

**Sensoriamento remoto
aplicado a ecologia:
fundamentos.**

SENSORIAMENTO REMOTO:

é a ciência que estuda as propriedades físicas e químicas dos alvos da superfície terrestre, sem ter contato físico com os mesmos, baseando-se somente na interação destes alvos com a radiação eletromagnética.

Esta interação é medida pela sua: reflectância, emitância ou retroespalhamento, e pode ser imageada ou não. Quando imageada, interpreta-se esta imagem a partir do comportamento espectral que cada alvo apresenta, em cada faixa espectral.

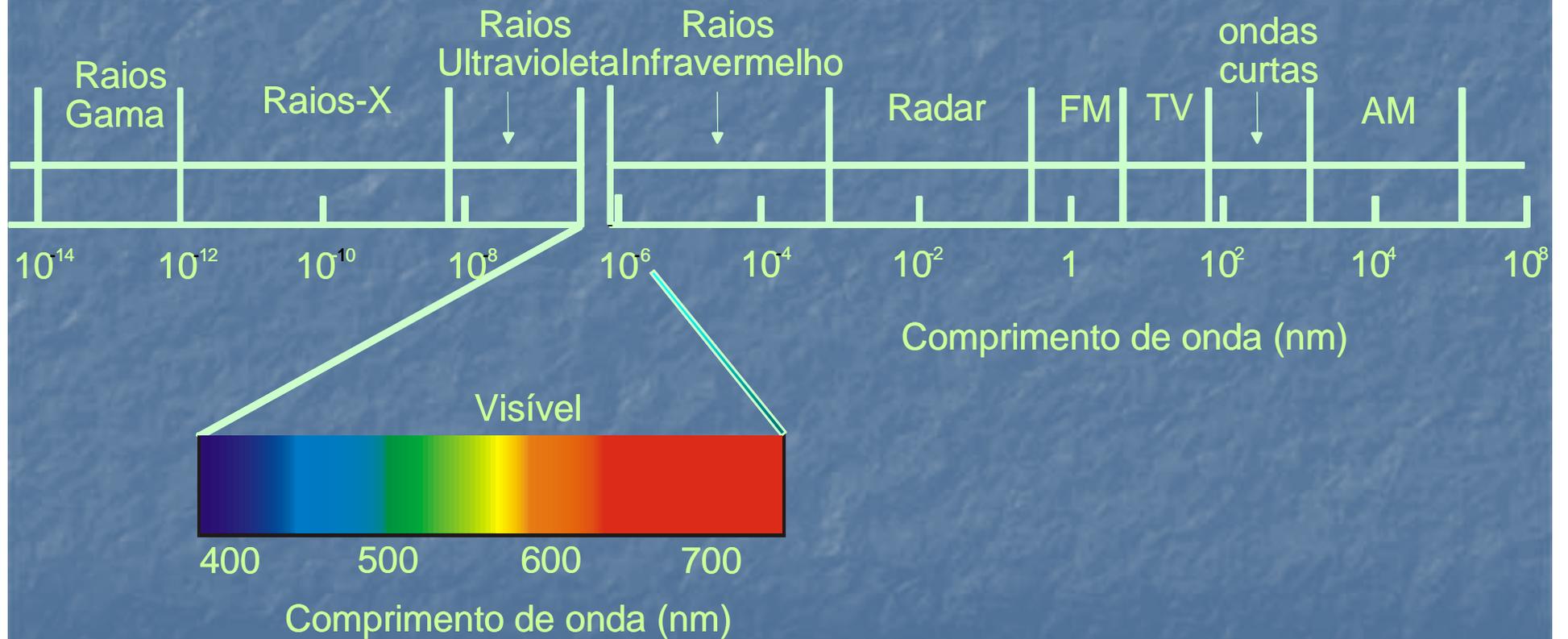
As faixas espectrais mais comuns são as **do óptico** - reflectância, **do termal** - emitância e **das microondas** - retroespalhamento.

Reflectância

Propriedade física do alvo de refletir a radiação eletromagnética (REM) após a interação.

- Visível – faixas do azul, verde e vermelho
- Não visível – infravermelho próximo e médio

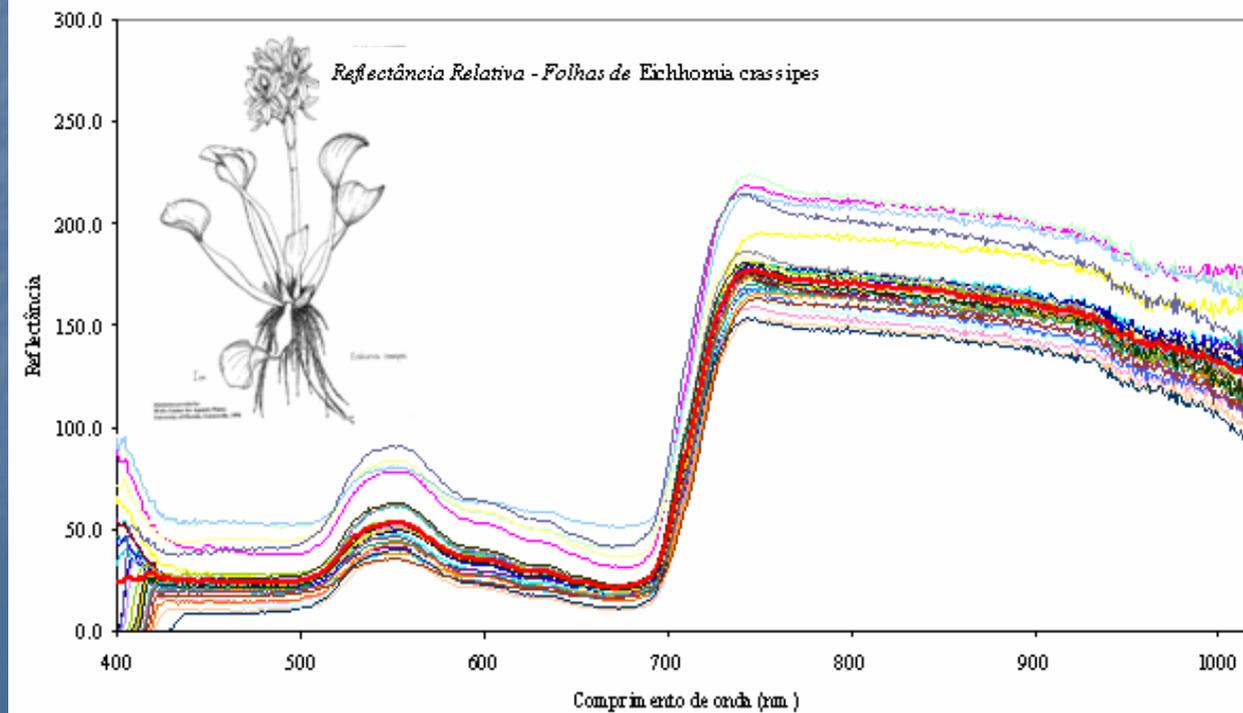
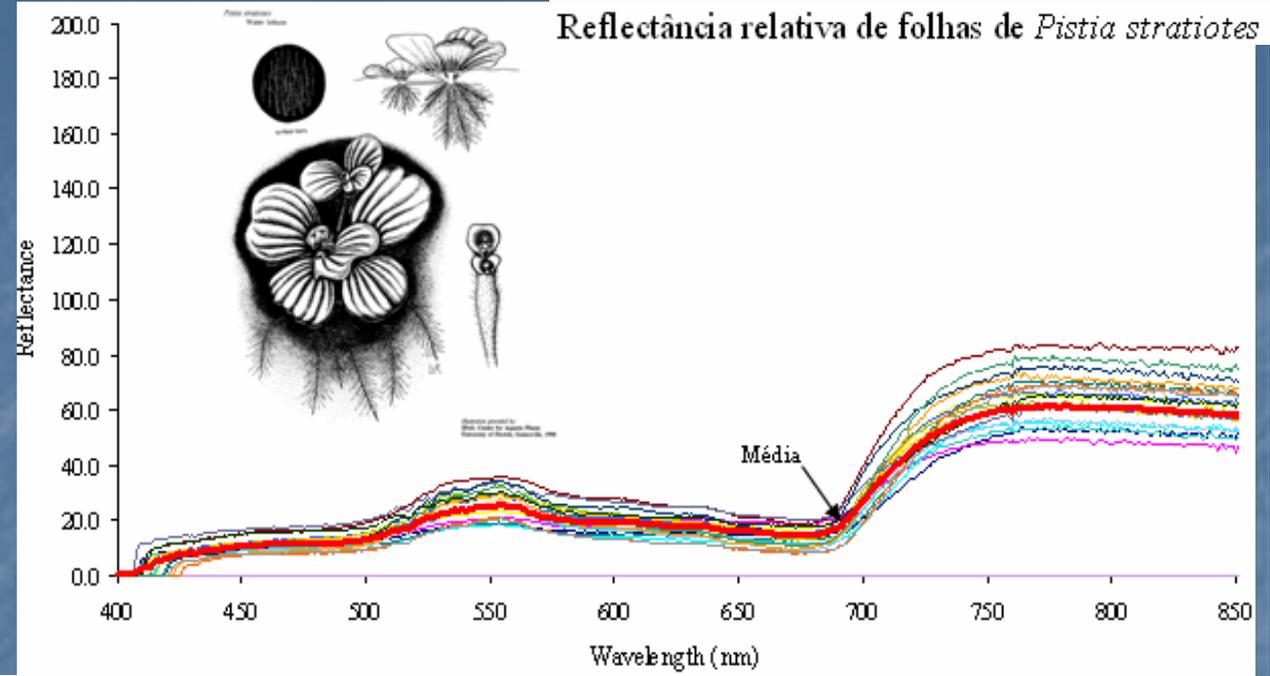
Espectro Eletromagnético



Radiometria e Imagens de Satélite

- **Radiometria**: registro da interação da REM com cada material ou alvo na forma de curvas = assinatura espectral
- **Imagens de Satélite**: registro das assinaturas espectrais dos materiais ou alvos da superfície da Terra na forma de imagens

