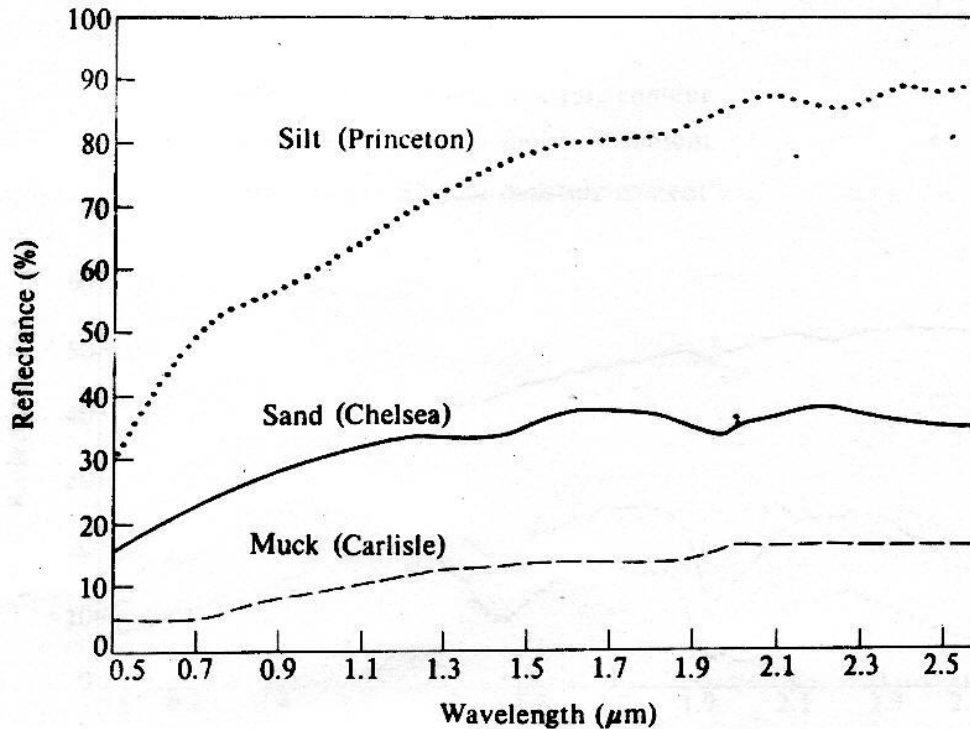
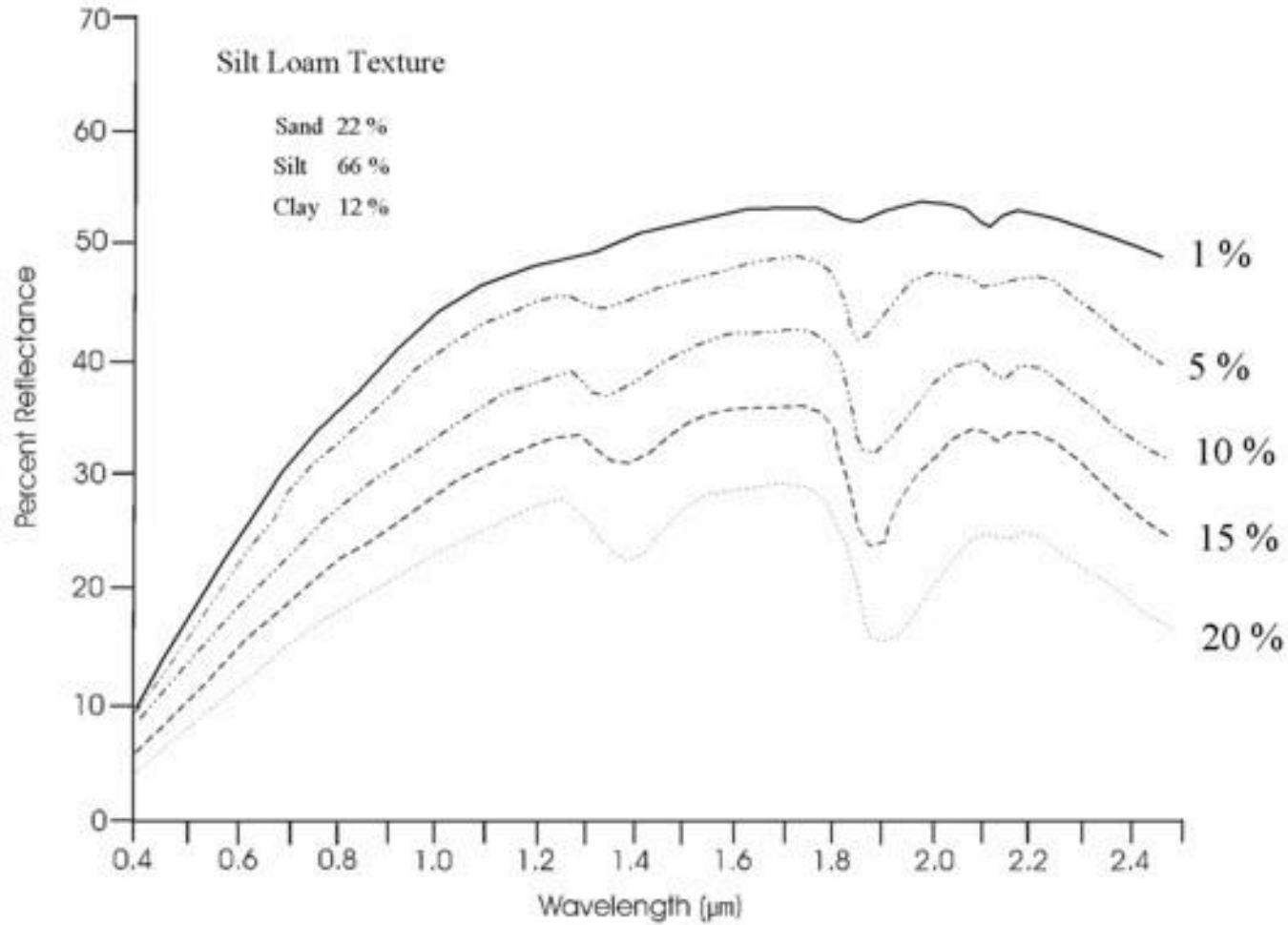


Figure 5-11 DK-2 spectral reflectance curves for three soil types at low moisture contents. (After Hoffer.<sup>9</sup>)





# Absorcao da água



# Umidade

picos de absorção em torno de 1,4, 1,9, e 2,7 $\mu$ m.

