

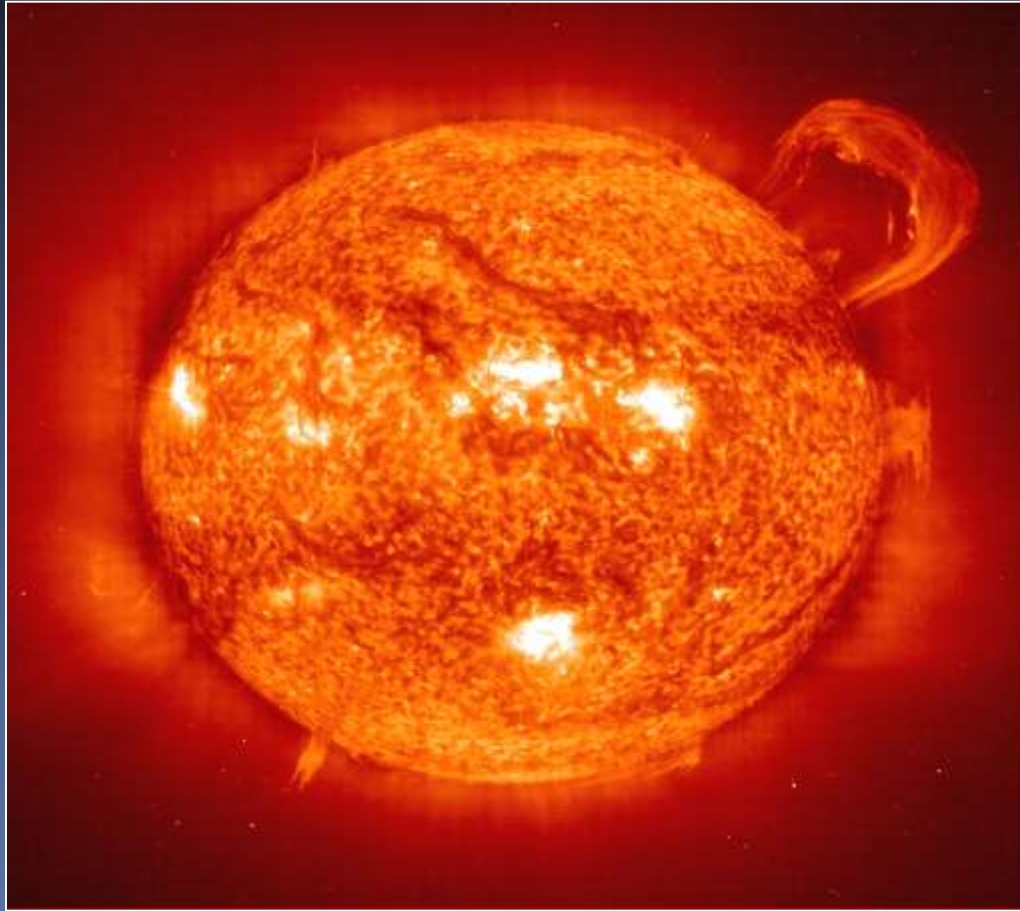


Sensoriamento Remoto Aplicado à Geografia

Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado

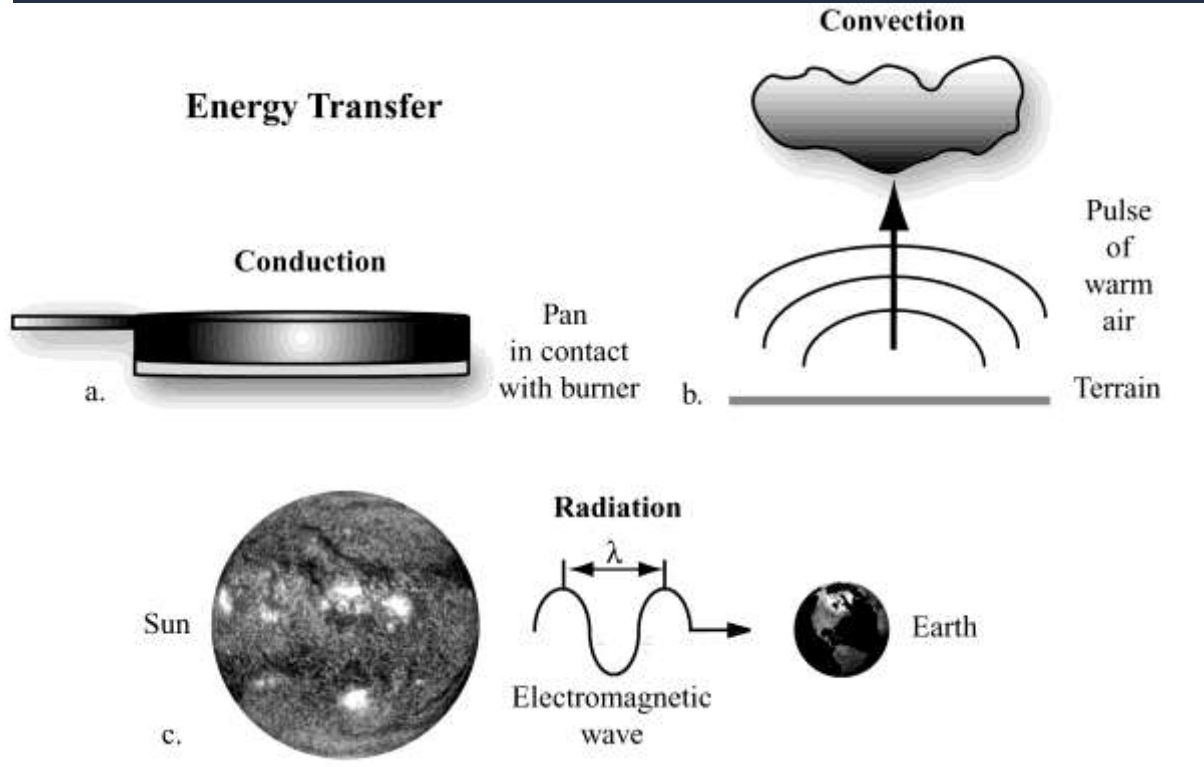


Qual é a nossa principal fonte de energia?



Solar and Heliospheric Observatory (SOHO)
Image of the Sun Obtained on September 14, 1999
Jensen (2006)

Como a energia é transferida?



Condução
Convecção

Ondas
eletromagnéticas

Jensen (2000)

