



# Sensoriamento Remoto: Radiometria espectral e técnicas de análise de espectros

# Radiometria espectral

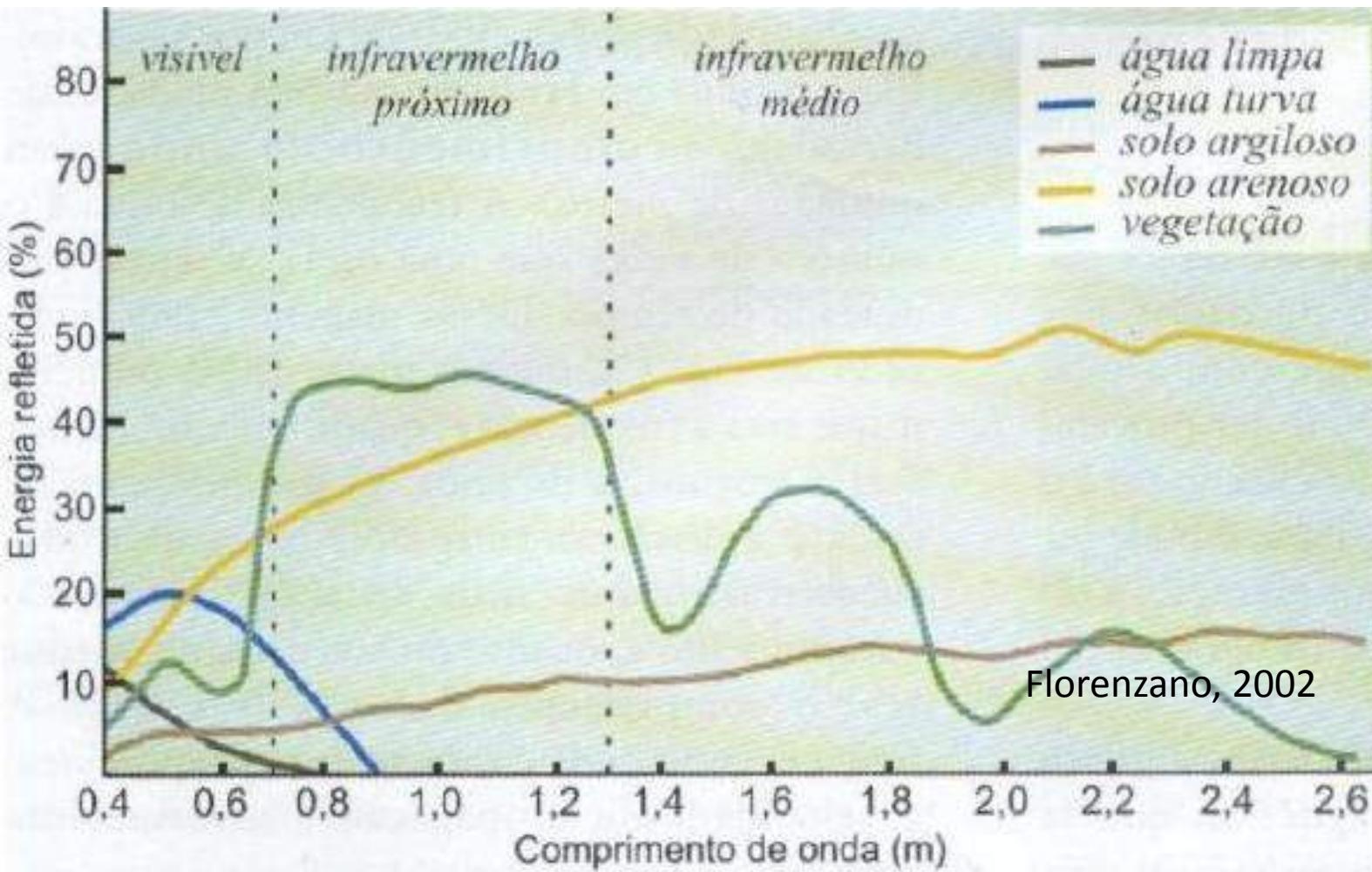
A Radiometria é a medida **quantitativa** da intensidade de **radiação**.

**Espectrorradiometria de reflectância** é uma técnica que tem a função de medir em diferentes comprimentos de onda a energia eletromagnética refletida da superfície dos objetos e representá-la na forma de um gráfico que se denomina *curva de reflectância espectral*.

A partir das medidas radiométricas de **laboratório ou de campo** se descobre com qual **intensidade** **cada material** (solo, água, rochas, vegetação), **reflete** a radiação eletromagnética nos diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético, sendo possível explicar e **entender** como cada um desses objetos irá **aparecer nas imagens** de satélite. (Meneses, 2001).