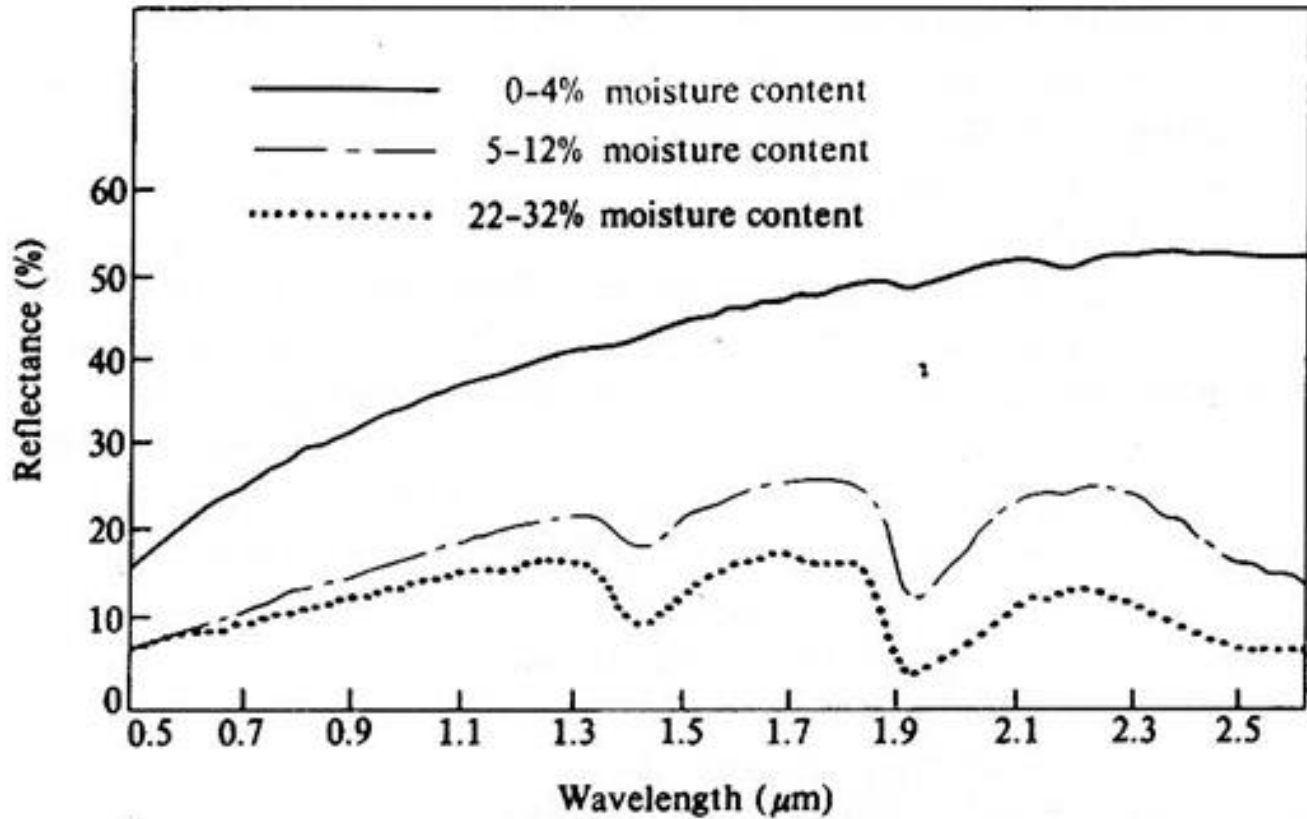
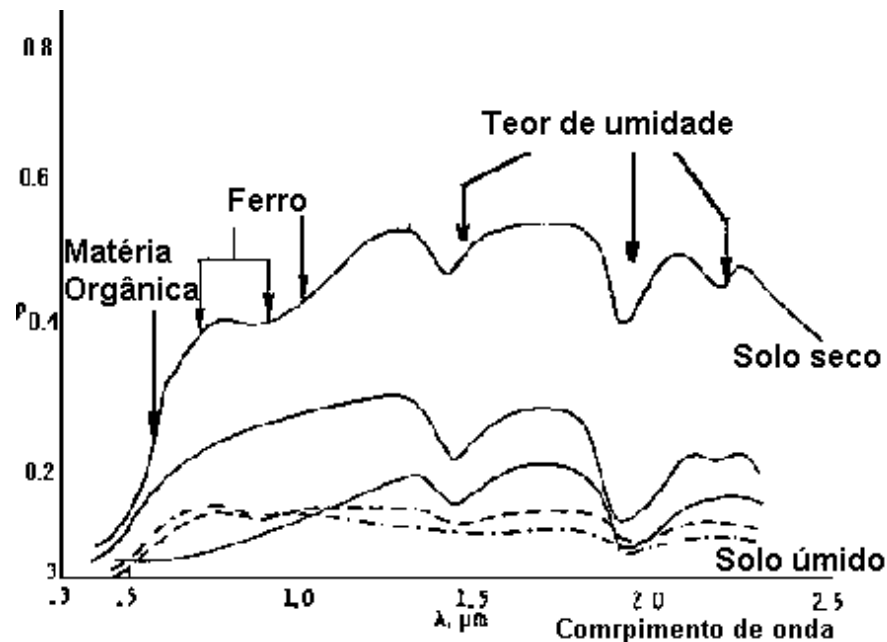
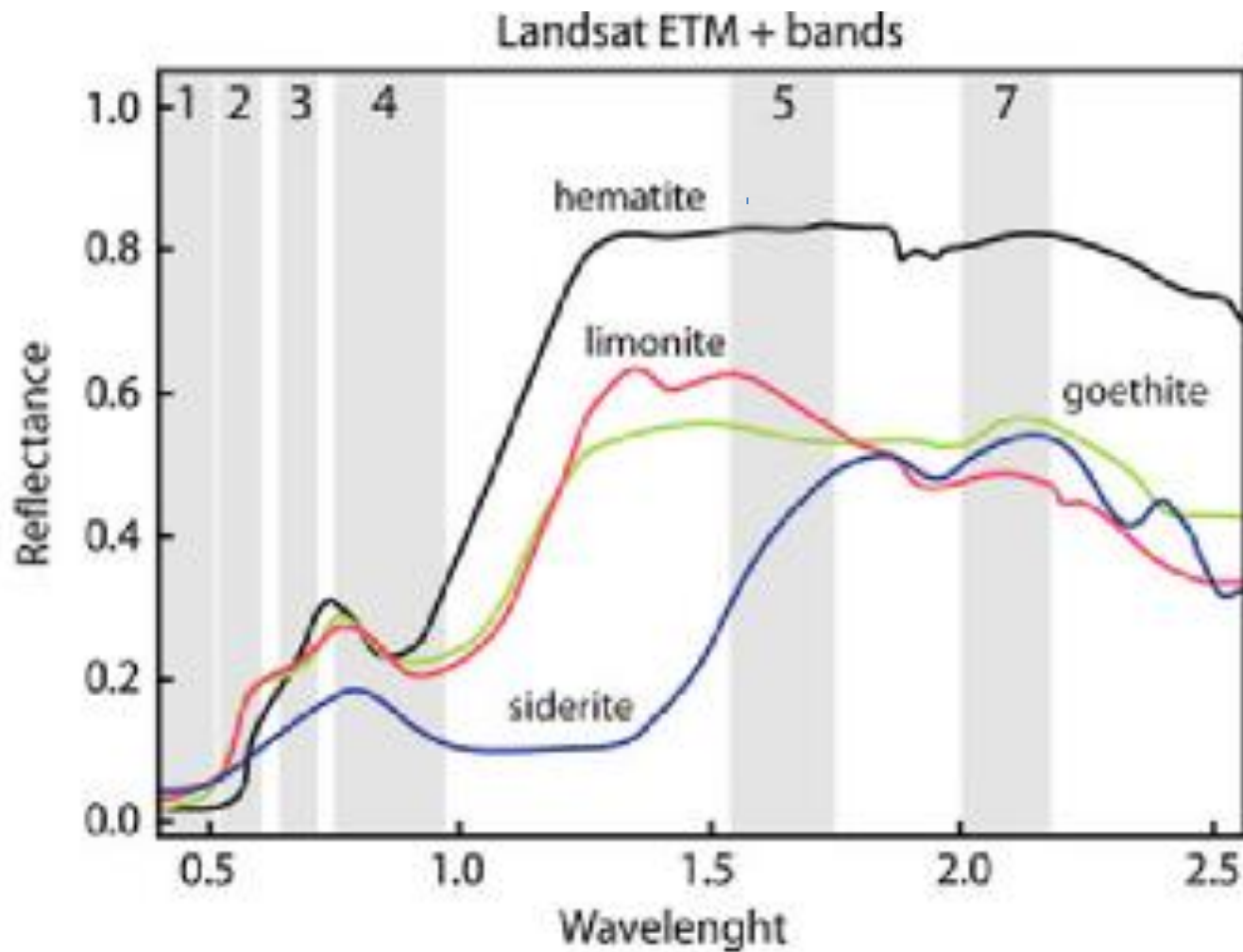