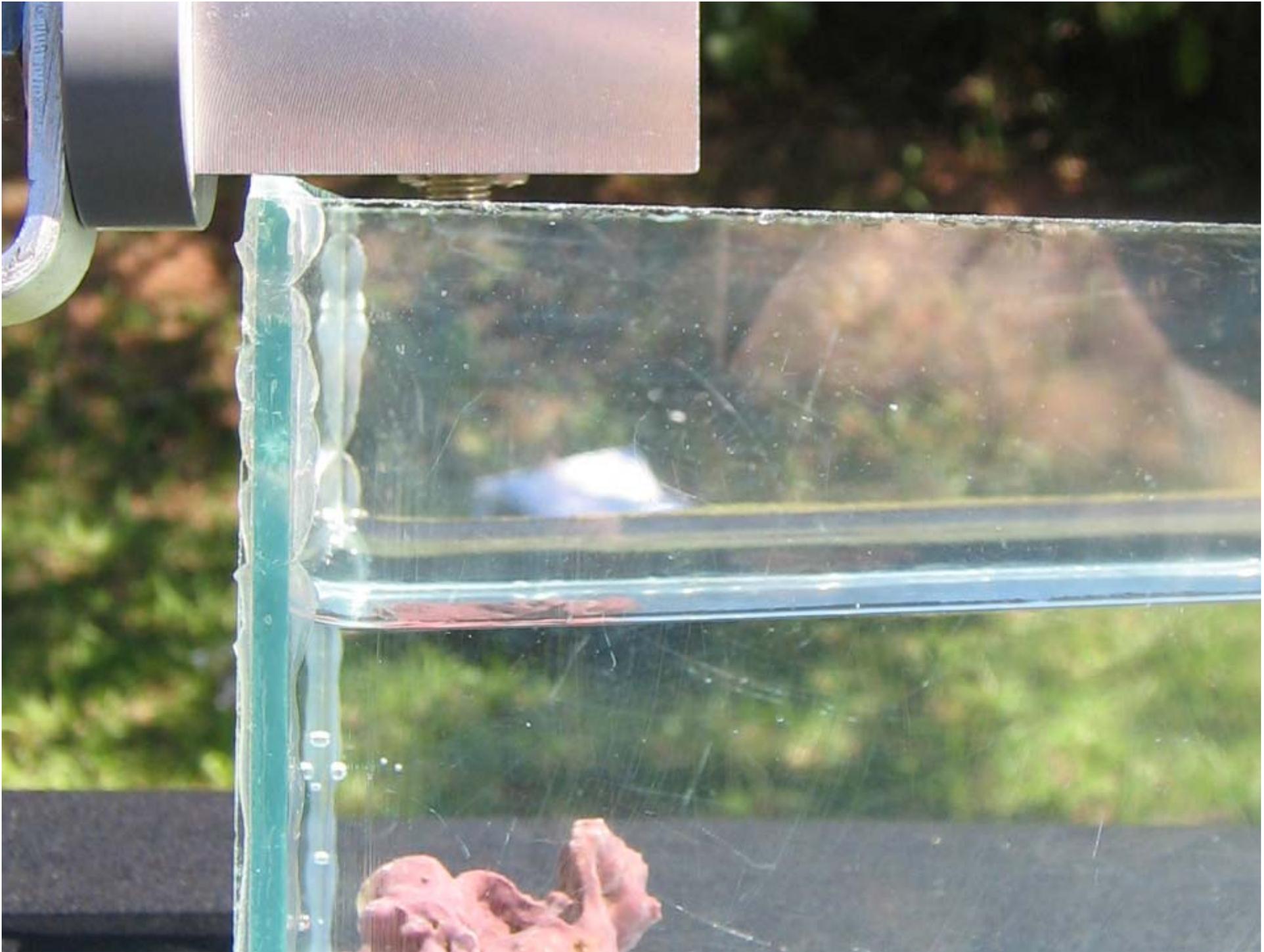
Radiometria



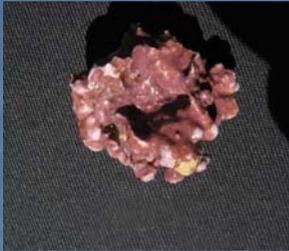






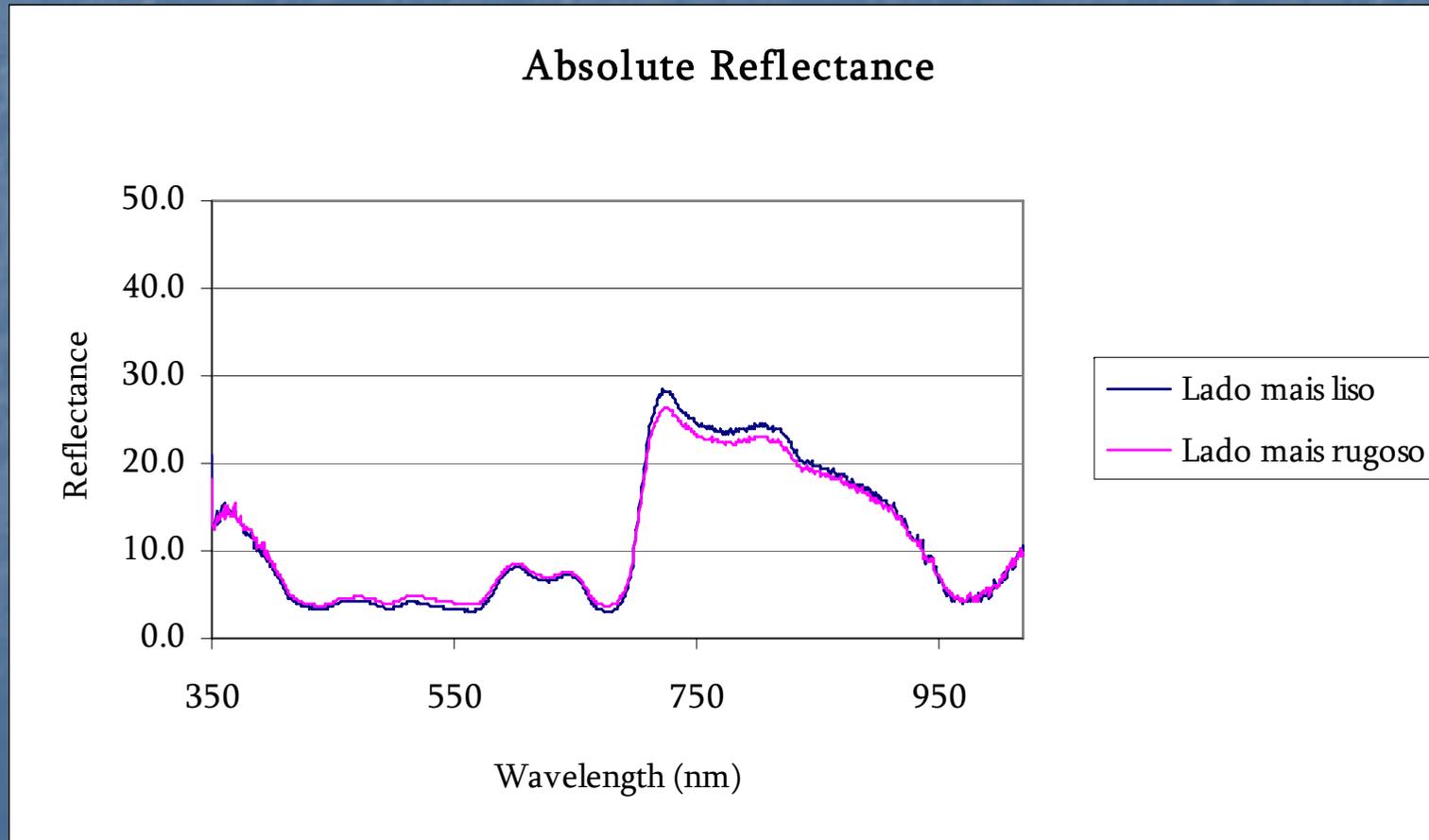


1.1 – Lado mais liso

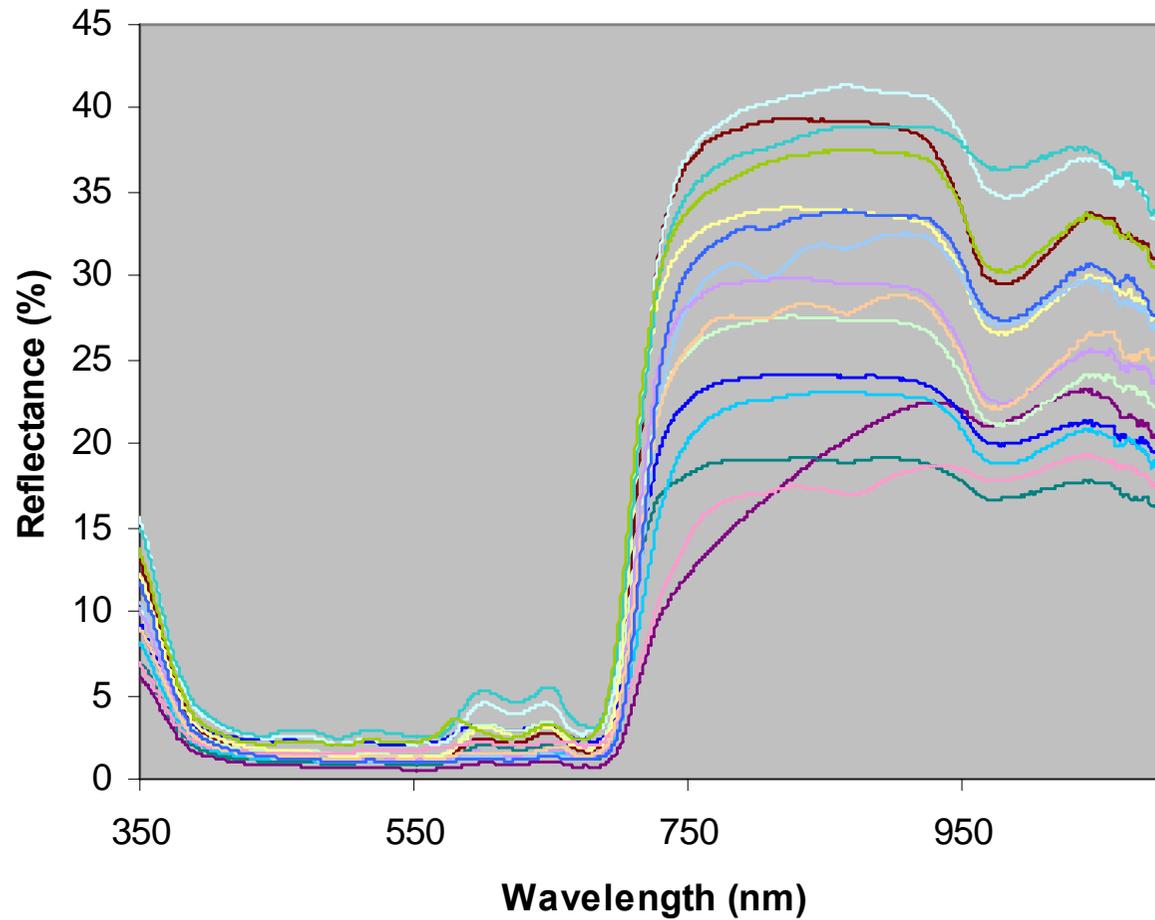


Alga vermelha
(Rodofíceia)

1.2 – Lado mais rugoso:

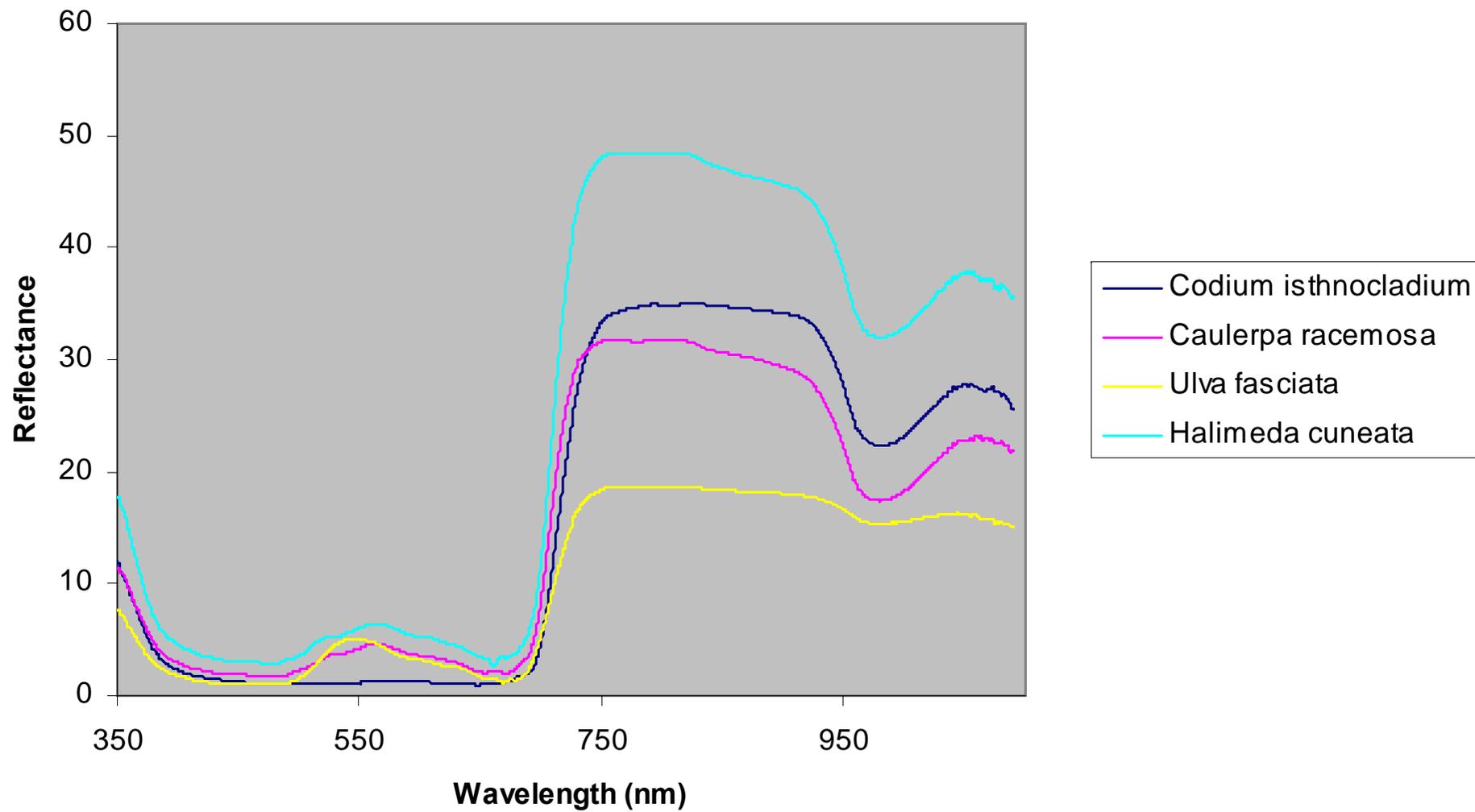


Red algae

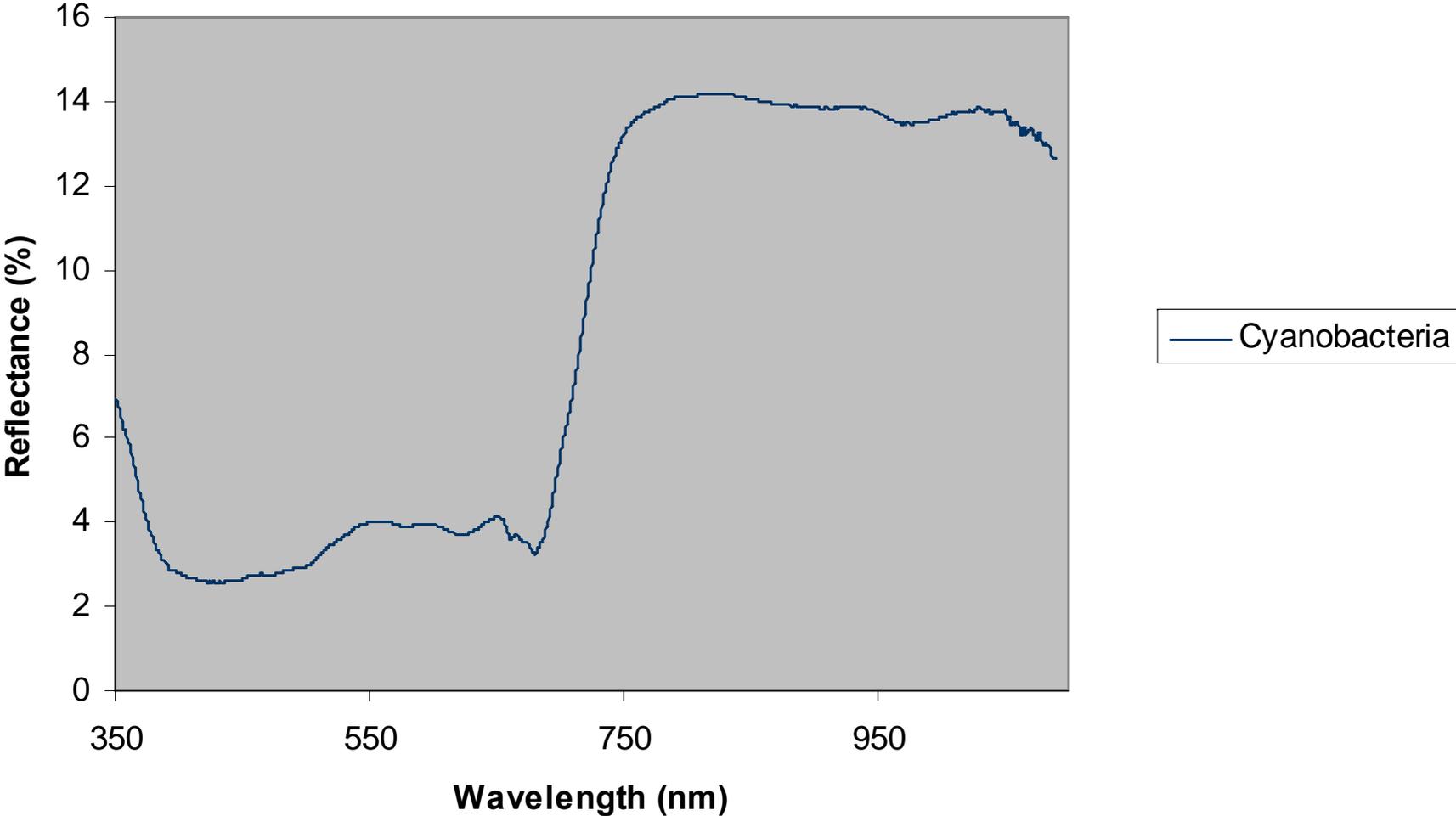


- *Osmundaria*
- *Gracilaria caudata*
- *Spyridia*
- *Gracilaria mamilaris*
- *Centroceras clavulatum*
- *Dichotomaria marginata*
- *Dichotomaria oblongata*
- *Solieria*
- *Gimnogongrus grifithise*
- *Bostrychia radicans*
- *Gracilaria domingensis*
- *Chondrophyucus papillosus*
- *Hypnea musciformis*
- *Coraline algae (probably Jania)*
- *Laurencia filiformis*