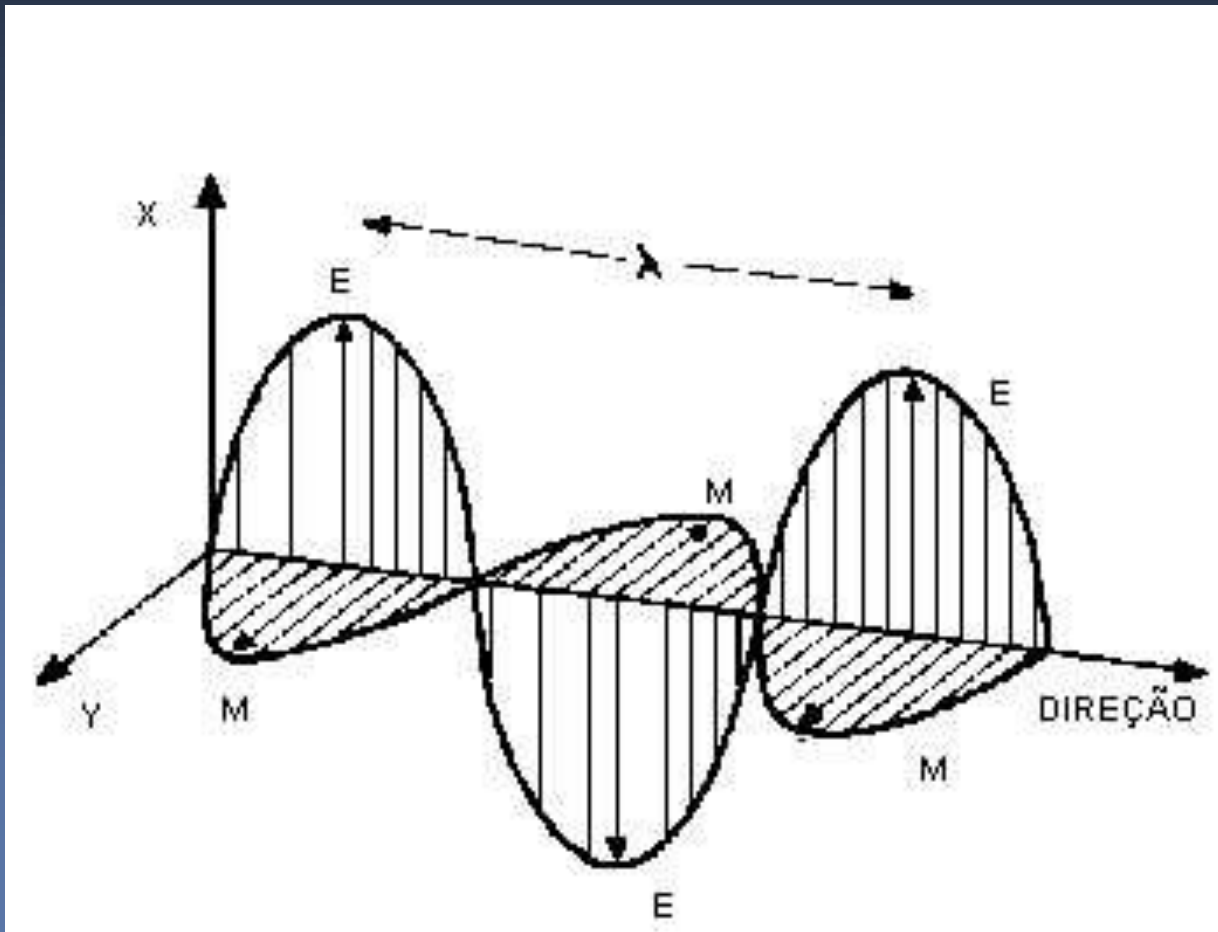


O que é a radiação eletromagnética?

A Radiação electromagnética (**REM**) é uma combinação de um campo elétrico e de um campo magnético que se propagam através do espaço transportando energia .