Figure 5-13 Spectral reflectance curves for Chelsea sand in three moisture-content groupings. (After Hoffer and Johannsen.<sup>3</sup>)

# alterações da cor do solo

- Óxido de Ferro: A presença de óxido de ferro dá ao solo uma coloração amarelada. Diminui a reflectância em torno de 0,5 e 0,64. Acima de 1,1 a presença de ferro não causa grandes mudanças.
- Óxido de ferro férrico: absorve energia entre 0,7 e 0,9.
- Propriedades físicas dos solos: granulometria (proporção de areias, argilas e silte).





Resposta espectral de alguns óxidos de ferro frequentemente encontrados nos solos.



# Matéria orgânica

Diminui a reflectância, escurecendo a mistura (aparência marrom ou preta), dependendo das condições ambientais e climáticas. Em termos de comprimento de onda, o efeito da presença de matéria orgânica é sentido principalmente entre 0,48 a 0,53 $\mu\text{m}$ , na região do visível.

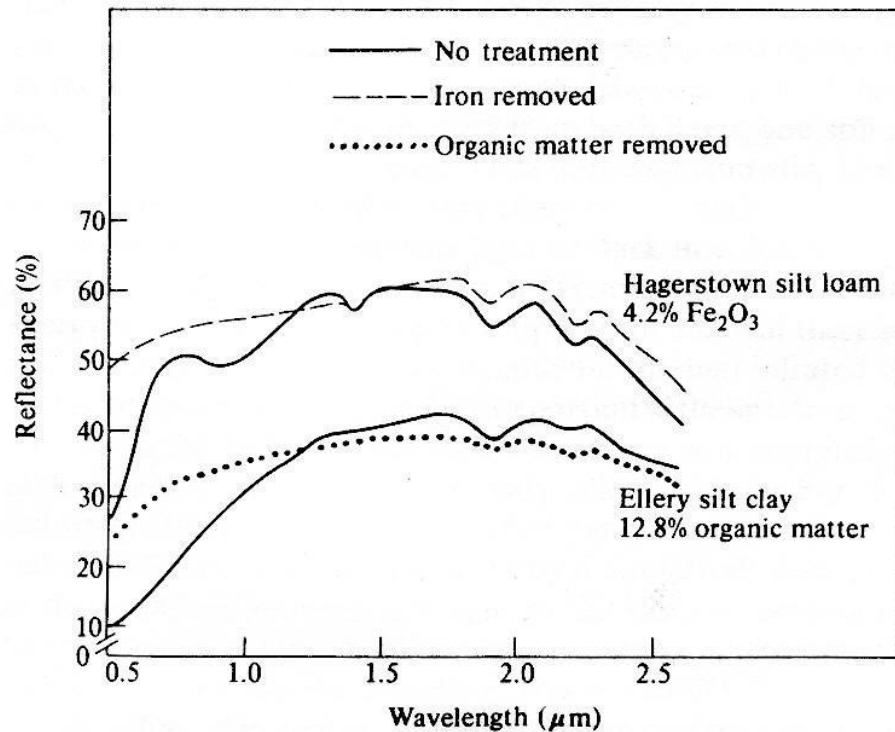
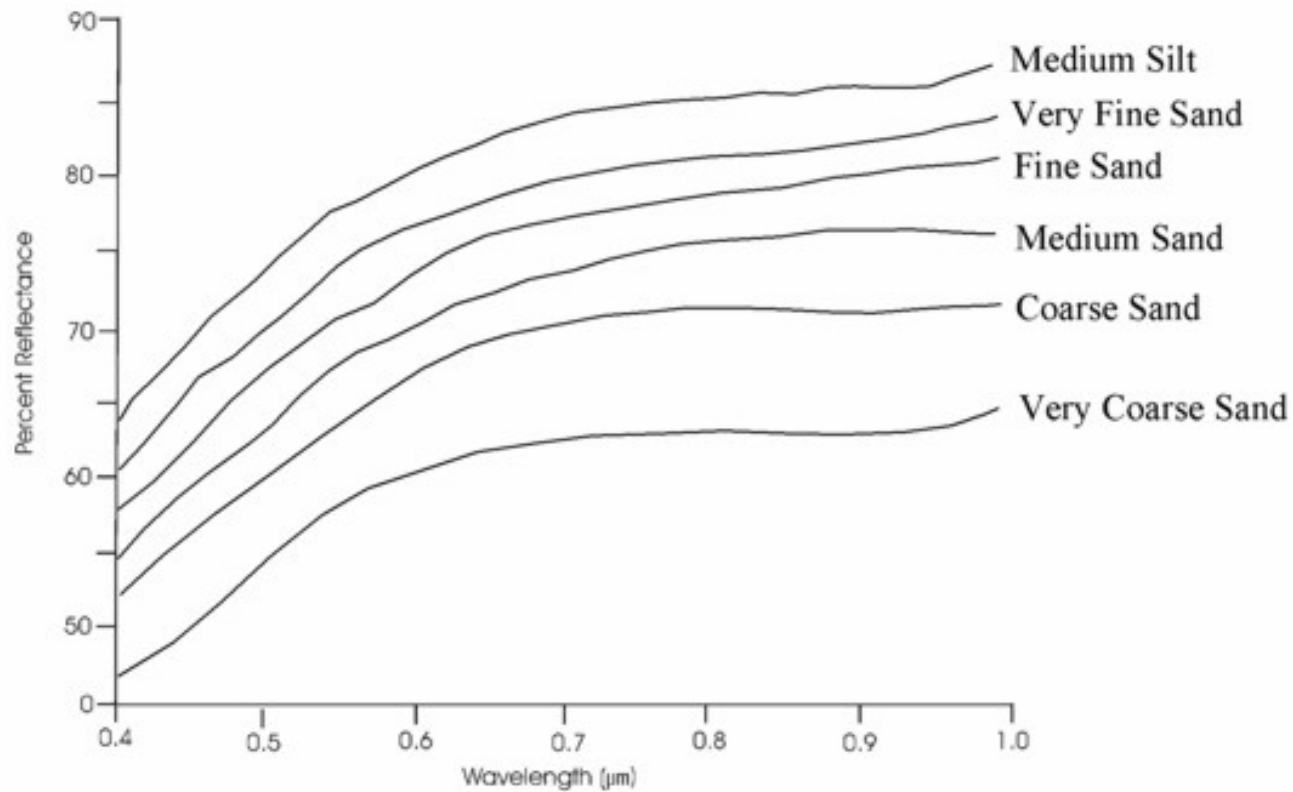