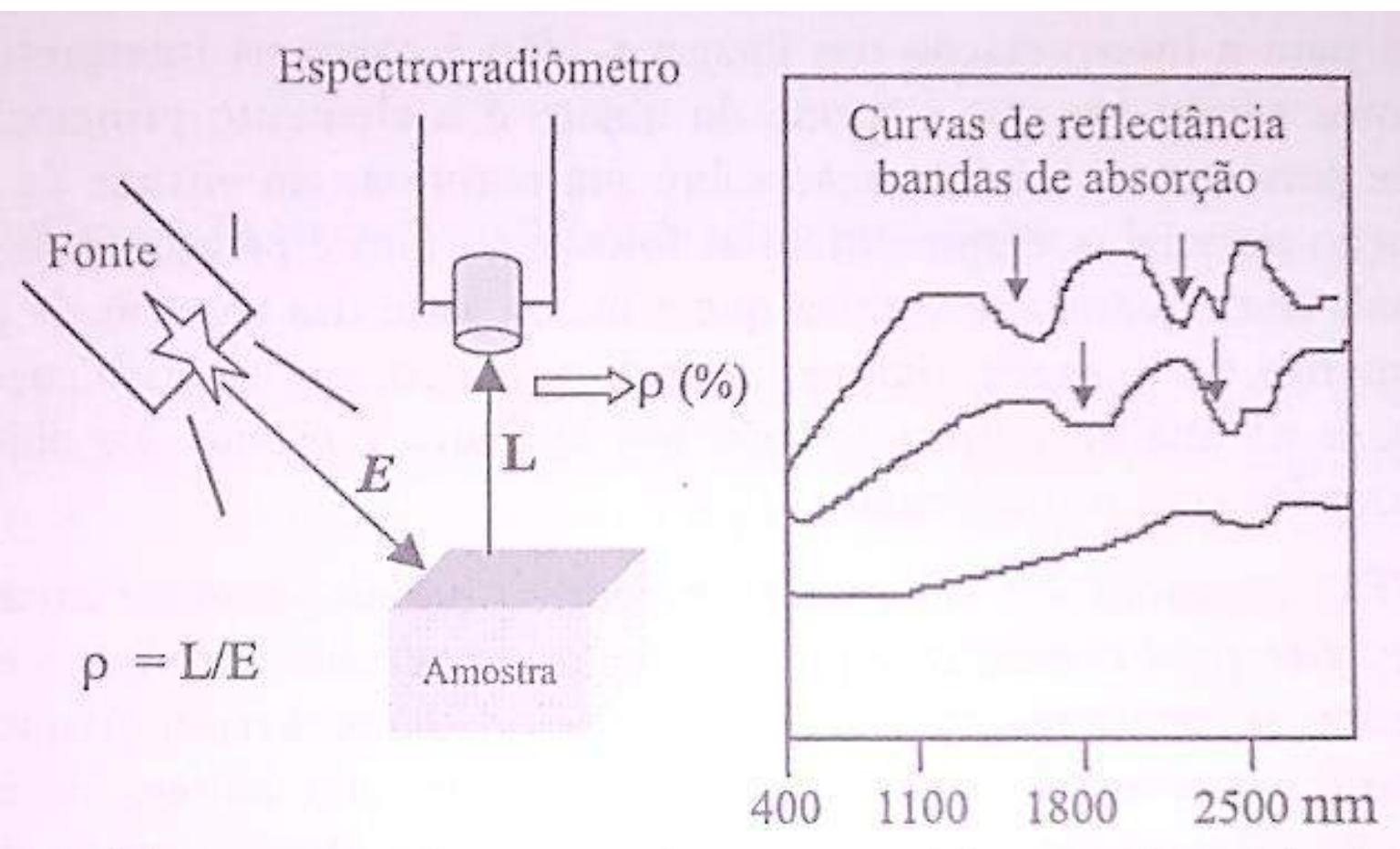
(Meneses, 2001)

# Radiometria espectral



Cada **objeto** na superfície terrestre apresenta uma **curva espectral** indicando reflectância espectral em diferentes bandas dos sensores remotos, seja ele no visível ou no infra-vermelho. Um objeto que tenha **alta intensidade de reflectância** em determinado comprimento de onda **será codificado na imagem**, correspondente aquela banda espectral, em tom de **cinza-claro**, já um objeto que **absorve** toda a radiação, aparecerá em tom de **cinza-escuro** (Meneses, 2001).

# Radiometria espectral



Modelo esquemático da geometria de aquisição em laboratório de medidas de reflectância por um espetroradiômetro.