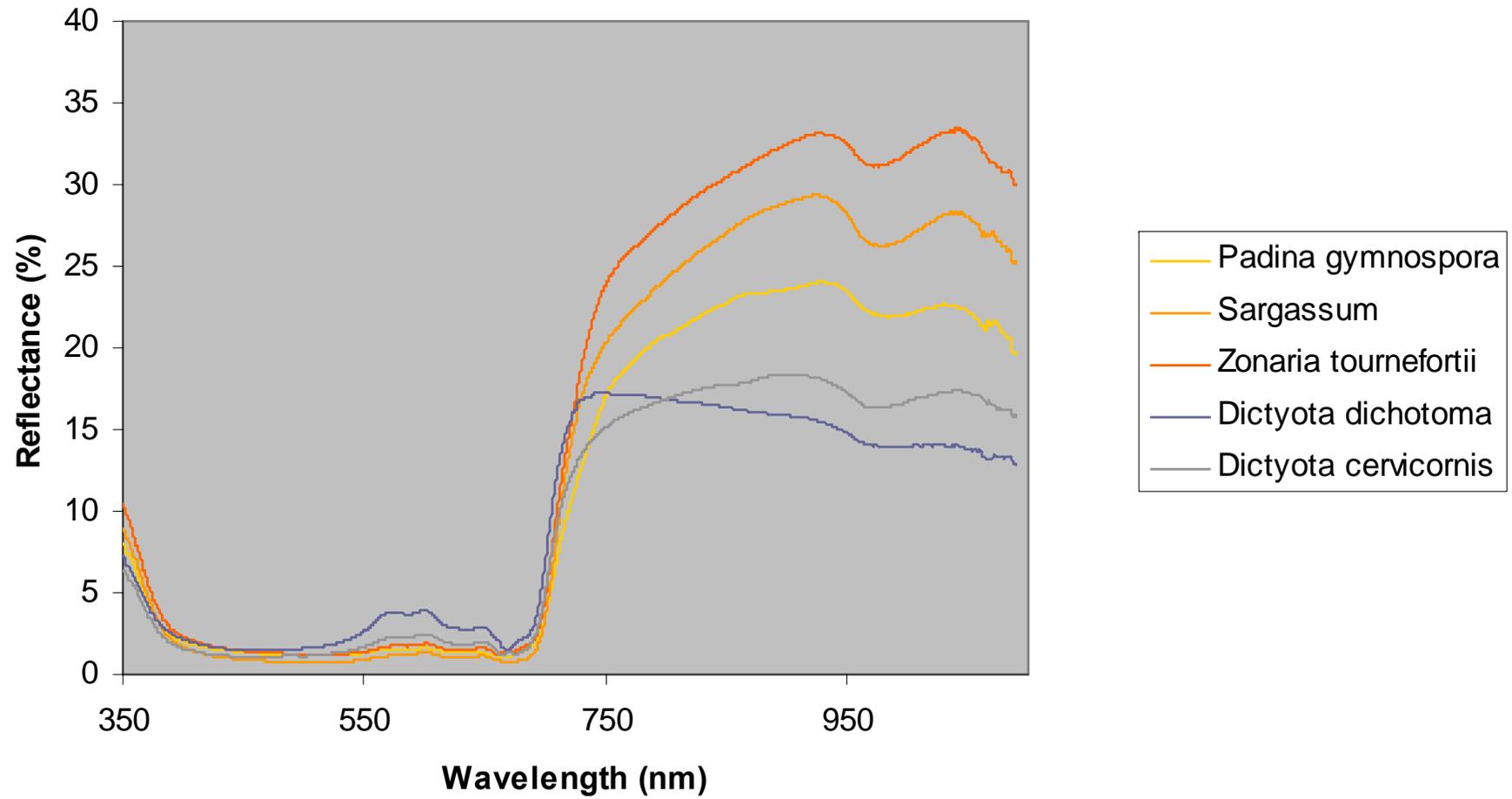
Green algae



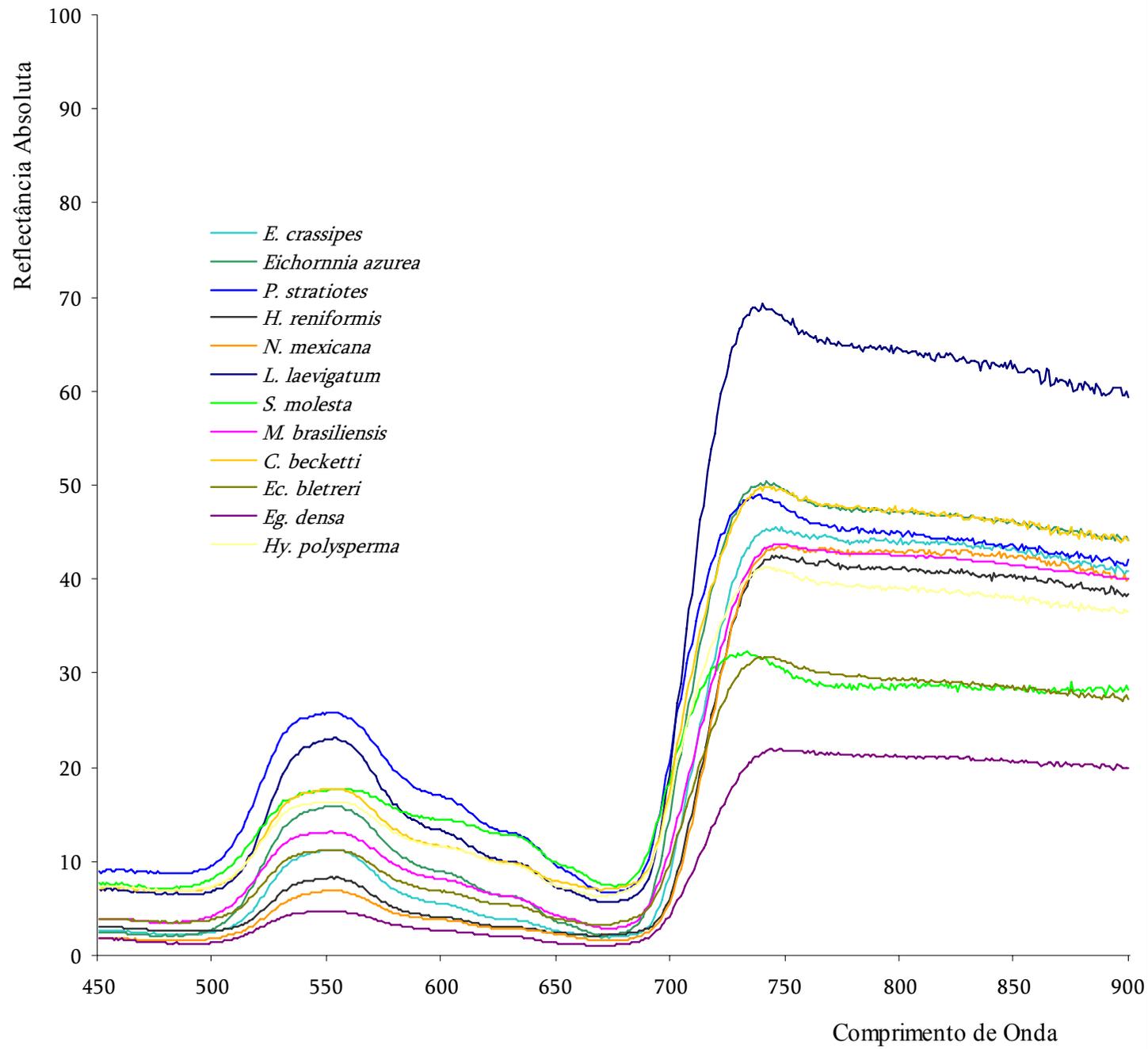
Blue green alga



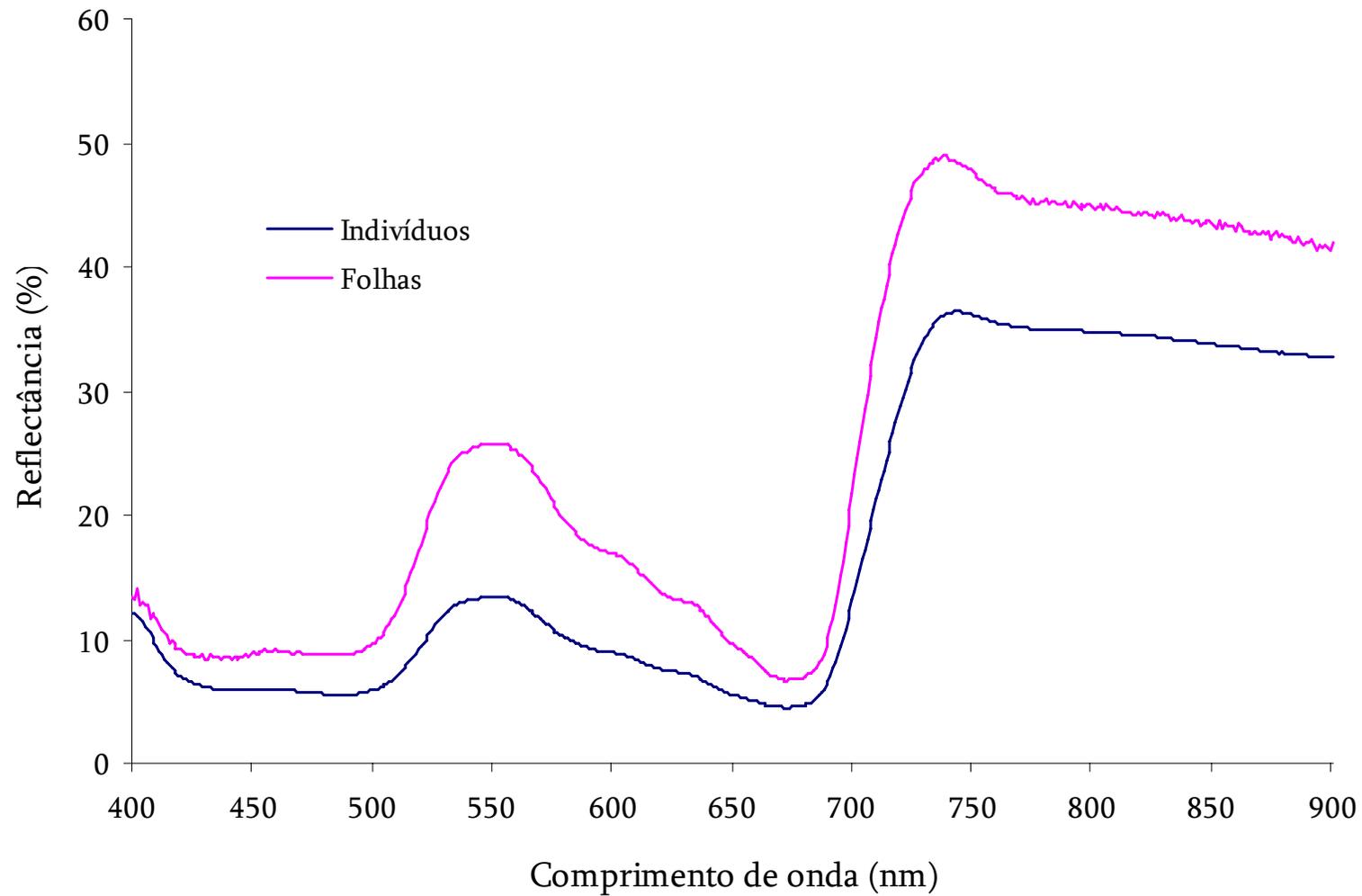
Brown algae



Reflectância Absoluta de macrófitas



Resposta espectral média de Indivíduos e Folhas de *Pistia stratiotes*



Assinatura espectral obtida com o Ocean Optics USB2000

Imagens de Satélite

■ Sistemas Passivos

- Dependentes de fontes naturais de REM
 - ópticos – obedece à leis da óptica
 - visível, infravermelho próximo e médio → Reflectância
 - não ópticos – obedece a outras leis
 - Microondas → Temperatura de Brilho
 - Termal → Emitância → Temperatura

■ Sistemas Ativos

- Gerador de sua própria fonte de REM
 - não ópticos
 - Microondas → índice de espalhamento (retroespalhamento)

RESOLUÇÃO ESPACIAL

Tamanho da área mínima no terreno correspondente a cada cela na imagem (pixel). Pode variar de 50cm a 1100m - conforme o sistema sensor.

RESOLUÇÃO ESPECTRAL

Número de faixas espectrais de cada sistema sensor tem à bordo da plataforma. Pode variar de 1 faixa até o limite tecnológico – conforme a plataforma.

RESOLUÇÃO RADIOMÉTRICA

Número de níveis de Energia que o sistema é capaz de distinguir. O Número Digital (ND) pode variar de 6 bits ($2^6 = 64$ níveis de energia), 8 bits (256) e 12 bits (4096) - conforme o sistema sensor.

RESOLUÇÃO TEMPORAL

O tempo entre uma tomada de dados e outra. Pode ser repetitivo ou programável - conforme a plataforma.

RESOLUÇÃO ESPACIAL

Tamanho da área mínima no terreno correspondente a cada cela na imagem (pixel).

Pode variar de 50cm a 1100m

Exemplos mais comuns:

WORLDVIEW-2 – 0,50x0,50m

IKONOS - 4x4m (multiespectral) e 1x1m (Pan)

ALOS – 10x10m (Avenir) e 2,5x2,5m (Prism)

SPOT - 20x20m (multi) e 2,5x2,5m (Pan)

ASTER - 15x15m

CBERS - 20x20m (CCD) e 2,5x2,5m (Pan)

LANDSAT - 30x30m (ETM)

NOAA – 1100x1100m (AVHRR)