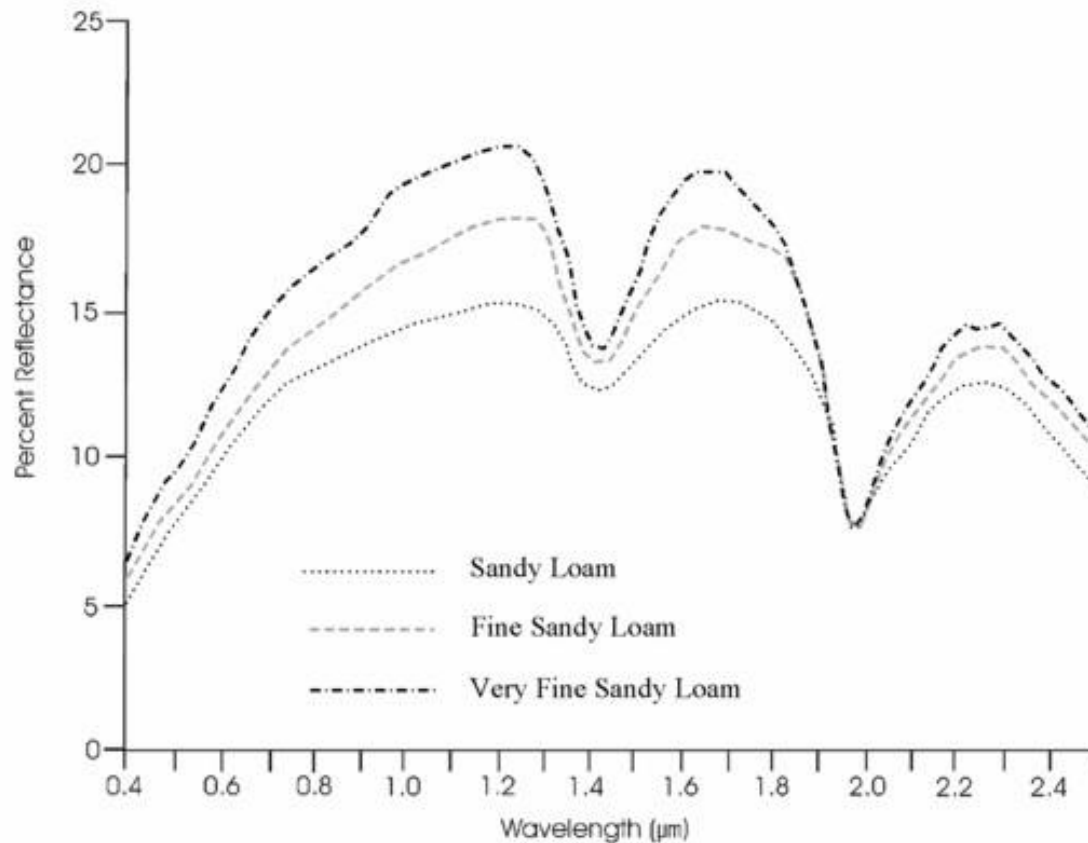
Figure 5-18 Spectral reflectance curves illustrating the effect of removal of iron oxide and organic matter from the soil. (After Matthews.<sup>17</sup>)

# diferentes granulometrias



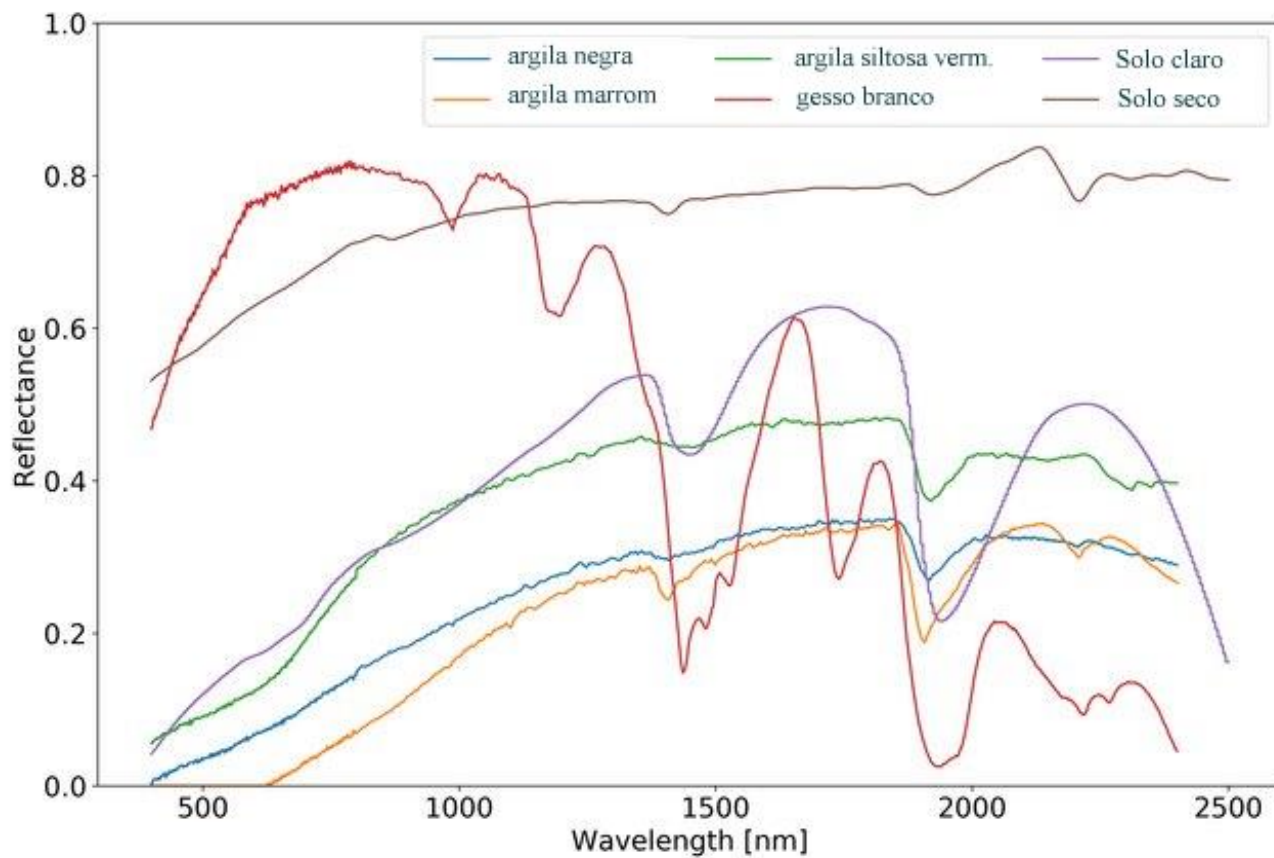
<http://www.cps-amu.org/sf>

# solos com diferente textura



<http://www.cps-amu.org/sf>

# Seis exemplos de curvas de diferentes solos



Jennifer Adams, J.; Lewis, P.; Disney, M. Decoupling Canopy Structure and Leaf Biochemistry: Testing the Utility of Directional Area Scattering Factor (DASF). Article in Remote Sensing · November 2018