## Reflectância

$$\rho = 100 \frac{L}{E}$$

Onde:

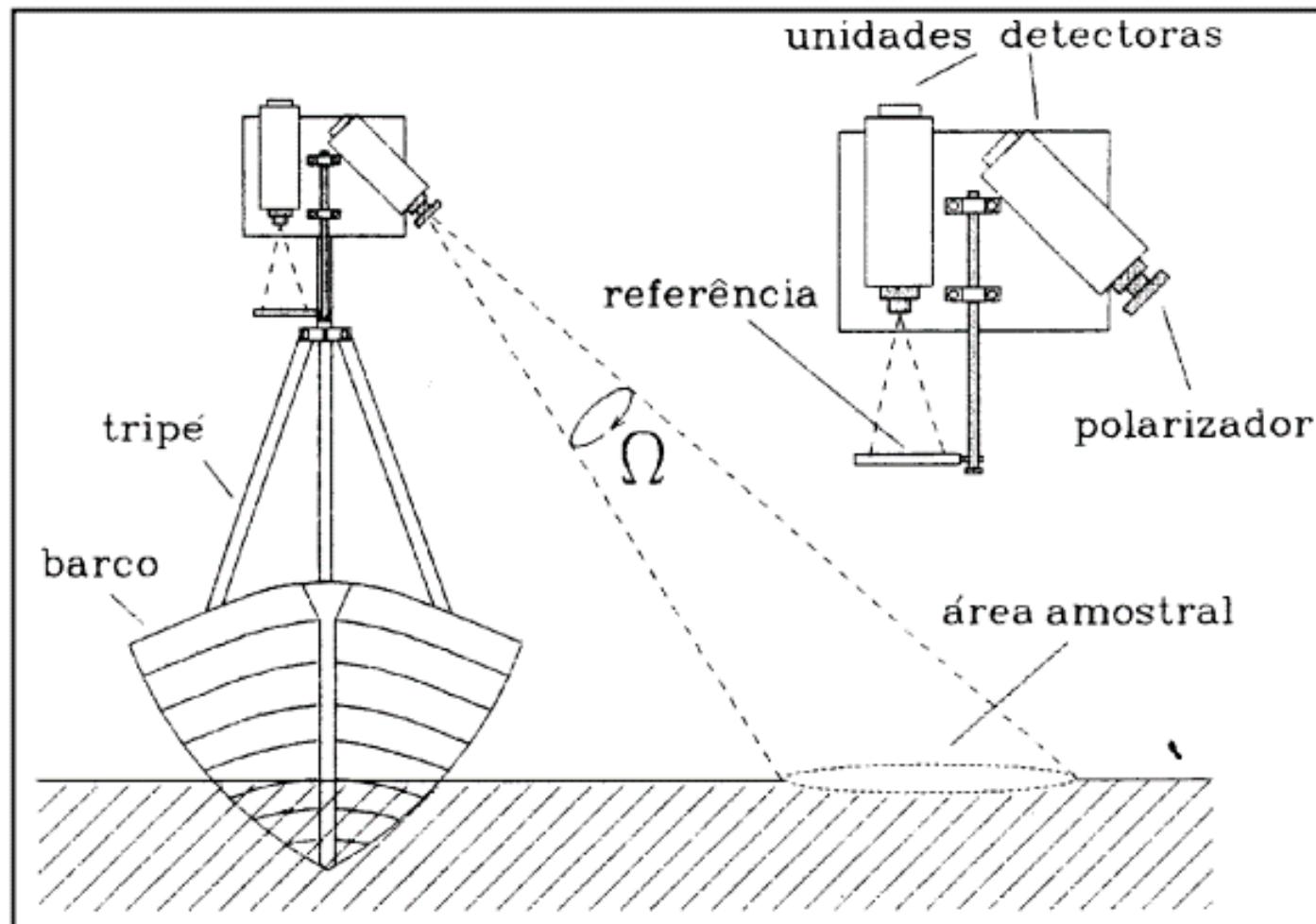
$\rho$  = reflectância em porcentagem;

$E$  = intensidade da energia incidente;

$L$  = intensidade da energia que deixa a amostra.

(Meneses, 2001)

# Radiometria espectral



Geometria de aquisição dos dados espetrorradiométricos em superfícies aquáticas. Fonte: Steffen et al., 1996

# Radiometria espectral



Inicialmente exige-se **calibração** do espetroradiômetro, assim realiza-se a medida da radiância de uma placa de referência **Spectralon** com reflectância aproximada a de uma superfície **lambertiana** perfeita (100% de reflectância) (Steffen et al., 1996).

Espectroradiômetro FieldSpec® HandHeld

Na coleta do fator de reflectância da água o espetroradiômetro é ajustado para realizar a tomada de pelo menos três espectros de reflectância.

De acordo com Milton (1987), o **fator de reflectância** de uma amostra é a razão entre a **sua radiância** e a **radiância de uma superfície lambertiana** ideal, nas mesmas condições de iluminação e geometria.