0.5 x 0.5 m



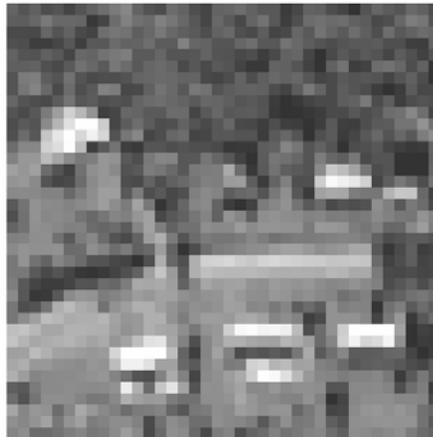
1 x 1 m



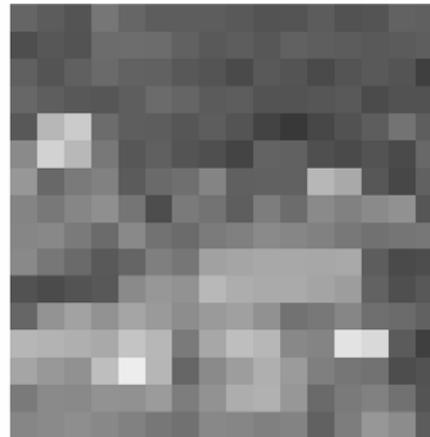
2 x 2 m



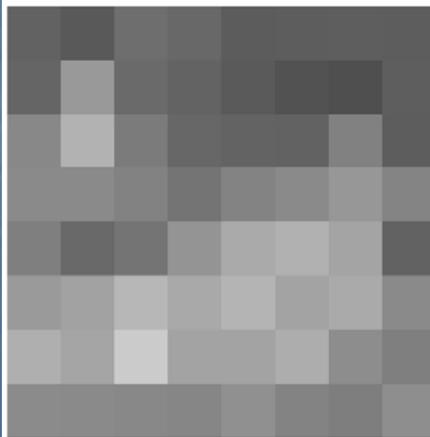
5 x 5 m



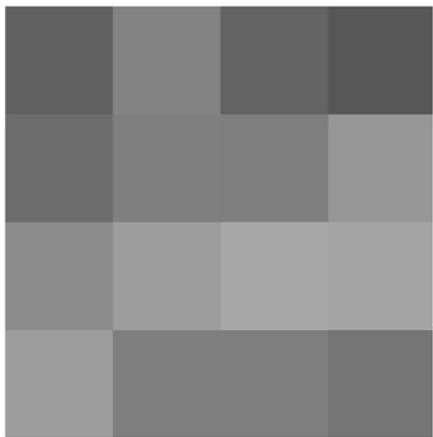
10 x 10 m



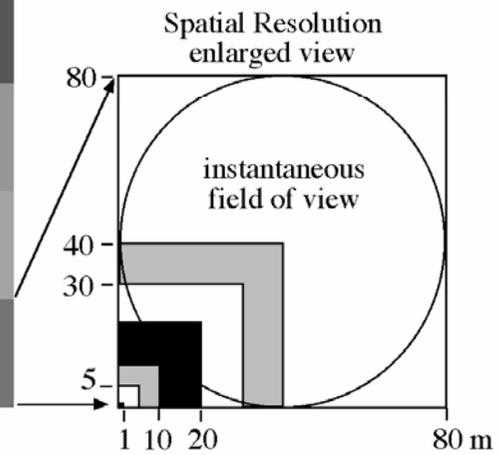
20 x 20 m



40 x 40 m



80 x 80 m

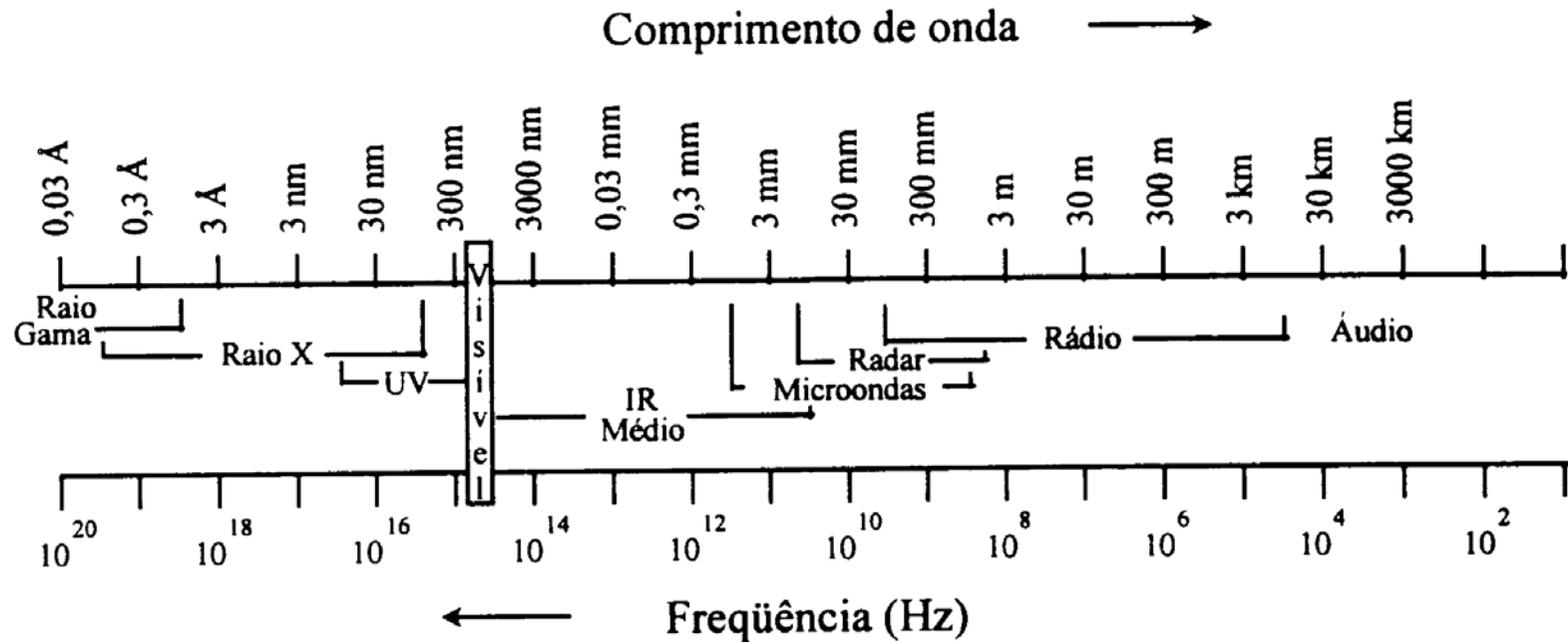


RESOLUÇÃO ESPECTRAL

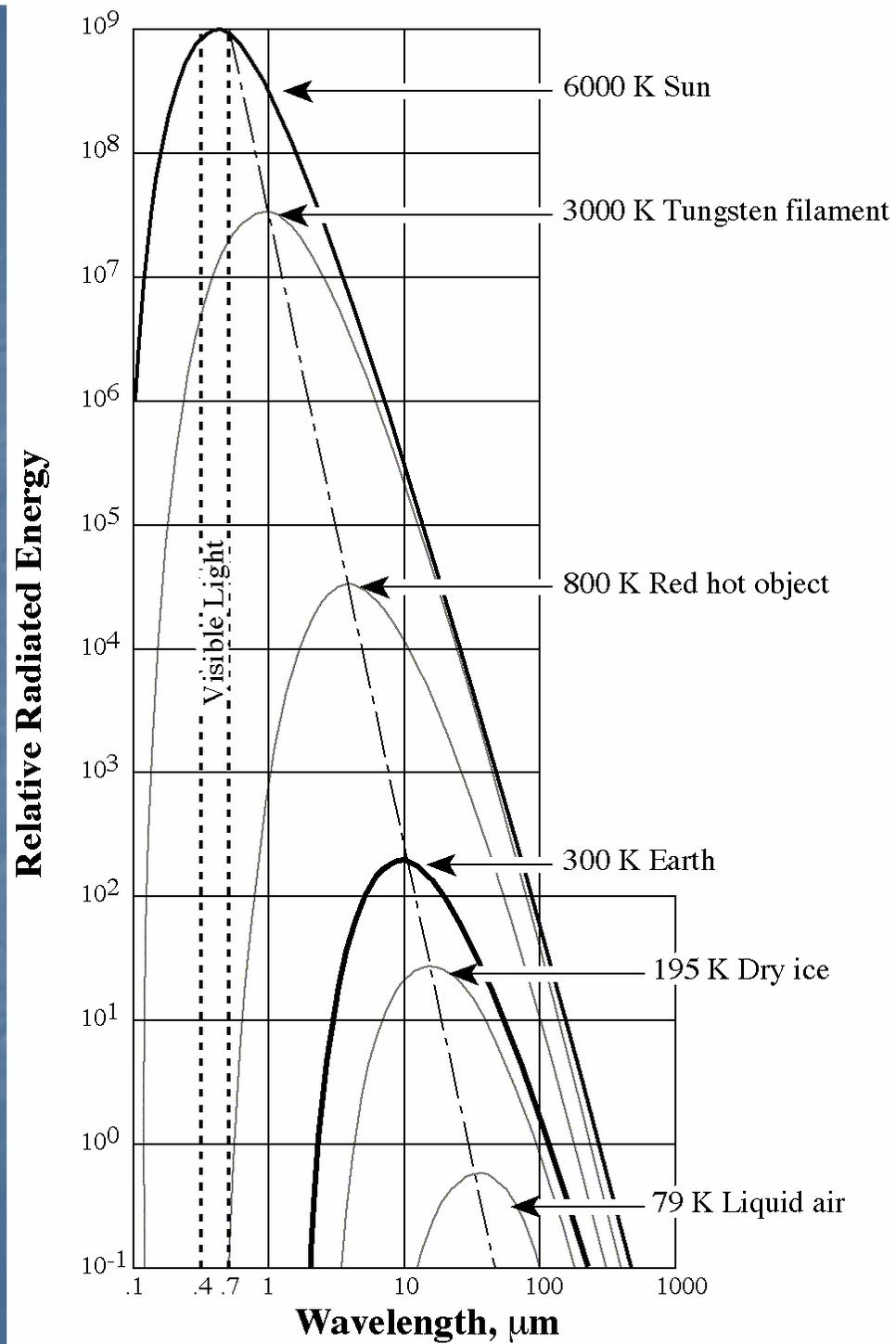
Número de faixas espectrais de cada sistema sensor tem à bordo da plataforma.

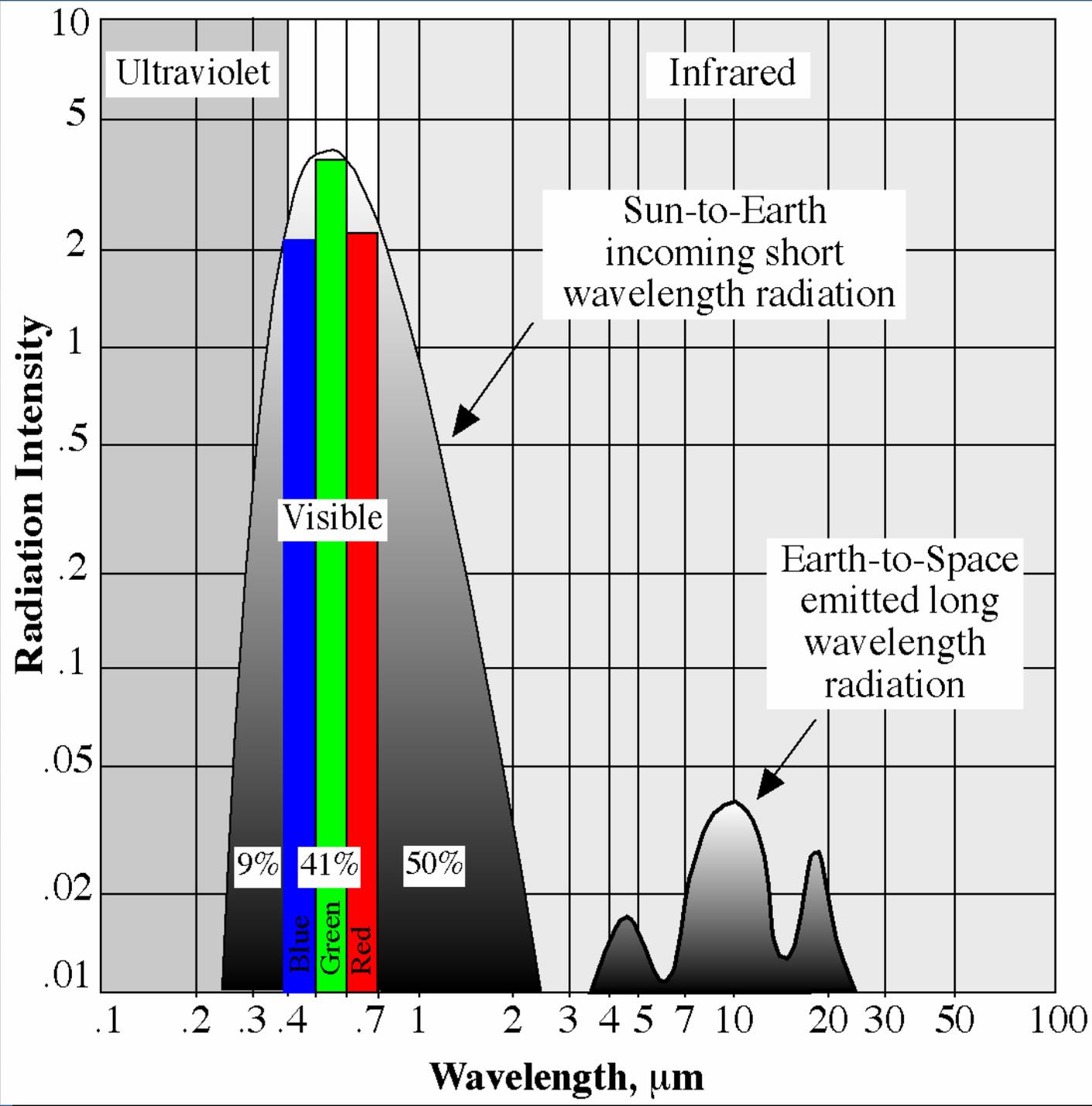
- Pode variar de 1 faixa até o limite tecnológico
- Faixas do visível (azul, verde e vermelho)
- Faixas do infravermelho (próximo, médio e termal)
- Faixas de microondas (bandas C, L e P)

Espectro Eletromagnético



Bandas	P	L	S	C	X	K	Q	V	W
Freqüência (GHz)	0,3	1,0	3,0	10,0	30,0	100,0			
Comp. de onda (cm)	100	30	10	3	1	0,3			



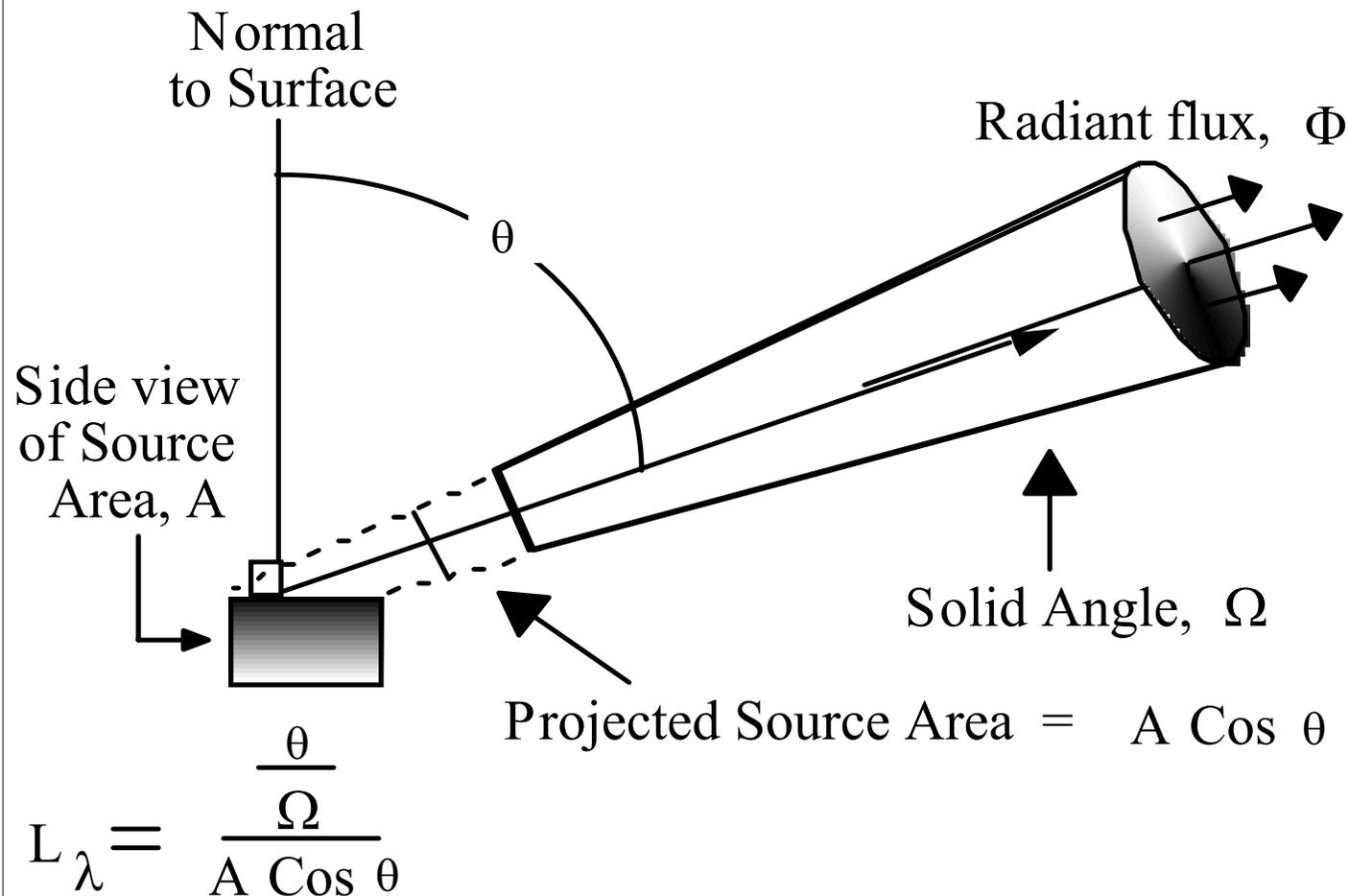


O que o detector registra é a Radiância (L)