Onda eletromagnética




$$C = \lambda f$$

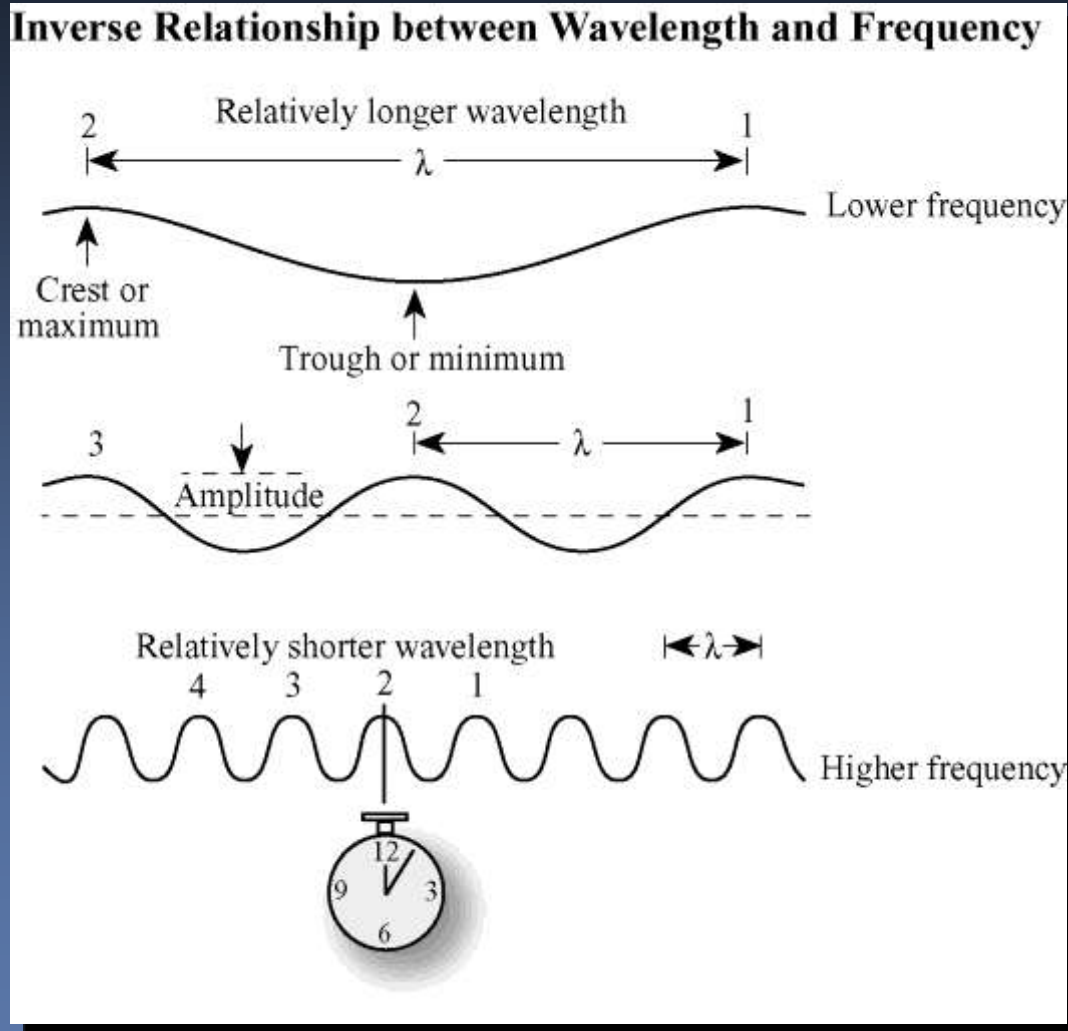
- λ = comprimento de onda (m, mm, μm)
 - f = frequência (em ciclos por segundo ou Hertz)
 - c = velocidade da luz (em m/s)

 - **Comprimento da onda:** distância entre dois picos de ondas sucessivas
 - **Frequência da onda:** número de vezes que a onda se repete por unidade de tempo
 - **Velocidade da Luz:** 300.000 km/s
- 

Relação entre o comprimento e a frequência das ondas eletromagnéticas

- A velocidade (C) da luz é constante.
- O comprimento (λ) e a frequência (f) das ondas é inversamente proporcional:
- Quanto maior o comprimento menor a frequência
- Quanto maior a frequência, menor o comprimento

Comprimento e Frequência das ondas





Spectrum

A palavra espectro (do latim "**spectrum**", que significa **fantasma** ou **aparição**) foi usada por **Isaac Newton**, no século XVII, para descrever a faixa de cores que apareceu quando numa experiência a luz do Sol atravessou um prisma de vidro colocado em sua trajetória.

Atualmente chama-se espectro eletromagnético à faixa de frequências e respectivos comprimentos de ondas que caracterizam os diversos tipos de ondas eletromagnéticas.