# **Técnicas de análise de espectros**

## Derivada

O método da análise derivativa compreende o **realce de feições** que se destacam na assinatura espectral de um alvo, tanto em picos de reflectância como bandas de absorção. Essa técnica é considerada como uma taxa de mudança da reflectância em relação ao comprimento de onda (RUNDQUIST et. al., 1996).

$$\frac{ds}{d\lambda_i} \Big| \sim \frac{s(\lambda_j) - s(\lambda_i)}{\Delta\lambda} \quad (10)$$

Onde:

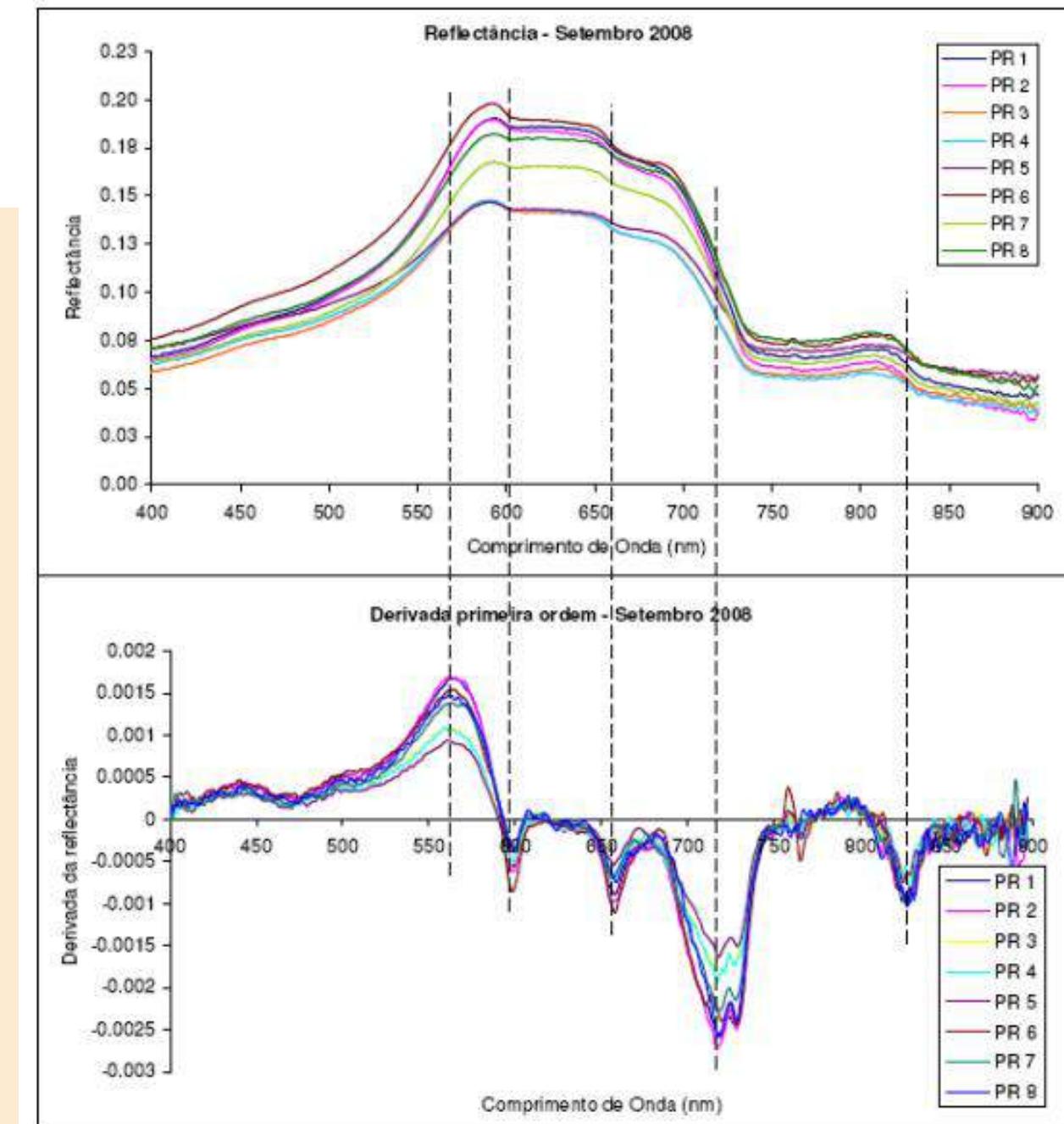
**ds** – derivada espectral

**s** – sinal verdadeiro da reflectância ( $\lambda_j$  – maior comprimento de onda e  $\lambda_i$  – menor comprimento de onda)

$\Delta\lambda$  – separação entre as bandas adjacentes ( $\Delta\lambda = \lambda_j - \lambda_i$ ), constante.