$$L = (\rho E \zeta) \text{ seno } \alpha$$

α =ângulo de elevação solar

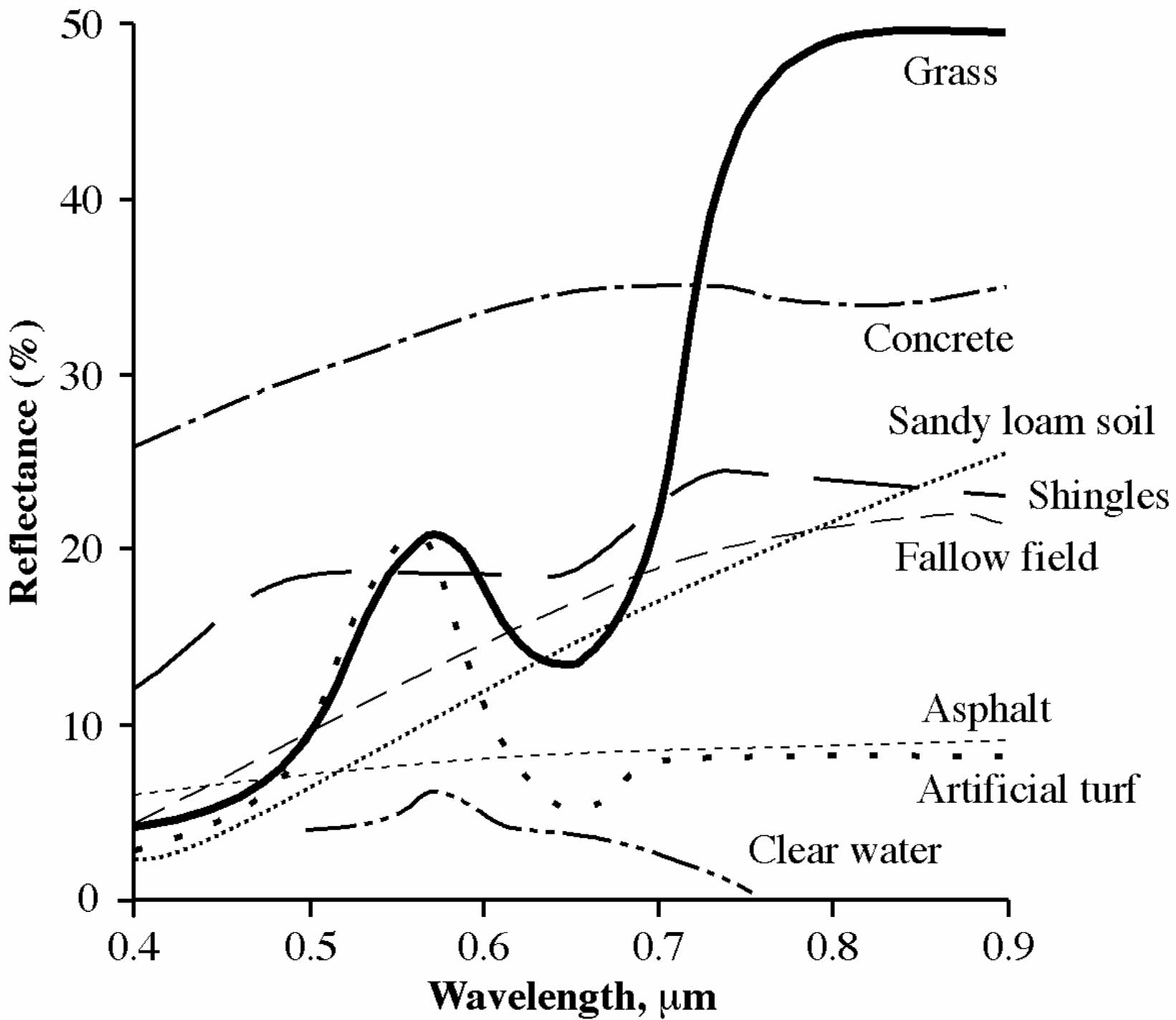
Concept of Radiance

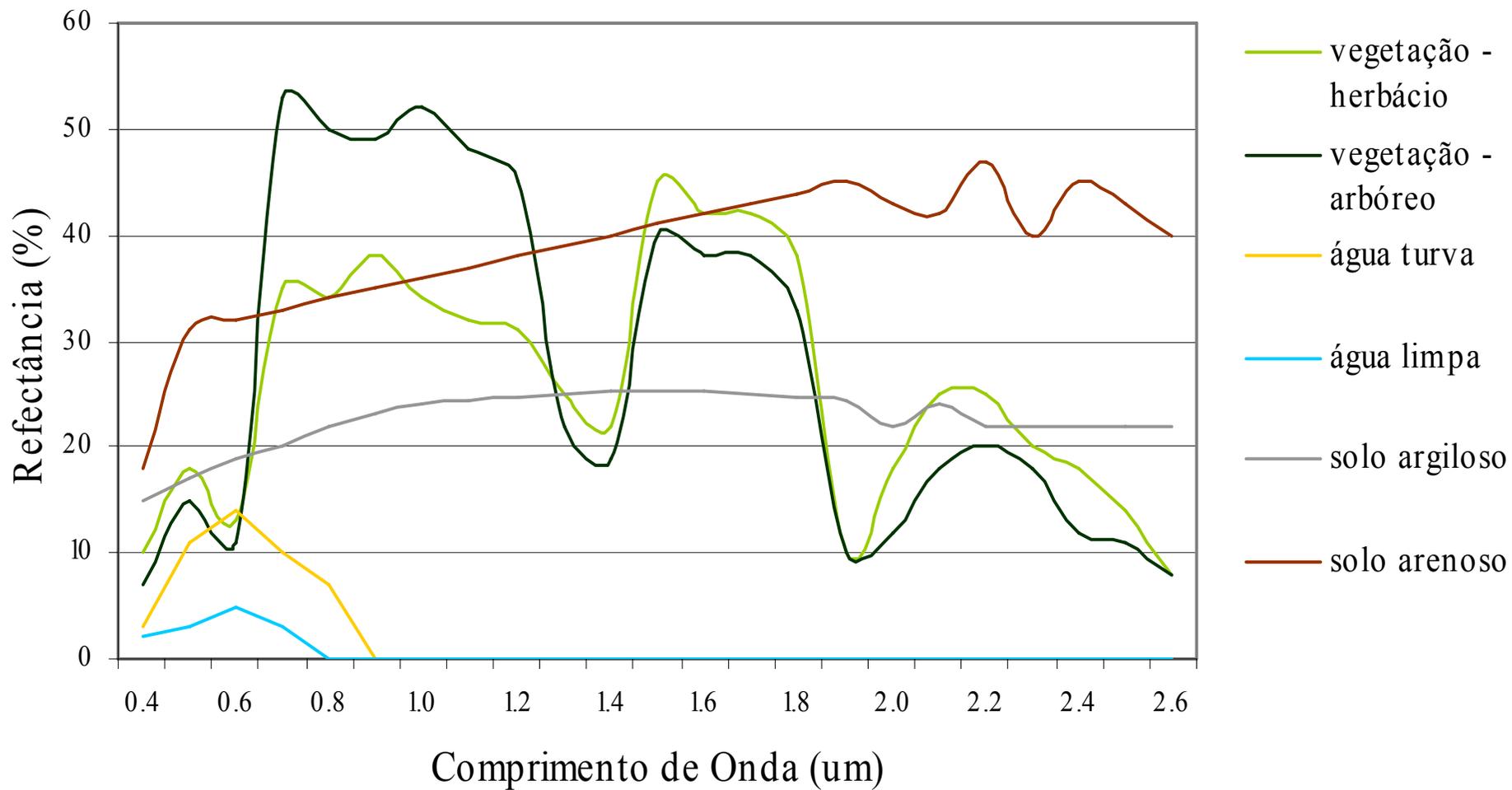


ρ =reflectância do alvo

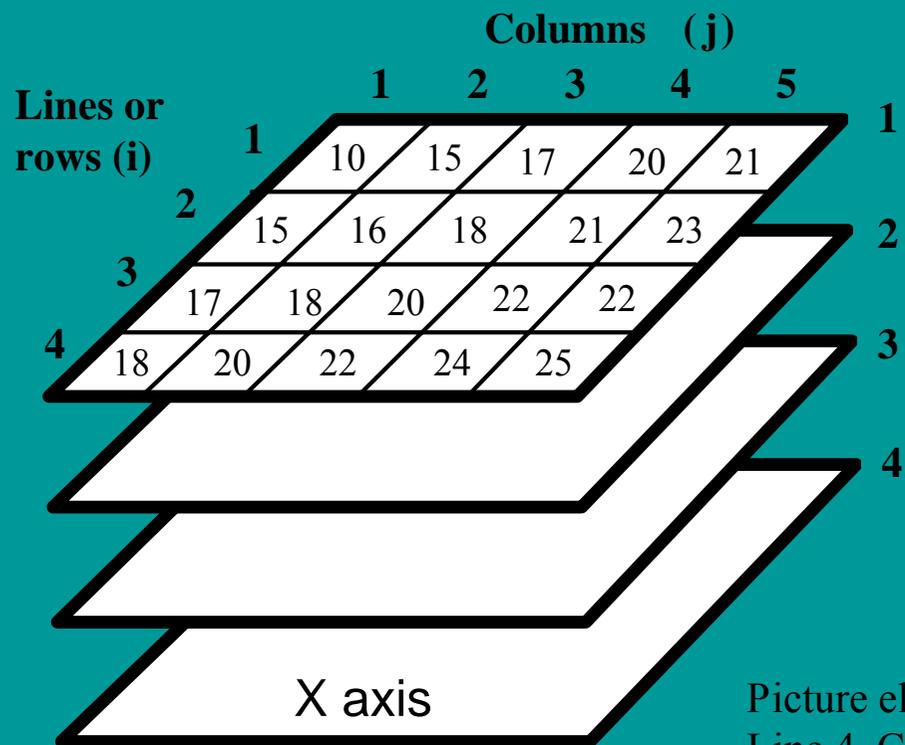
E =irradiância

ζ =transmitância



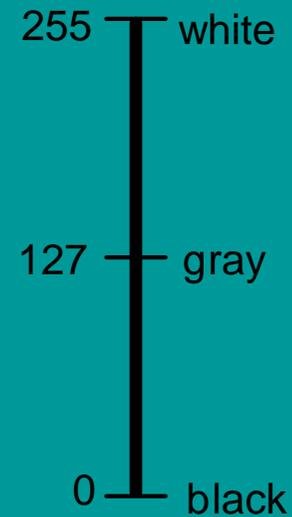


RESOLUÇÃO RADIOMÉTRICA

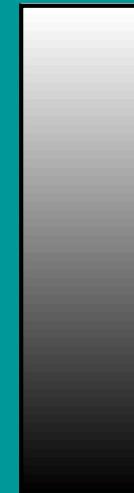


Bands (k)

Brightness value range (typically 8 bit)



Associated gray-scale

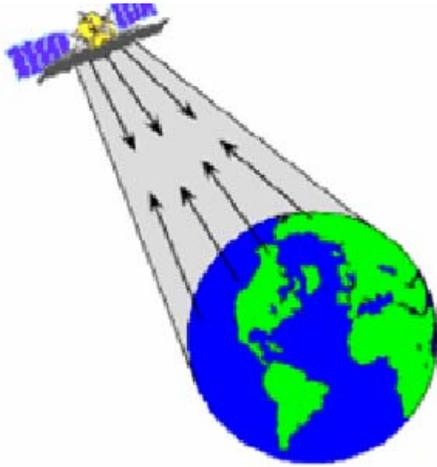


Picture element (pixel) at location Line 4, Column 4, in Band 1 has a Brightness Value of 24, i.e., $BV_{4,4,1} = 24$.

RESOLUÇÃO TEMPORAL

Considerar se seu problema ecológico é compatível com o tipo de repetição:

- Repetição automática
- Repetição programada



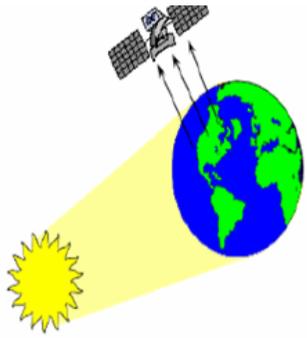
Os sensores podem ser PASSIVOS (SOL ou TERRA como fonte de energia)

LANDSAT, ASTER, MODIS, IKONOS e WorldView2 (americanos)

SPOT (francês)

CBERS (satélite sino-brasileiro)

ALOS-Avnir e Prism (japonês)



Os sensores podem ser ATIVOS (usam fontes ARTIFICIAIS)

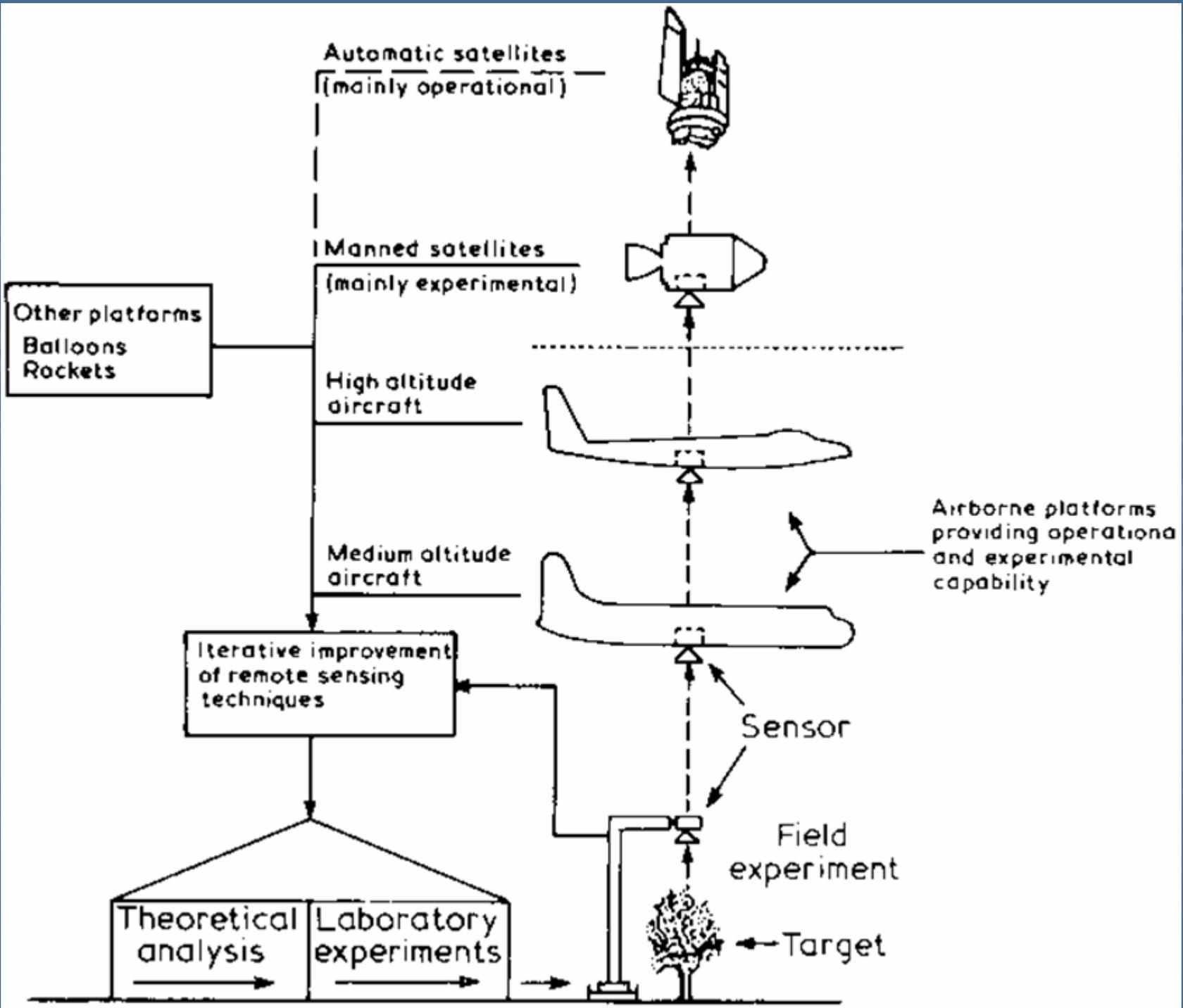
ERS – banda C (europeu)