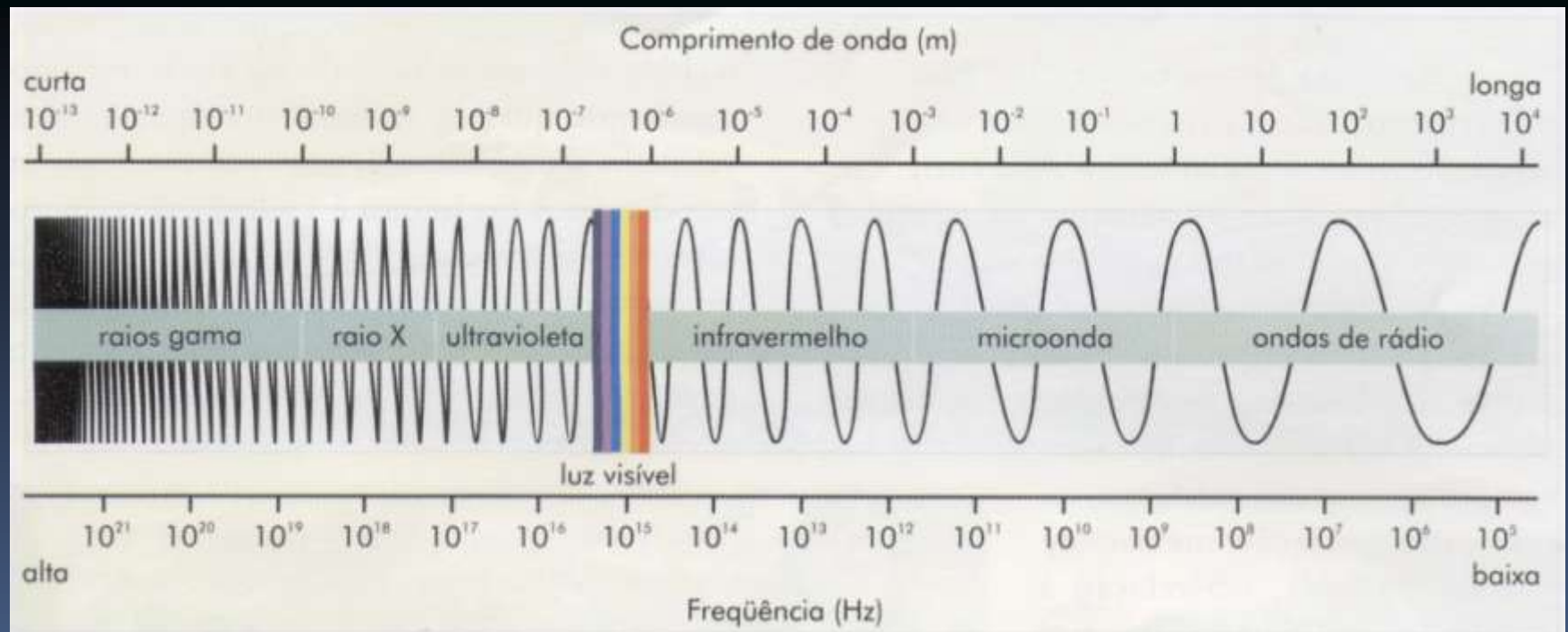


http://www.zaz.com.br/fisicanet/cursos/ondas_eletromagneticas/ondas_eletromagneticas.html