# Derivada: aplicação em trabalhos com água...

As feições de mudanças bruscas no espectro original de reflectância da água podem ser atribuídas a absorção ou espalhamento de determinados componentes opticamente ativos. Nesse sentido, a técnica de análise derivativa é um instrumento que visa derivar esta feição em função do comprimento de onda que ocorre. Em Trentin (2009), a análise derivativa foi utilizada a fim de realçar essas feições encontradas no espectro de reflectância da água no mês de setembro de 2008.

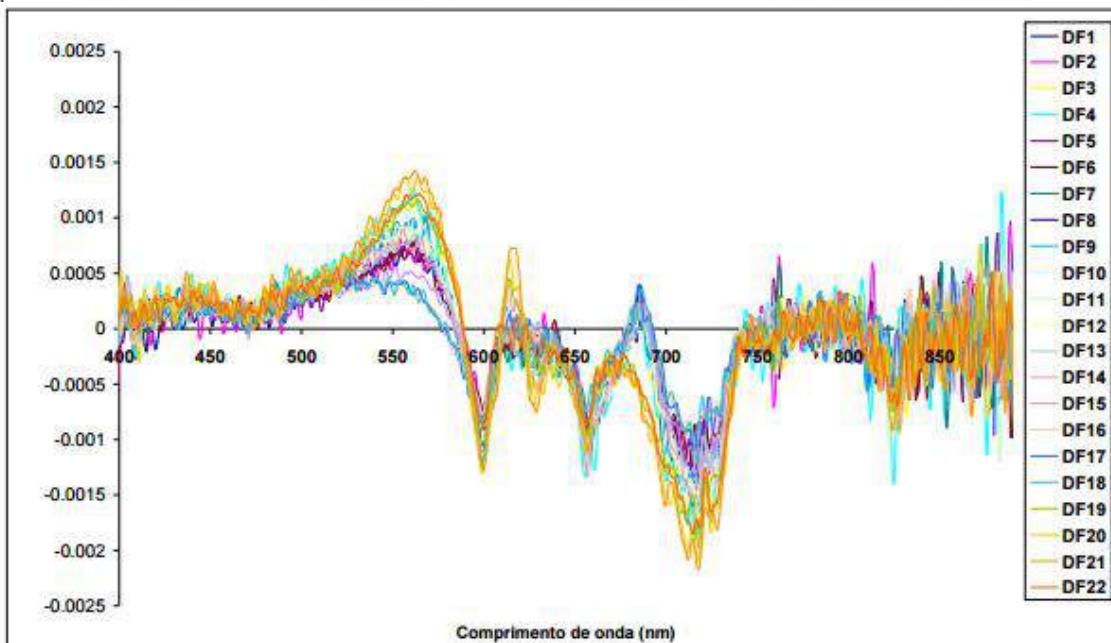
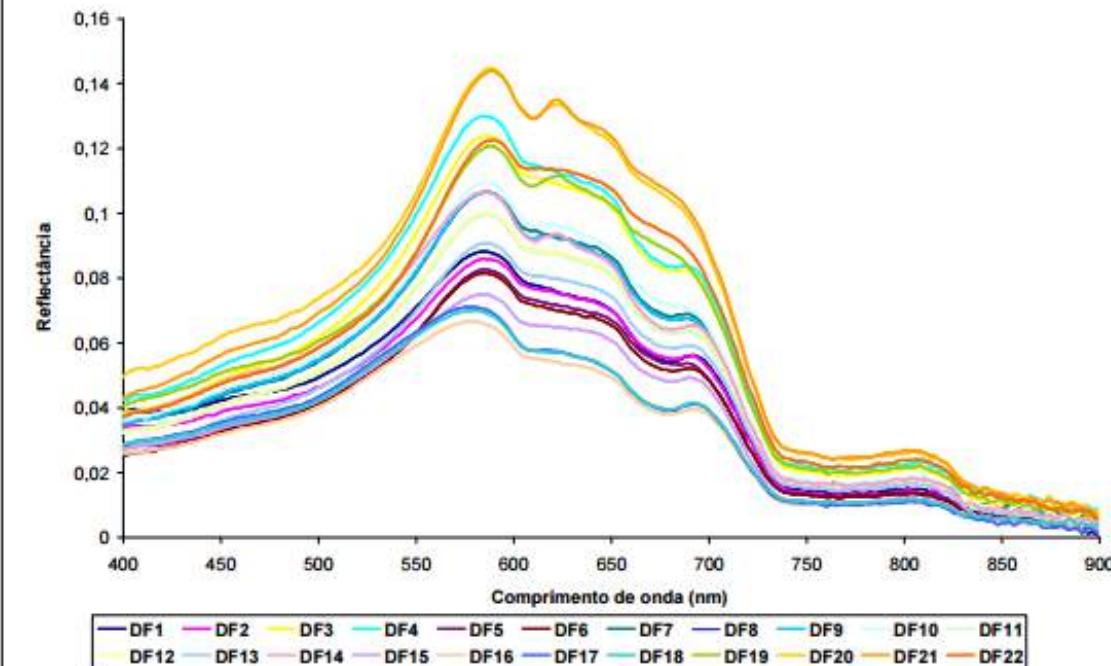


Primeira Derivada de reflectância para setembro de 2008.  
Reservatório Passo Real. Fonte: Trentin, 2009.