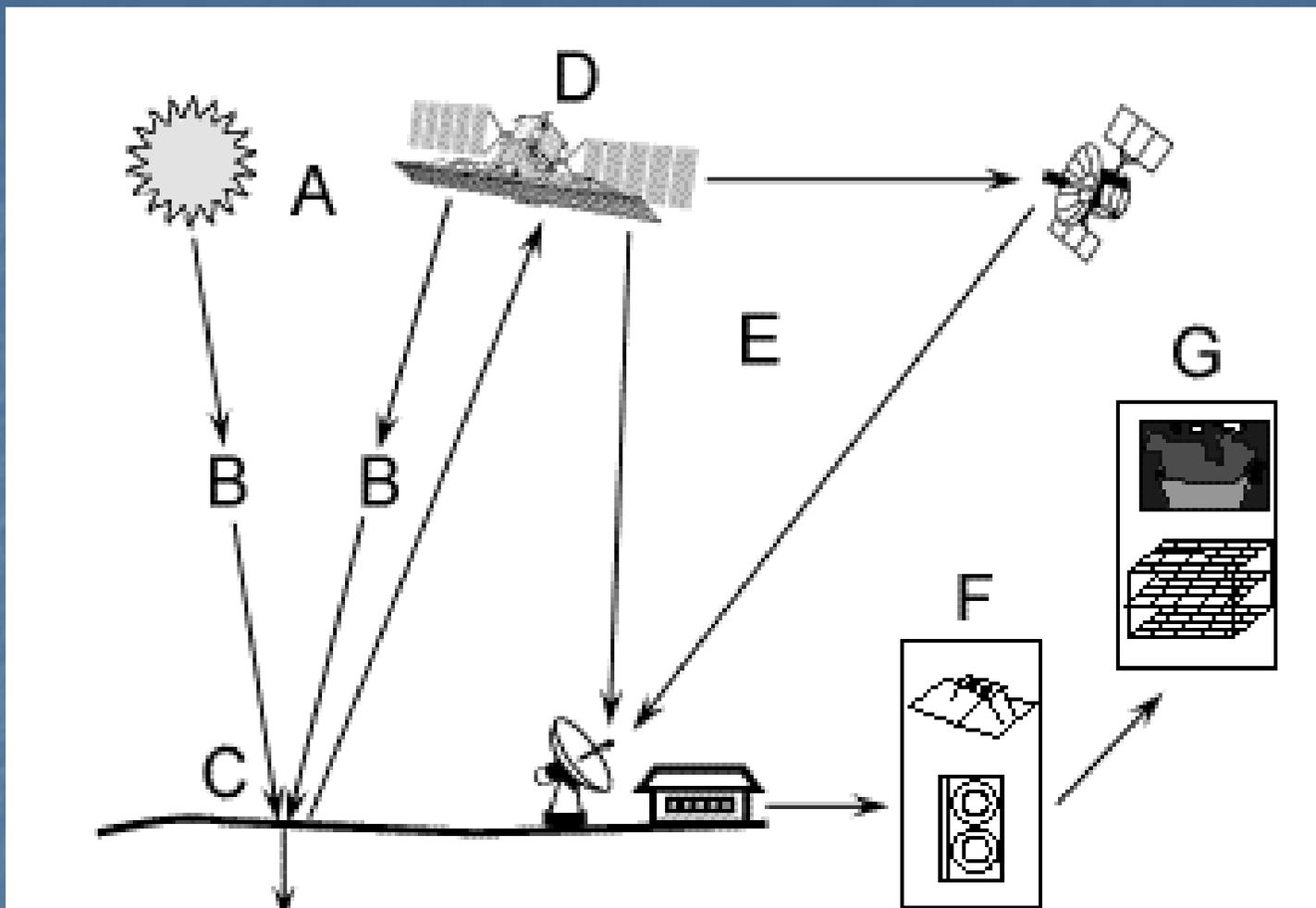
JERS – banda L (japones)

RADARSAT – banda C (canadense)

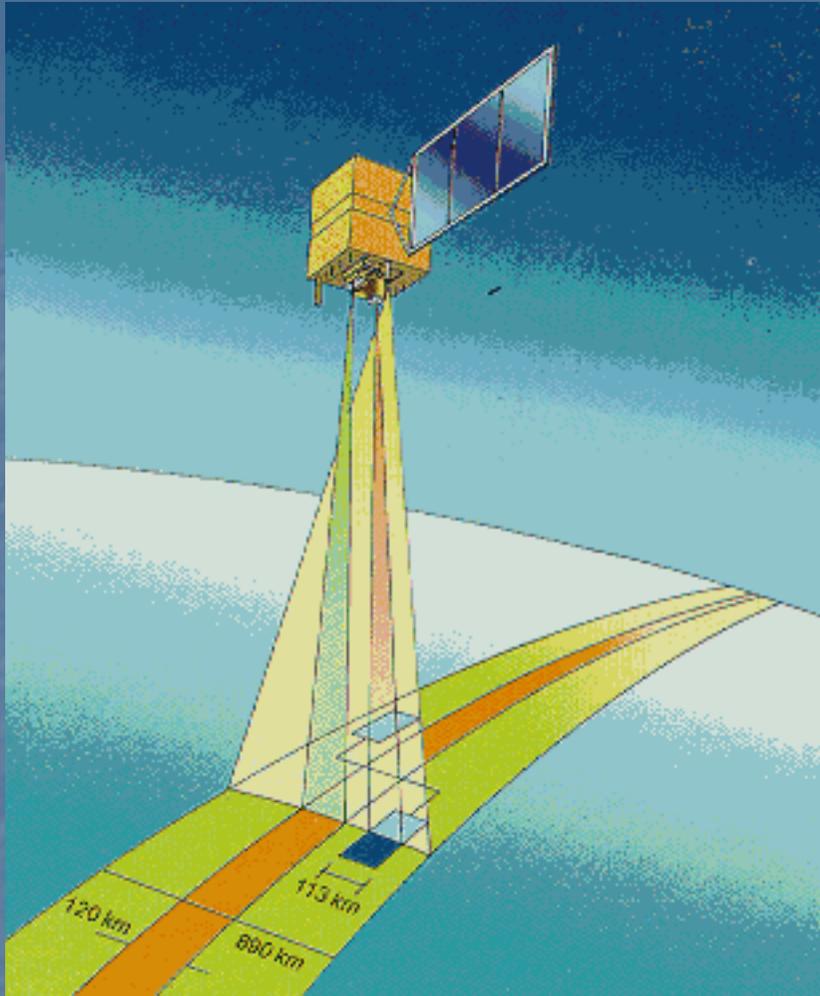
ALOS-Palsar (banda L → polarização: hh, vv, vh, hv)

Futuro próximo – banda P





O processo de sensoriamento remoto envolve 7 etapas, sendo elas :
Fonte de energia ou iluminação (A); Radiação e atmosfera (B); Interação com o alvo (C); Registro da energia pelo sensor (D); Transmissão, recepção e processamento (E); Interpretação e análise (F); e Aplicação (G).

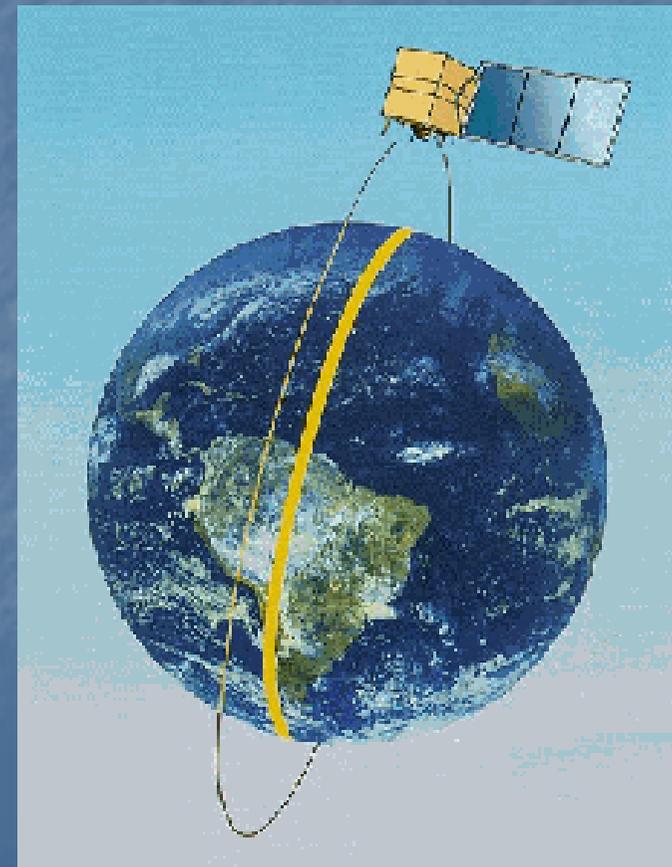


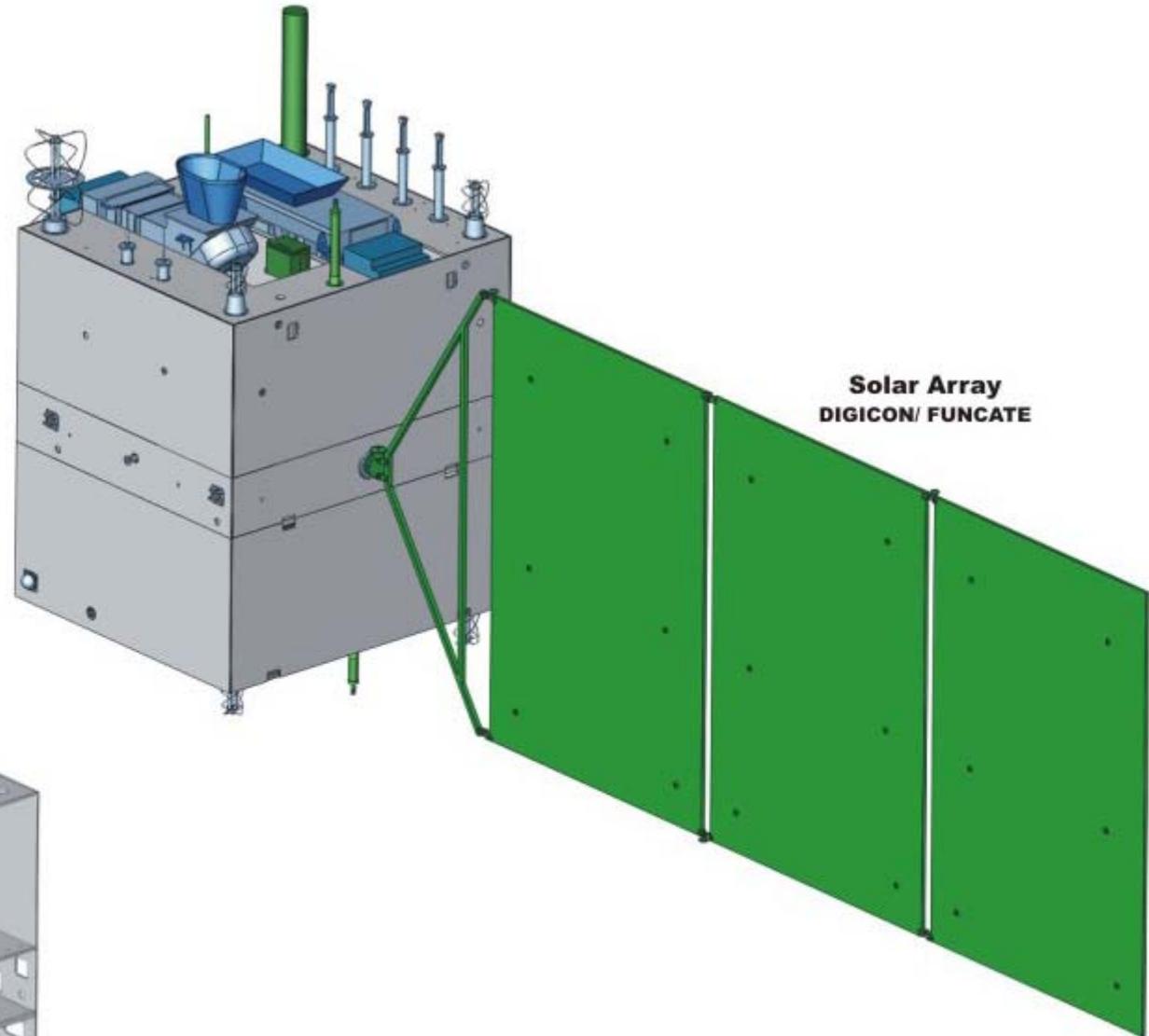
Largura das órbitas do CBERS:

CCD → 113km

IRMSS → 120km

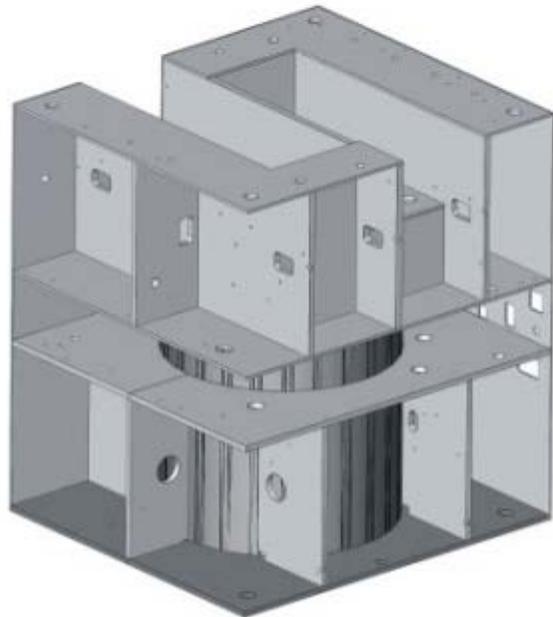
WFI → 890km

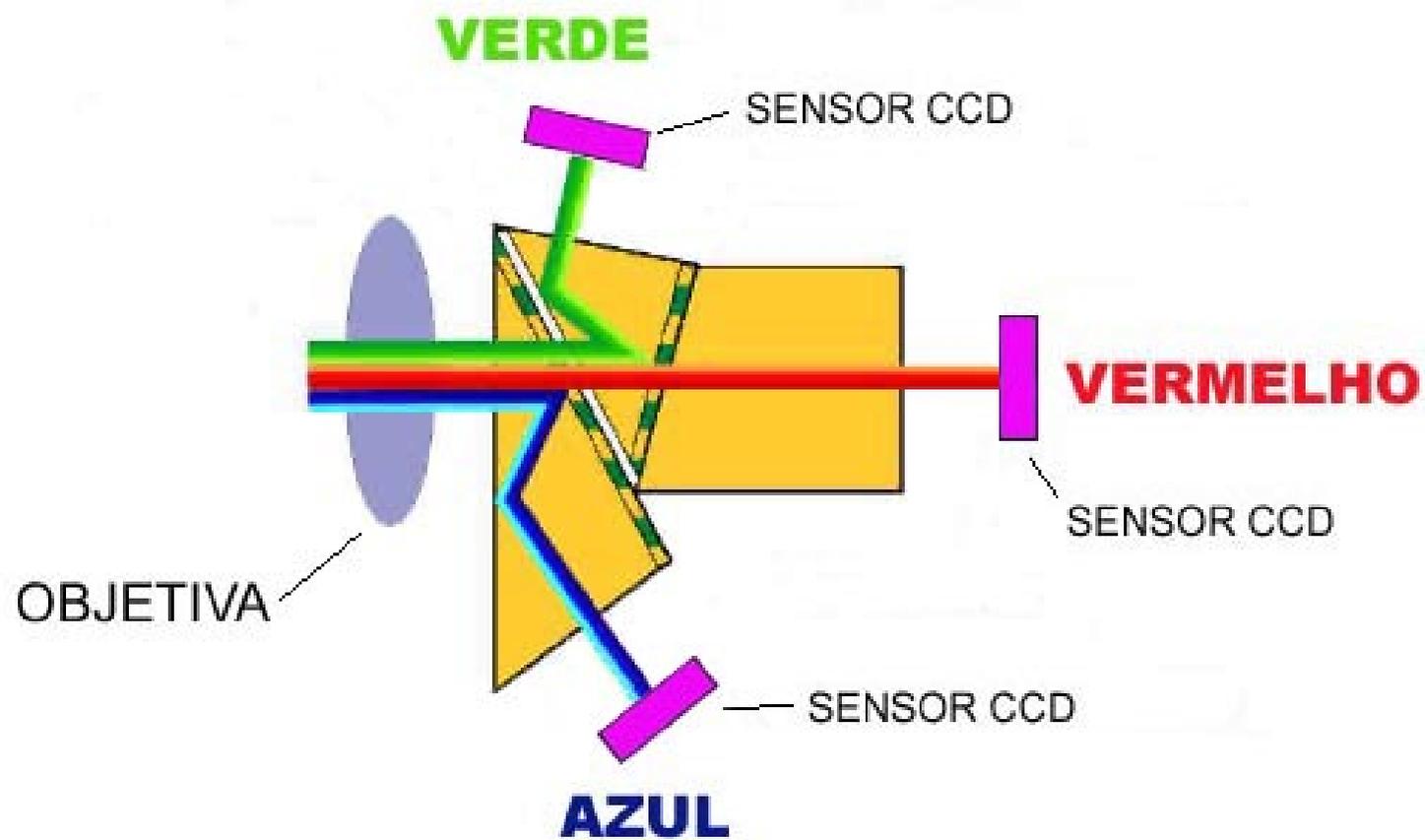




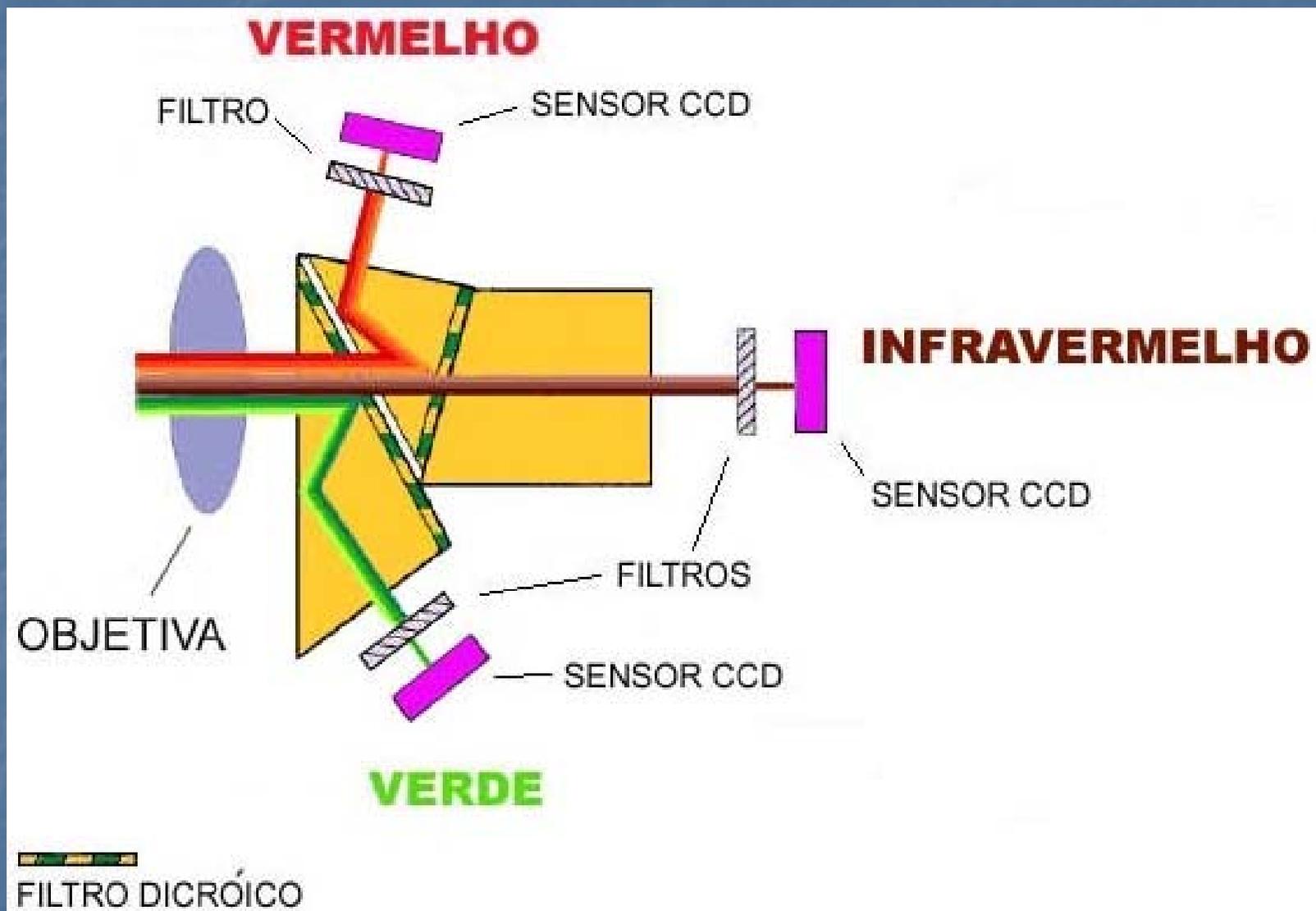
Solar Array
DIGICON/ FUNCATE

Structure
ADE/ FUNCATE
Akros/ Digicon/ Esca/ Fibrforte/ Compsis/ Leg






FILTRO DICRÓICO



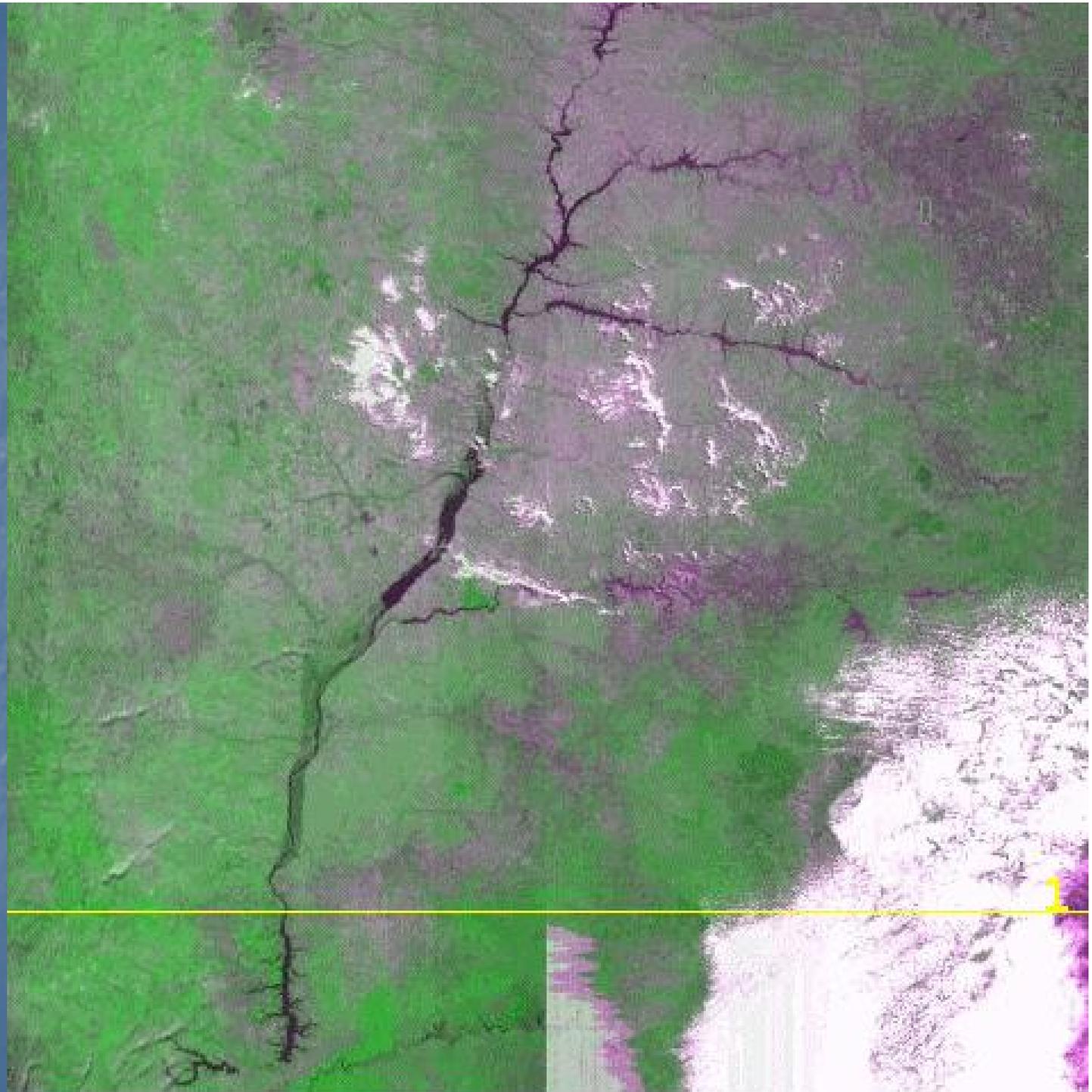


Satélite CBERS

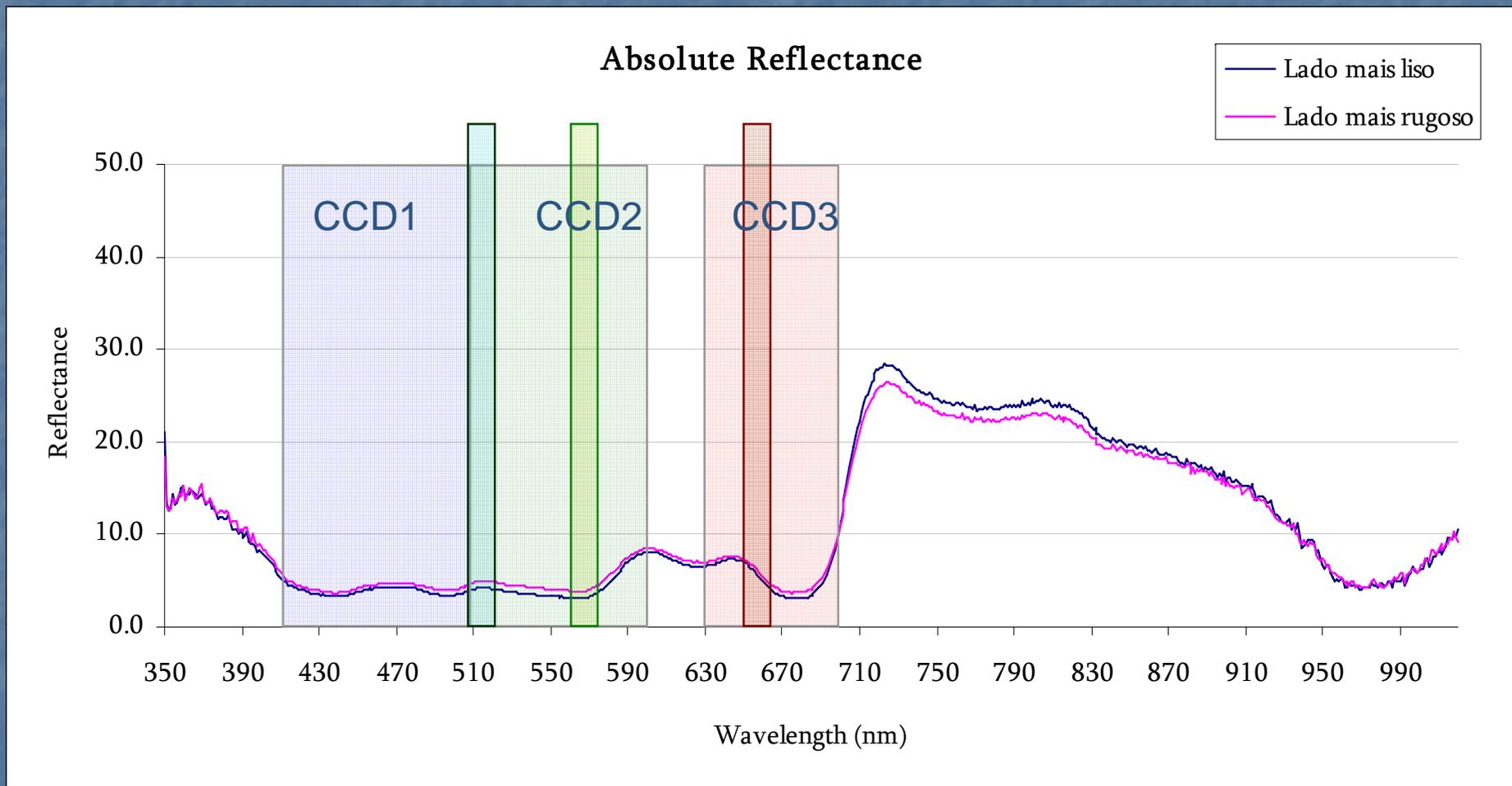


Imagem CBERS
Pixel 20x20m
Florianópolis

Imagem
Sistema WFI
Satélite CBERS



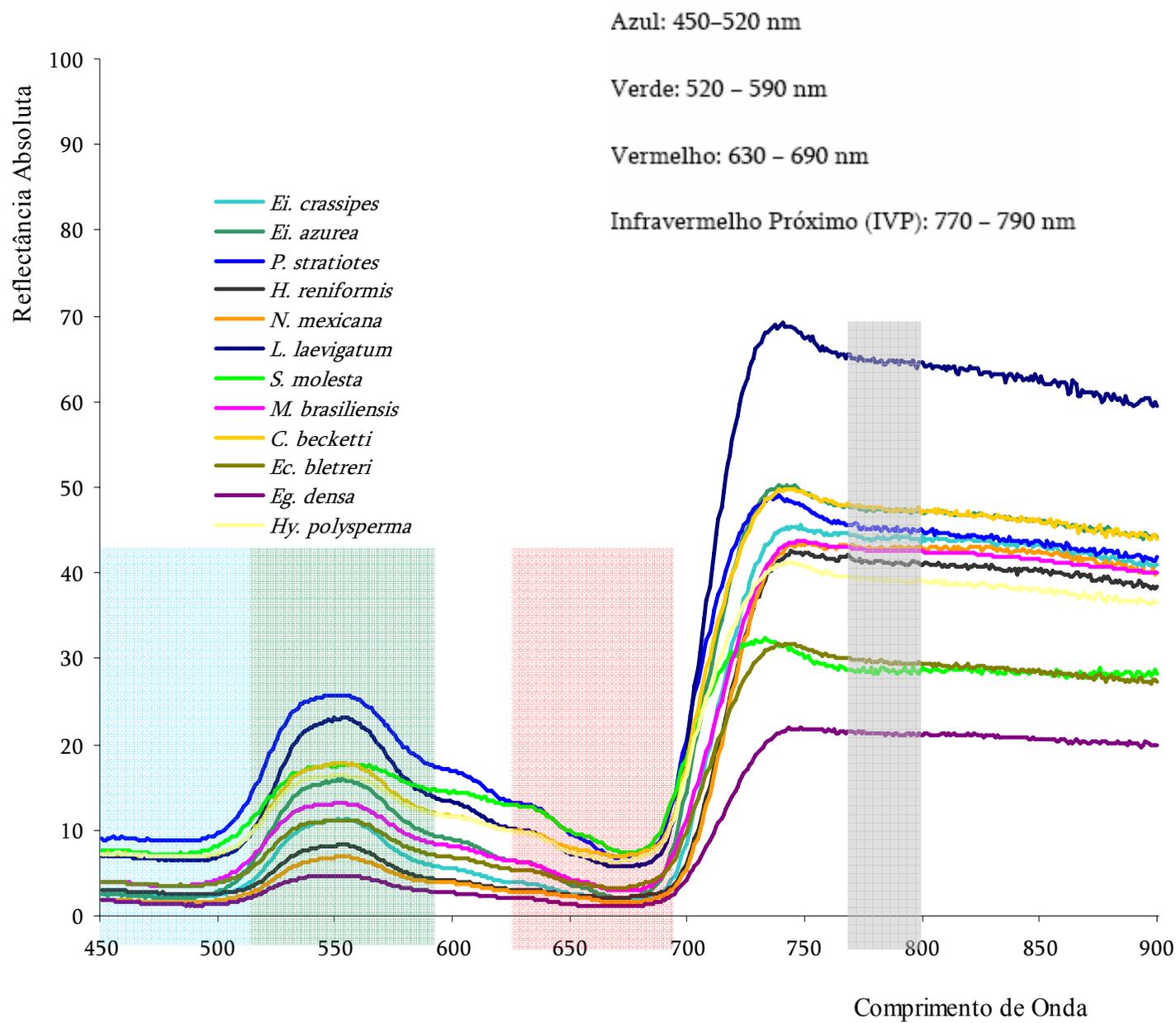
Faixas dos Satélites CBERS e MERIS



Assinatura espectral de uma alga vermelha (Rodolito)