# No infravermelho distante

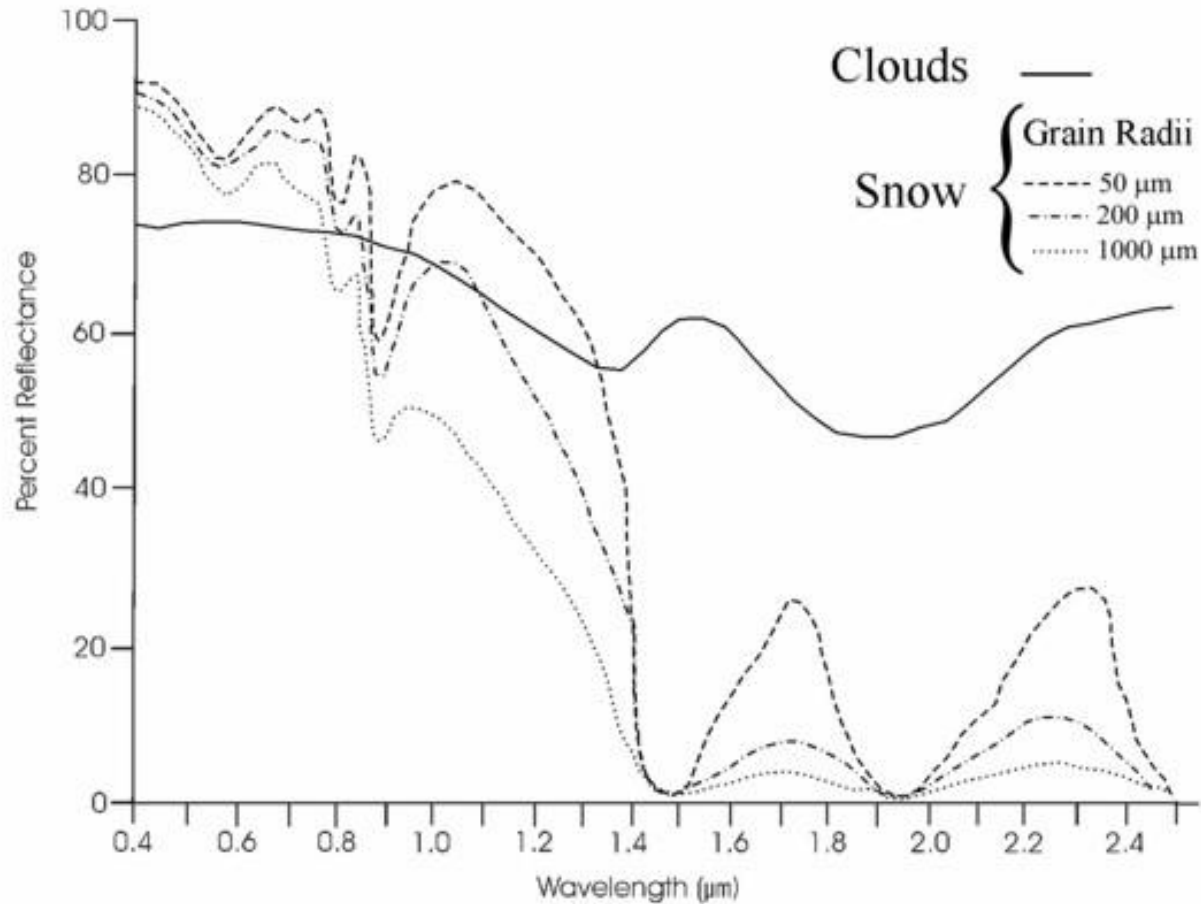
a umidade é o fator mais preponderante na resposta espectral dos solos. A presença de água reduz a temperatura do solo, e com isto as características da radiação por eles emitida.

- Com a umidade, a curva de emitância diminui e o pico máximo desloca-se para valores de comprimento de onda maiores.

Por outro lado, a umidade aumenta a inércia térmica dos solos, aumentando seu calor específico e a condutividade. Com isto, os solos úmidos tendem a esfriar ou aquecer mais lentamente. Então, solos úmidos podem aparecer mais frios durante o dia, enquanto à noite permanecem por mais tempo aquecidos, quando comparados com solos secos.