# Derivada: aplicação em trabalhos com água...

- Entre 400 a 515 nm não houve feições nítidas de absorção.
- Gradual aumento da reflectância até 590 nm, (verde).
- Entre 600 e 700 nm verificou-se nova inflexão dos espectros com presença de uma feição de absorção centrada aproximadamente em 610 nm.
- Entre 400 a 500 nm os espectros apresentaram uma variação muito baixa (próxima à zero) e um comportamento semelhante (ausência de feições de absorção ou espalhamento).
- Entre 500 e 585 nm a derivação ressaltou uma forte variação positiva relativa ao pico de reflectância apresentado pelos espectros no verde.

Corazza, 2010



Primeira Derivada de reflectância de Dona Francisca.

# Remoção do Contínuo

— — — — — A remoção do contínuo comprehende a **normalização** de uma ou mais **feições de absorção** do espectro a partir da **ligação entre os picos** de máxima reflectânci do espectro original. (CLARK E ROUSH, 1984).

A remoção do contínuo está relacionado ao realce de determinadas feições espectrais, as bandas de absorção.

O contínuo é representado por uma função matemática utilizada para isolar bandas de absorção particulares dos espectros de reflectância além de acentuar as feições.

$$\rho_{CR\lambda} = \frac{\rho_{Original\lambda}}{\rho_{contínuo\lambda}}$$

$\rho_{CR\lambda}$  Fator de reflectância direcional cônico com o contínuo removido

$\rho_{contínuo\lambda}$  Fator de reflectância direcional cônico original

$\rho_{Original\lambda}$  Espectro do contínuo

## Remoção do contínuo: aplicação em trabalhos com água...

Em Trentin (2009) os dados de reflectância coletados em campo foram importados para o software Envi onde foi selecionada a ferramenta continual removal, assim o gráfico foi gerado automaticamente. Para este procedimento utilizou-se a equação:

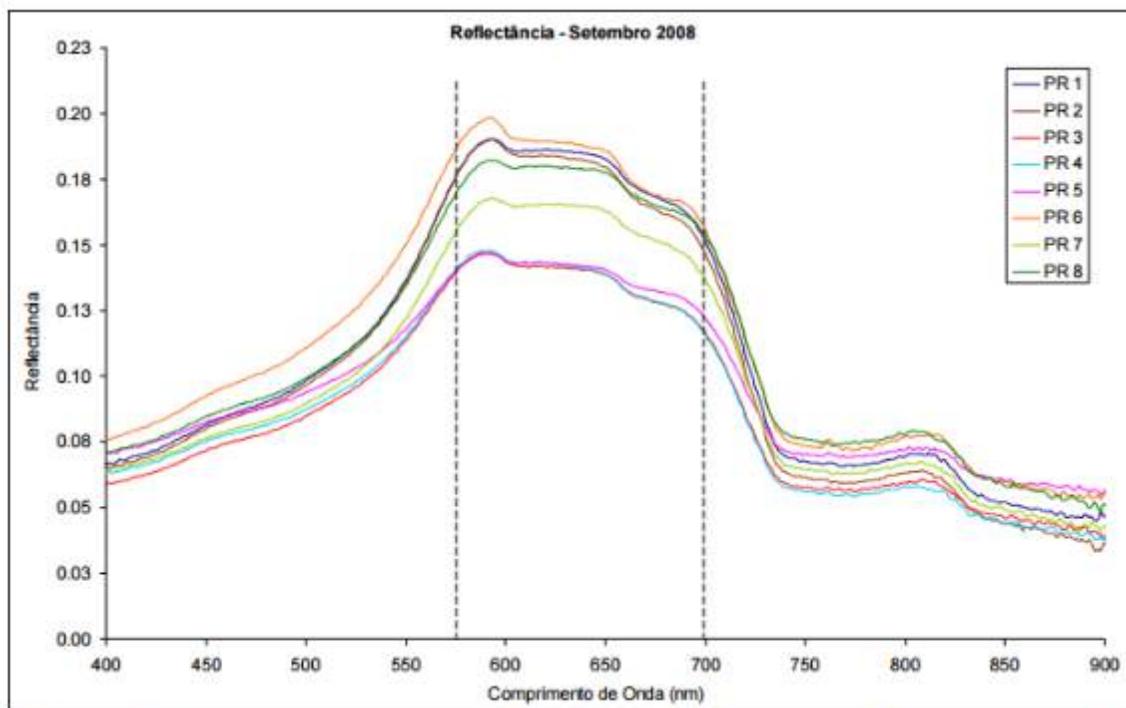
$$E_{cr} = E_0/E_c$$

Onde:

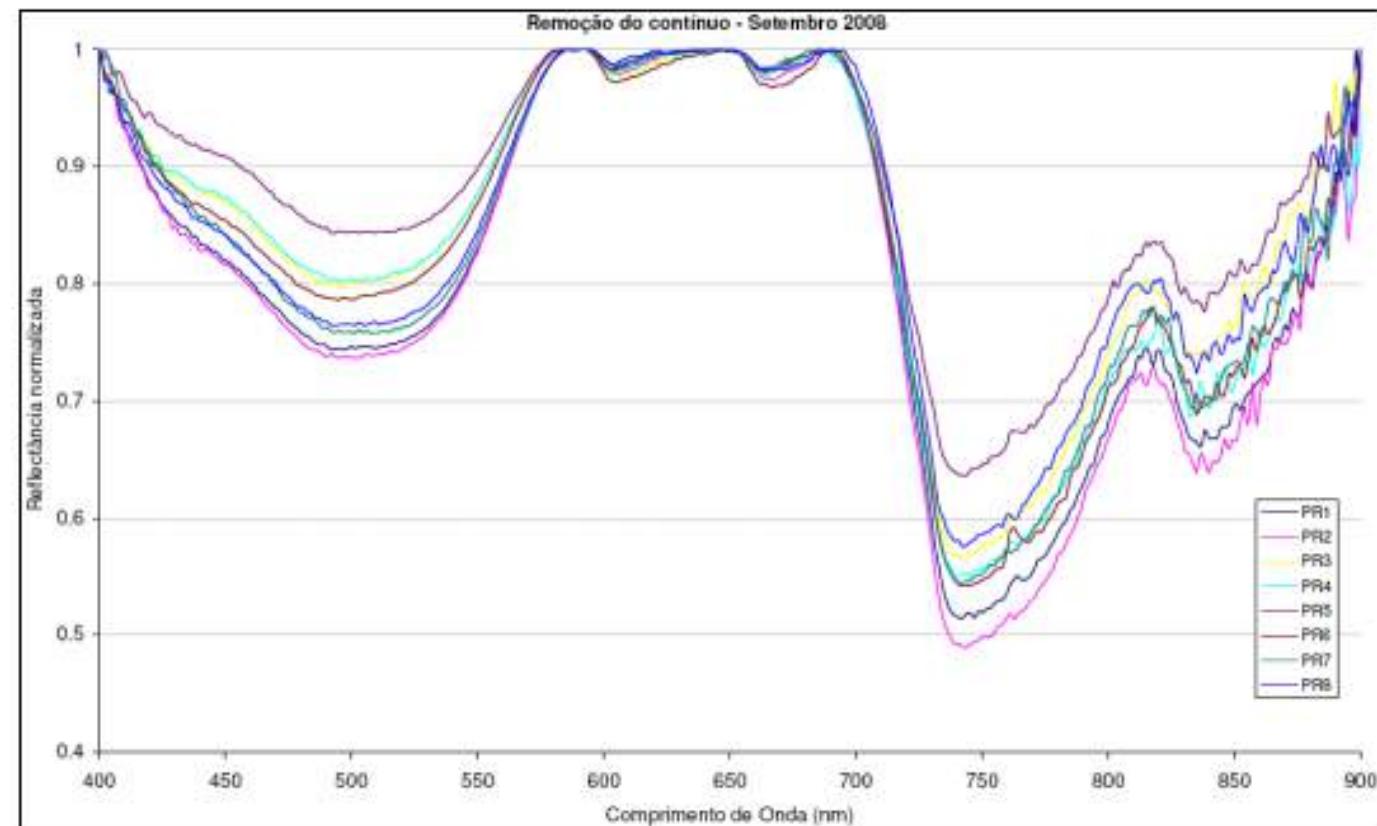
$E_{cr}$  – espectro do contínuo removido;

$E_0$  – espectro original;

$E_c$  – curva do espectro contínuo.



Reflectância da água no reservatório Passo Real.