Intensidade
Média na
Faixa
espectral

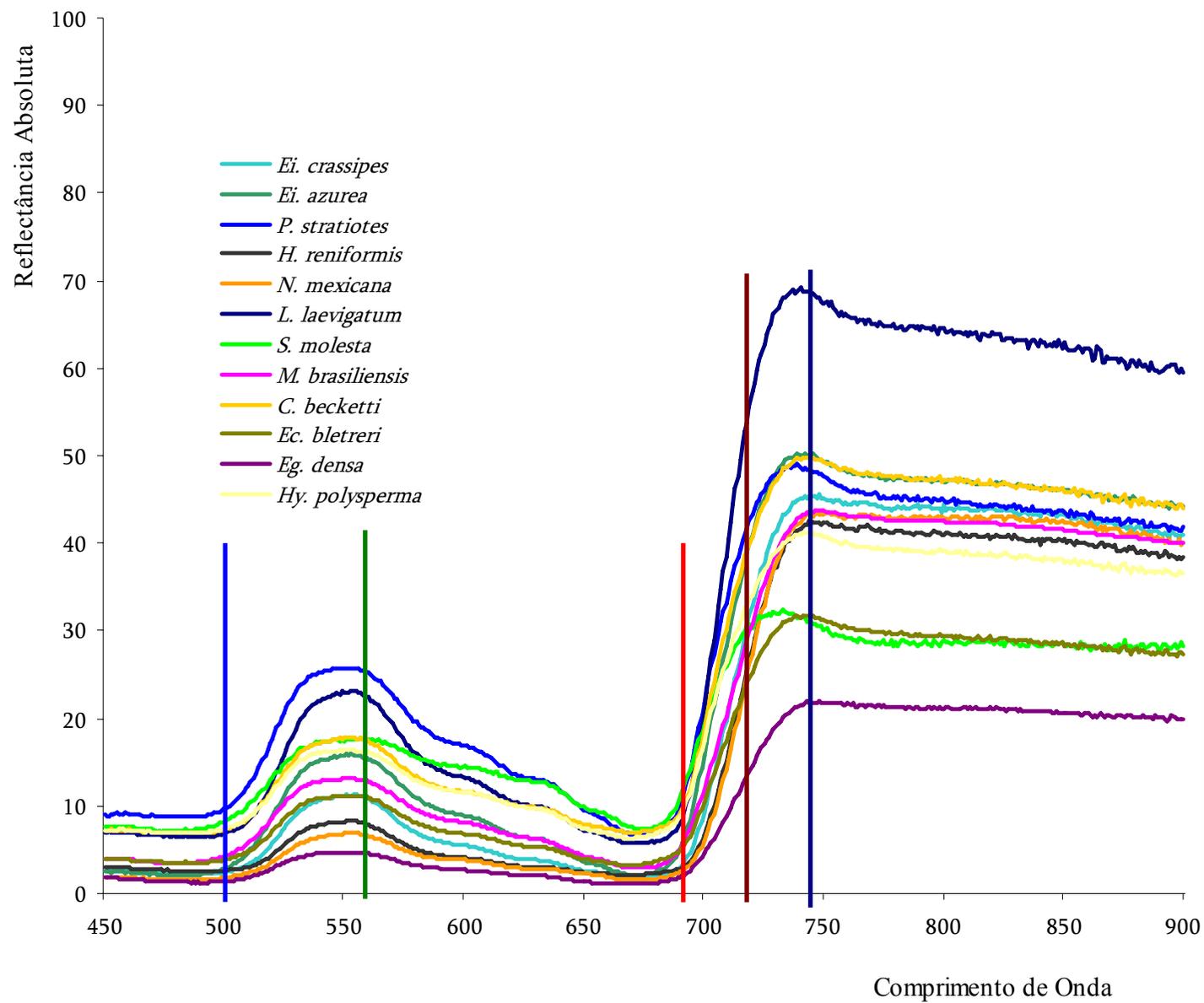
Reflectância Absoluta de macrófitas



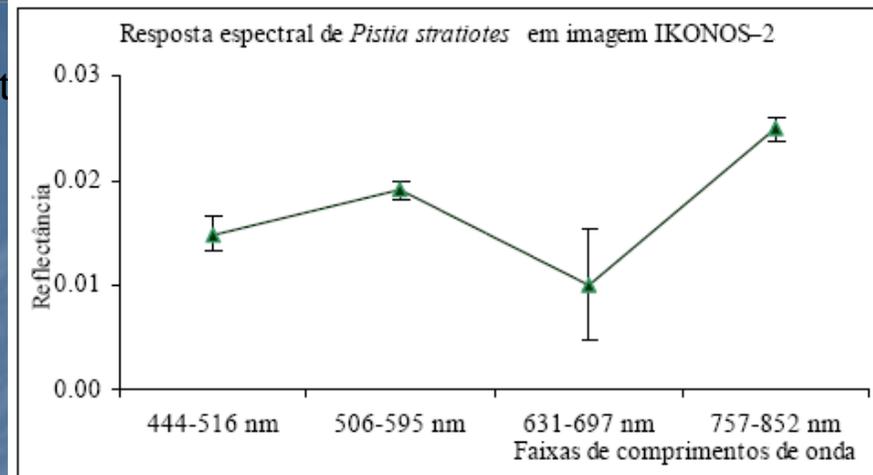
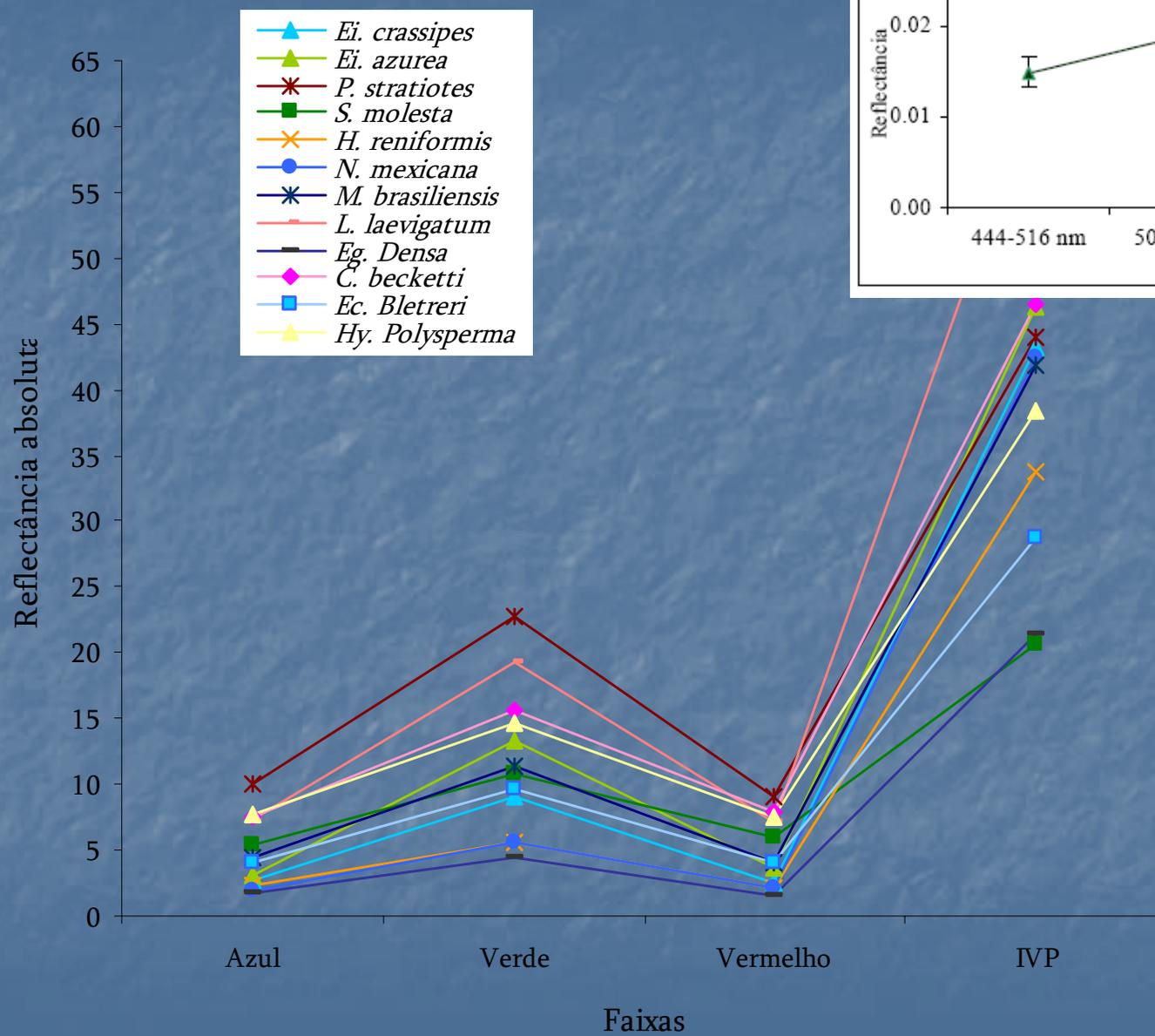
Picos de reflectância em cada faixa

- Azul: mín
- Verde: máx
- Vermelho: mín
- LimVerm: máx
- IVP: máx

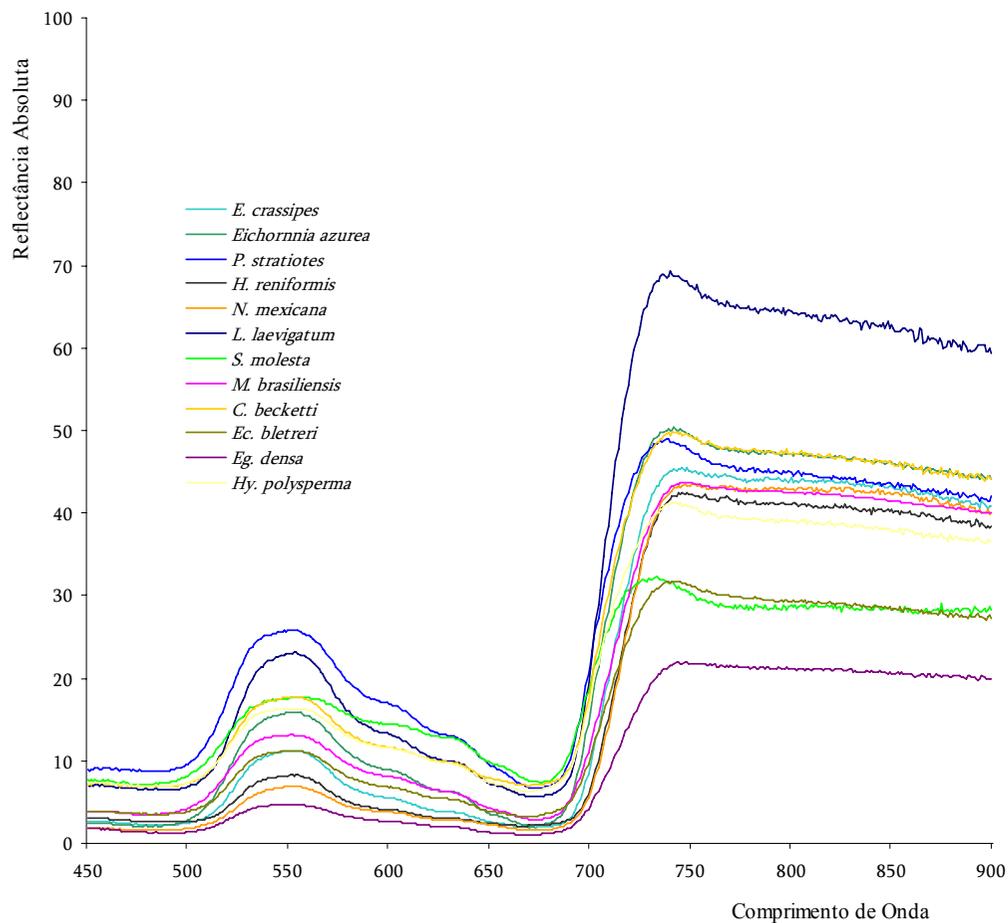
Reflectância Absoluta de macrófitas



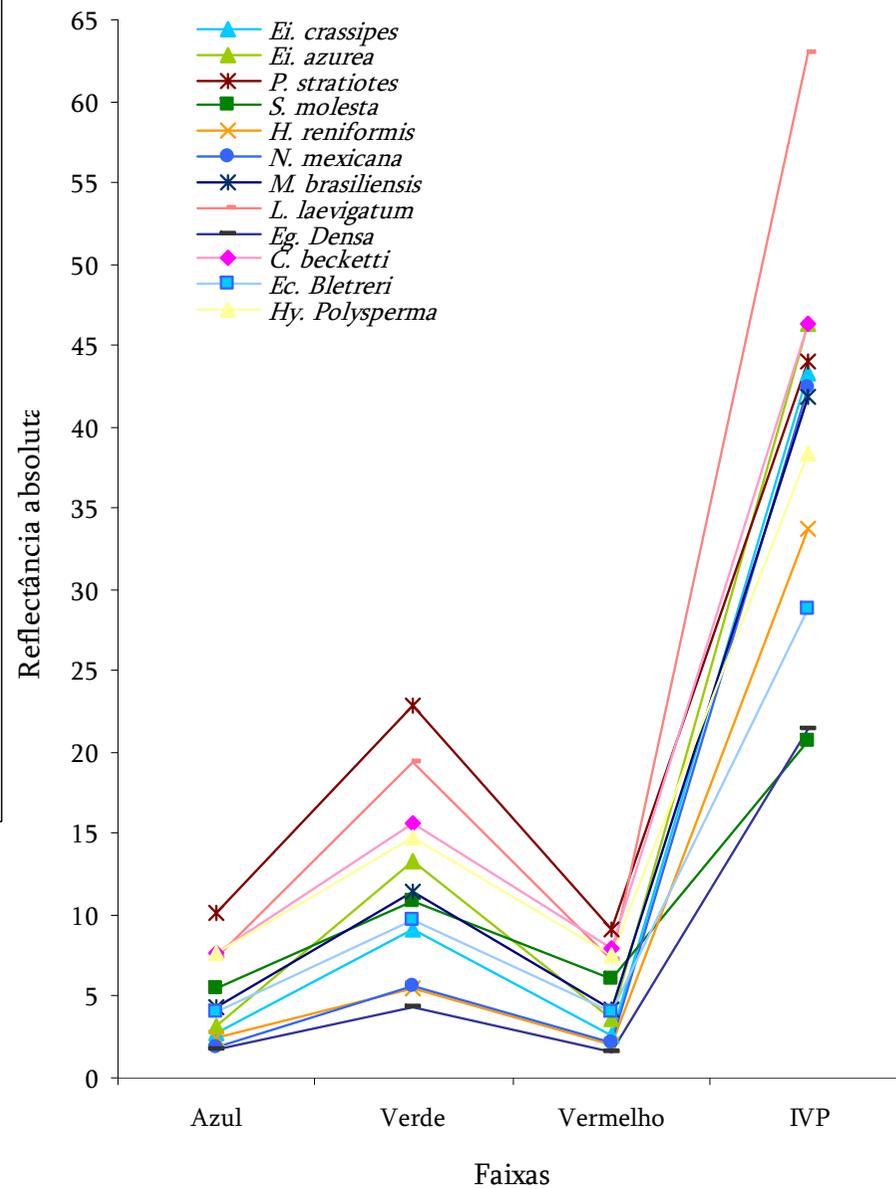
Reflectância média nas Faixas espectrais



Reflectância Absoluta de macrófitas



Reflectância média nas Faixas espectrais



Faixas espectrais do CBERS e do IKONOS