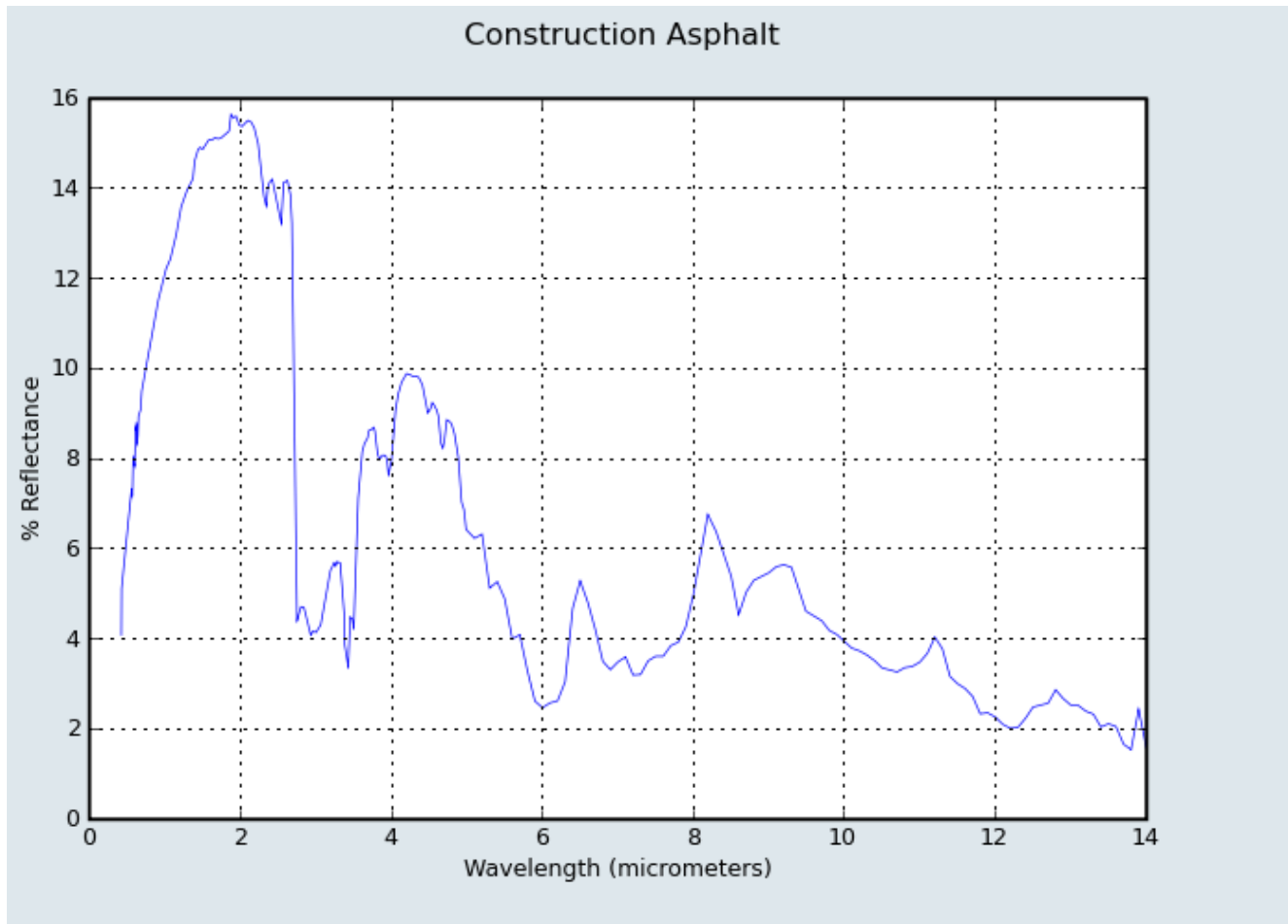


# Neve e nuvens

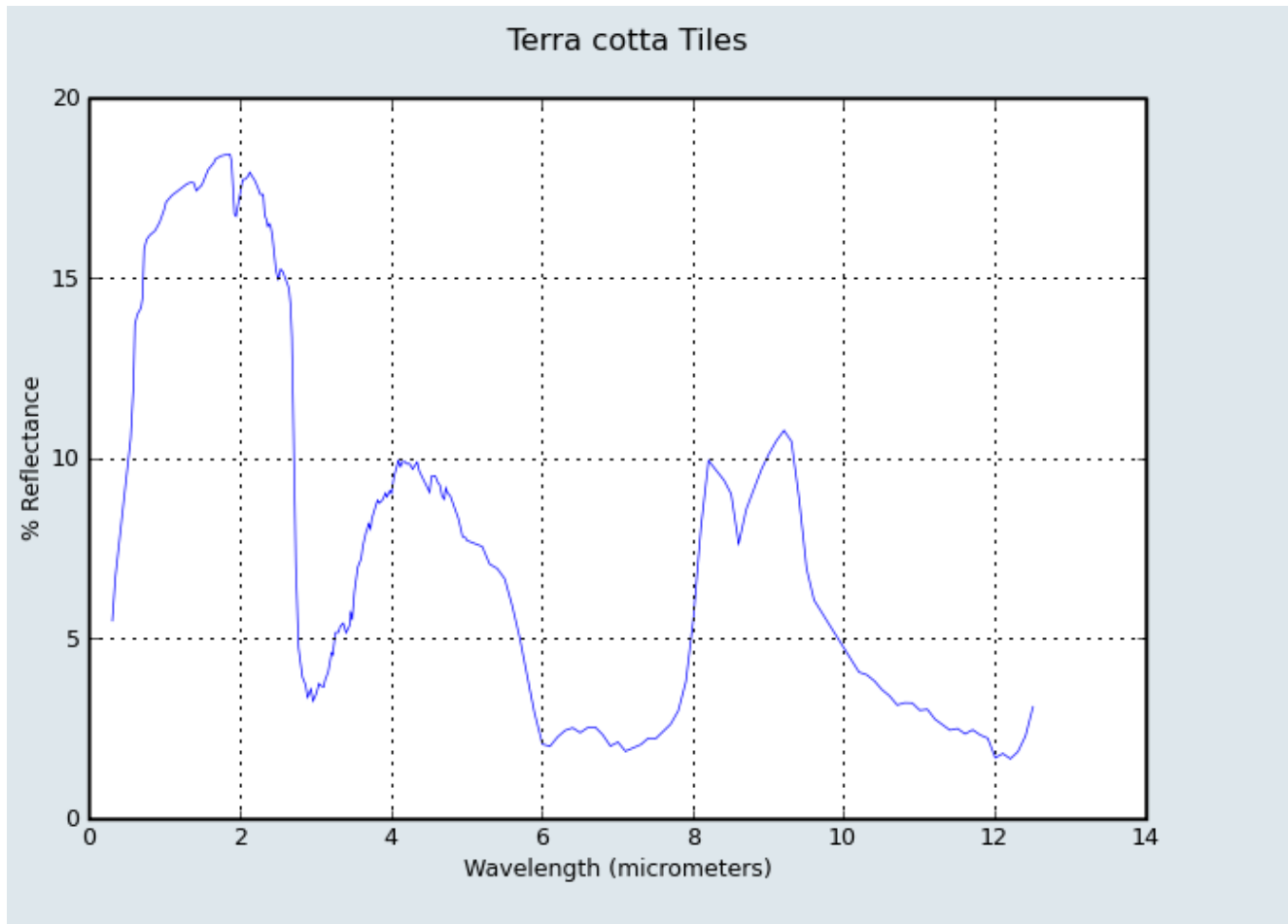


<http://www.cps-amu.org/sf>

# Asfalto (ASTER spectral library)

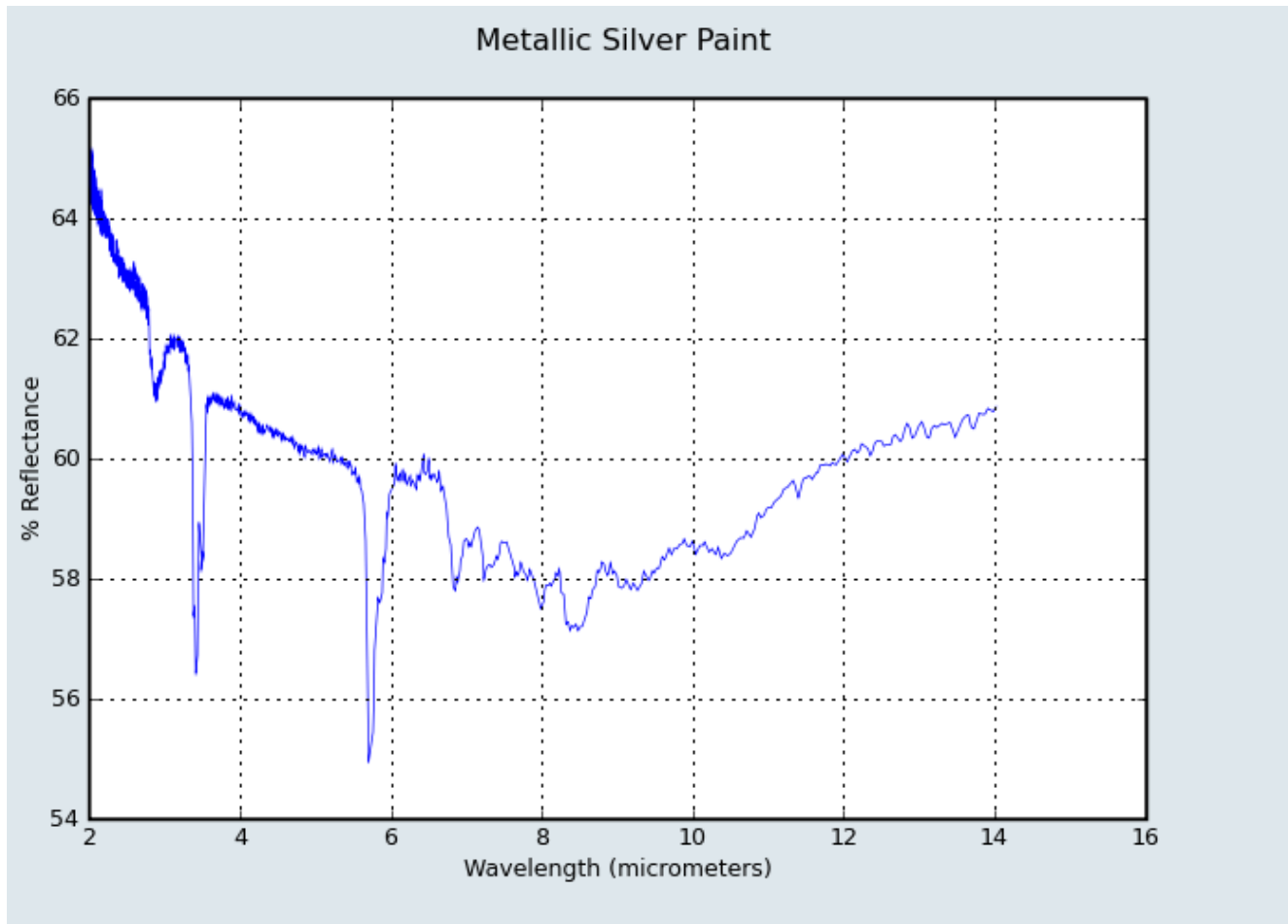


# cerámica





# Tinta metálica

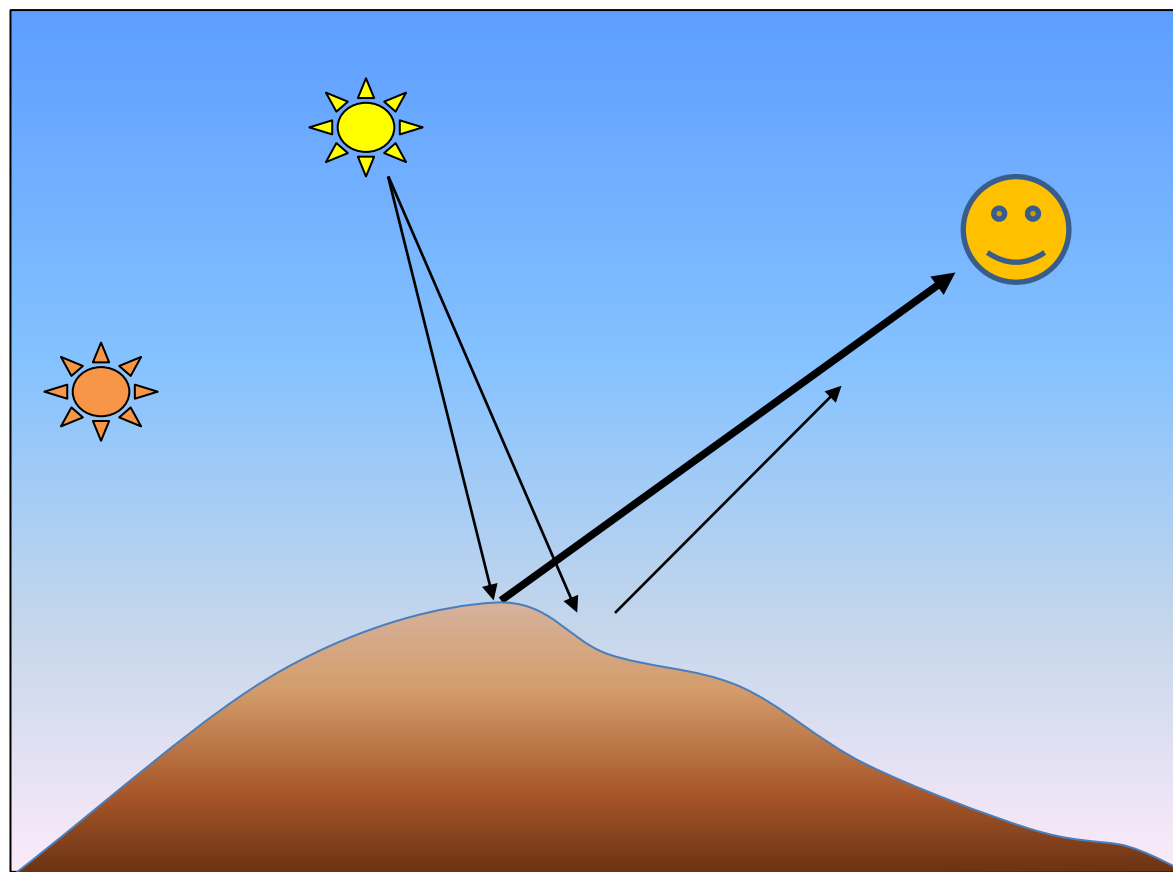


# fatores ambientais

- Os objetos na superfície da Terra não possuem aparência homogênea.