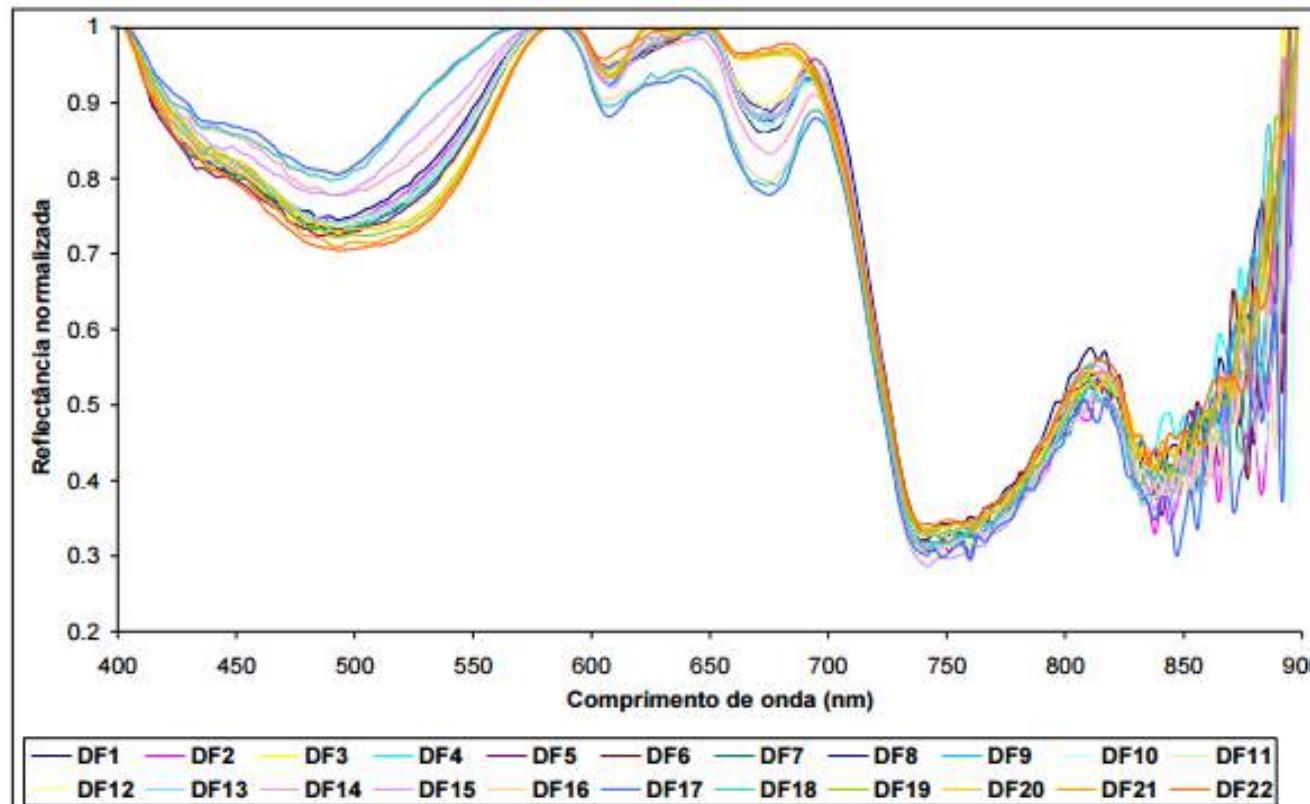


Remoção do contínuo para os dados de reflectância no reservatório Passo Real.

Trentin, 2009.

# Remoção do contínuo: aplicação em trabalhos com água...

- Em 493 nm as curvas espectrais apresentaram uma pequena inflexão. Esta pode ser caracterizada como uma fraca feição de absorção.
- Após a feição de reflexão em 580 nm foram verificados os máximos de absorção da ficocianina e da Chl-a, seguidos da busca queda da reflectância a partir de 700 nm (forte absorção pela água pura) e da feição de reflectância em 810 nm, já verificada nos espectros originais.



Remoção do contínuo para os dados de reflectância no reservatório Dona Francisca

# Referências

CORAZZA , R. **Relações entre Variáveis Espectrais e Limnológicas no Reservatório da Usina Hidrelétrica Dona Francisca-RS** .2010. 107P. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

CLARK, R.N.; ROUSH, T.L. Reflectance spectroscopy: quantitative analysis techniques for remote sensing applications. *Journal of Geophysical Research*. v. 89, n. B7, p. 6329-6340, July 10, 1984.

MILTON, E. J. Principles of Field Spectroscopy. *International Journal of Remote Sensing*, v. 8, n. 12, p.1807-1827, 1987.

RUNDQUIST, D. C. et al. Remote measurement of algal chlorophyll in surface waters: the case for the first derivative of reflectance near 690 nm. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. v. 62, n. 2, p. 195-200, 1996.

STEFFEN, C. A., MORAES, E. C., GAMA, F. F. Tutorial radiometria óptica spectral. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996. Salvador. Anais... Salvador: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996

TRENTIN, A. B. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do comportamento espectral da água no reservatório Passo Real – RS**. 2009. 97p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.