- A geometria da observação.
- O ângulo de elevação solar.
- A variação do relevo local,
- o espalhamento atmosférico e
- variações ambientais da cobertura.

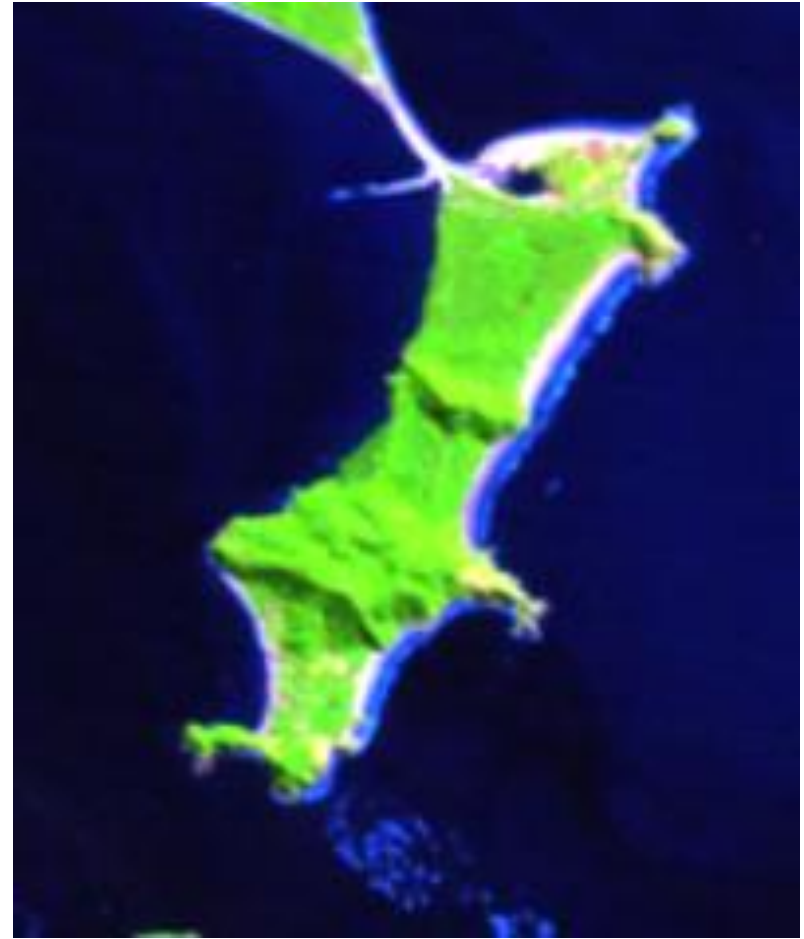


- Relevo
- A geometria da observação
- O ângulo de elevação solar, ângulo de visada.



# Relevo

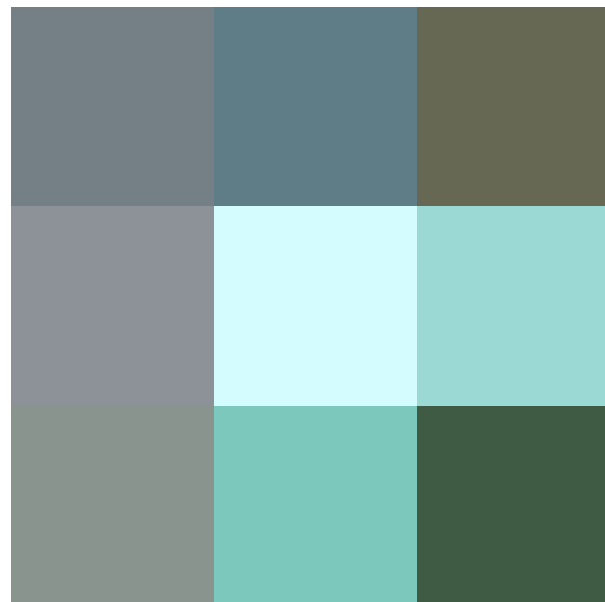
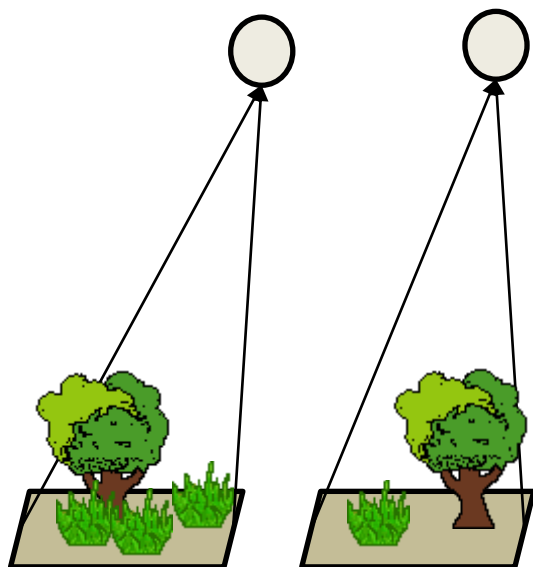
De que cor é a  
vegetação?



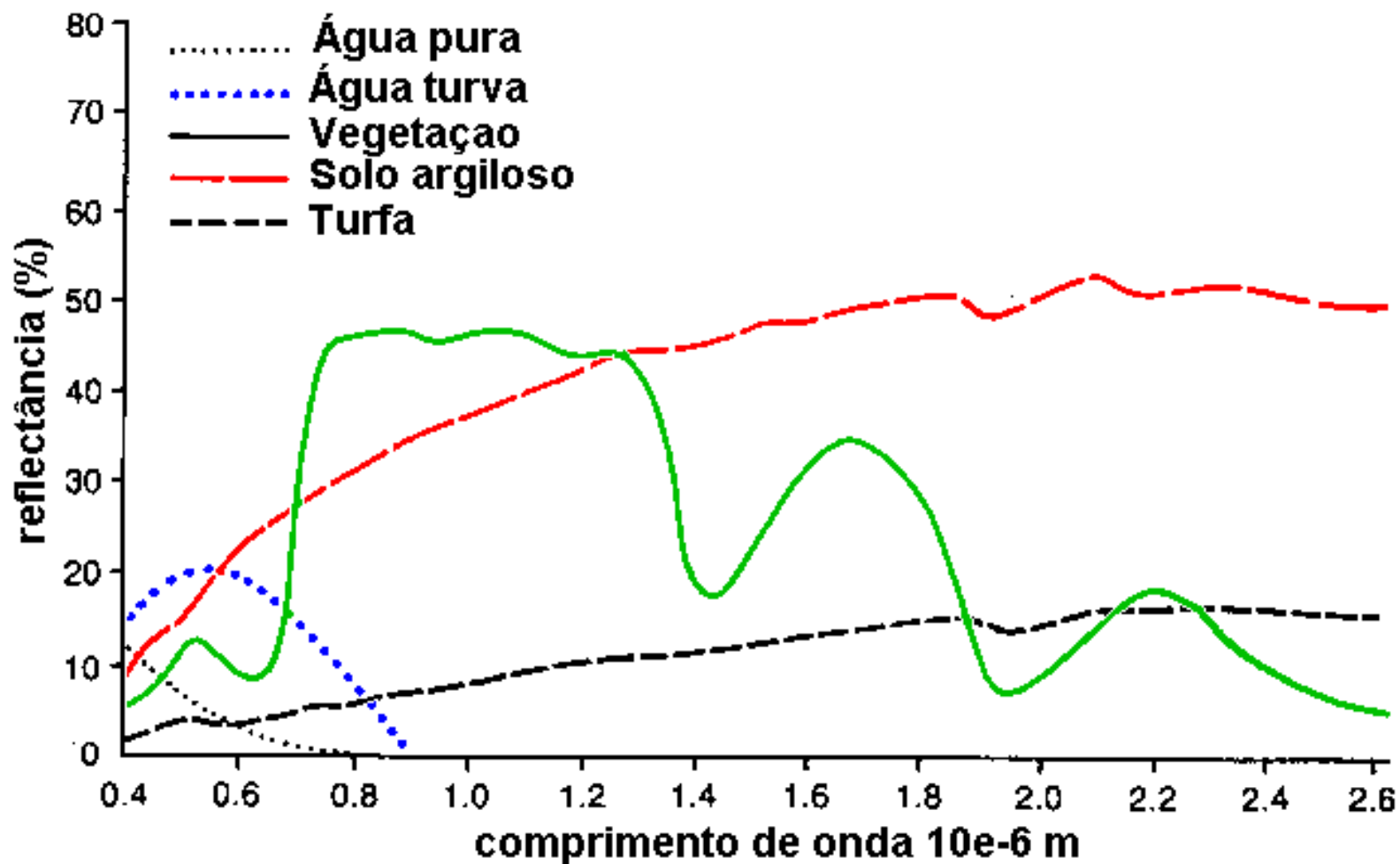


# Ambiente

O valor registrado no pixel é o resultado da combinação da reflexão de todos os objetos nele presentes. Assim sendo, uma região coberta pelos mesmos objetos pode ter diferentes valores em função das diferentes misturas



# RESUMO



# Trabalho

- Exercício 3
- <https://docs.ufpr.br/~centeno/srpg/exercicios/exe03/index.html>