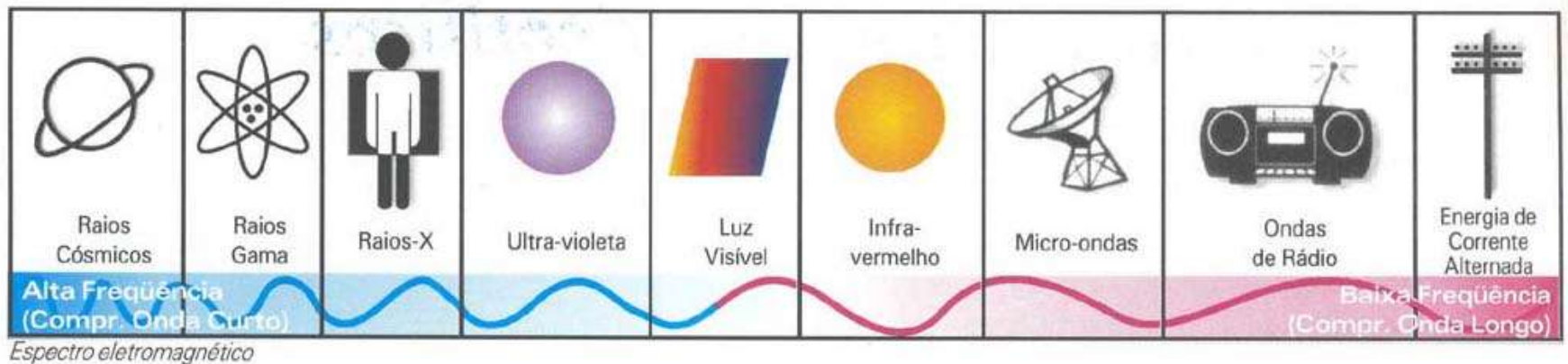
Prisma



<http://lerweb.khlim.be/~infav/breking/4prisma.htm>

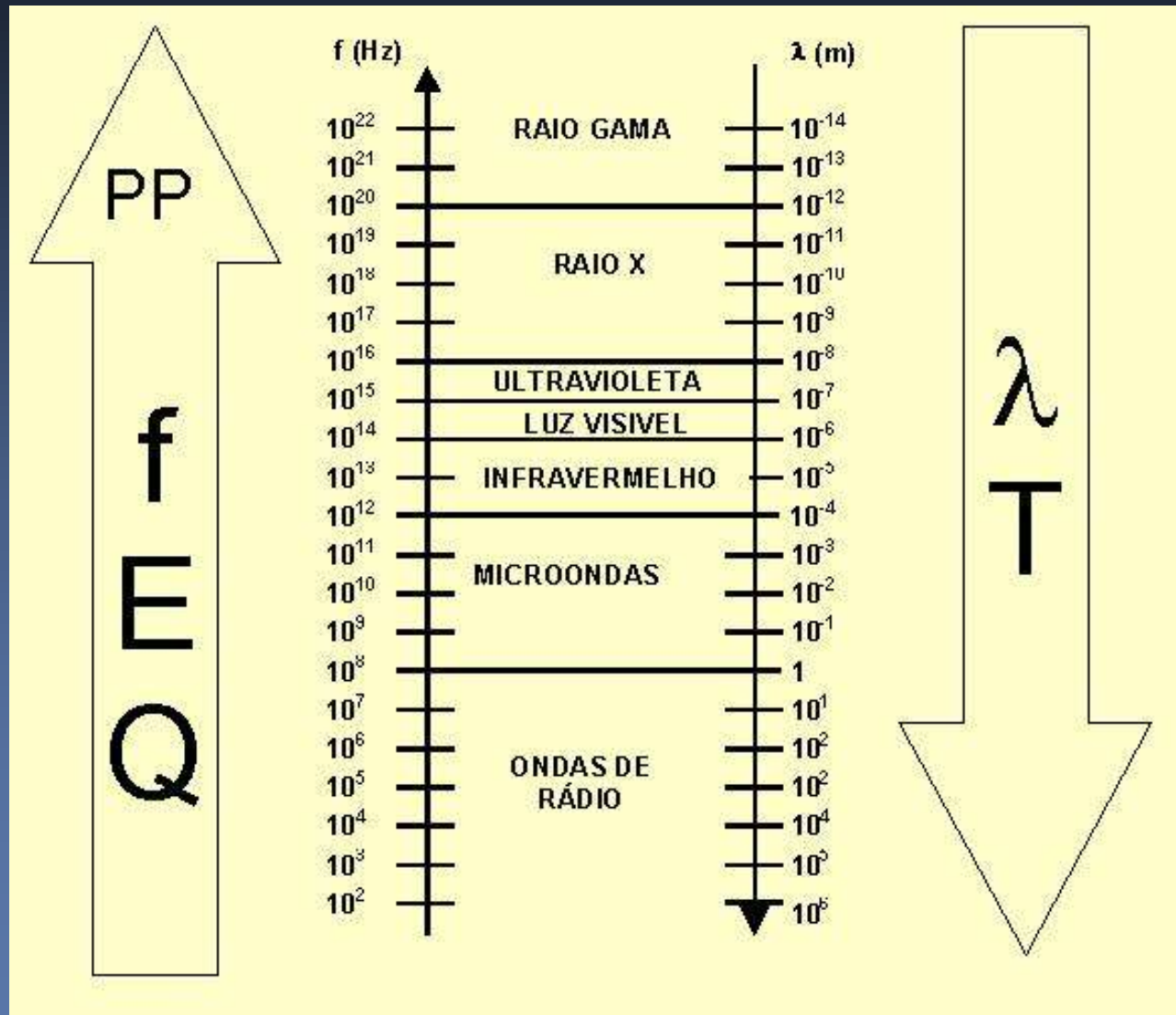


Florenzano (2002)

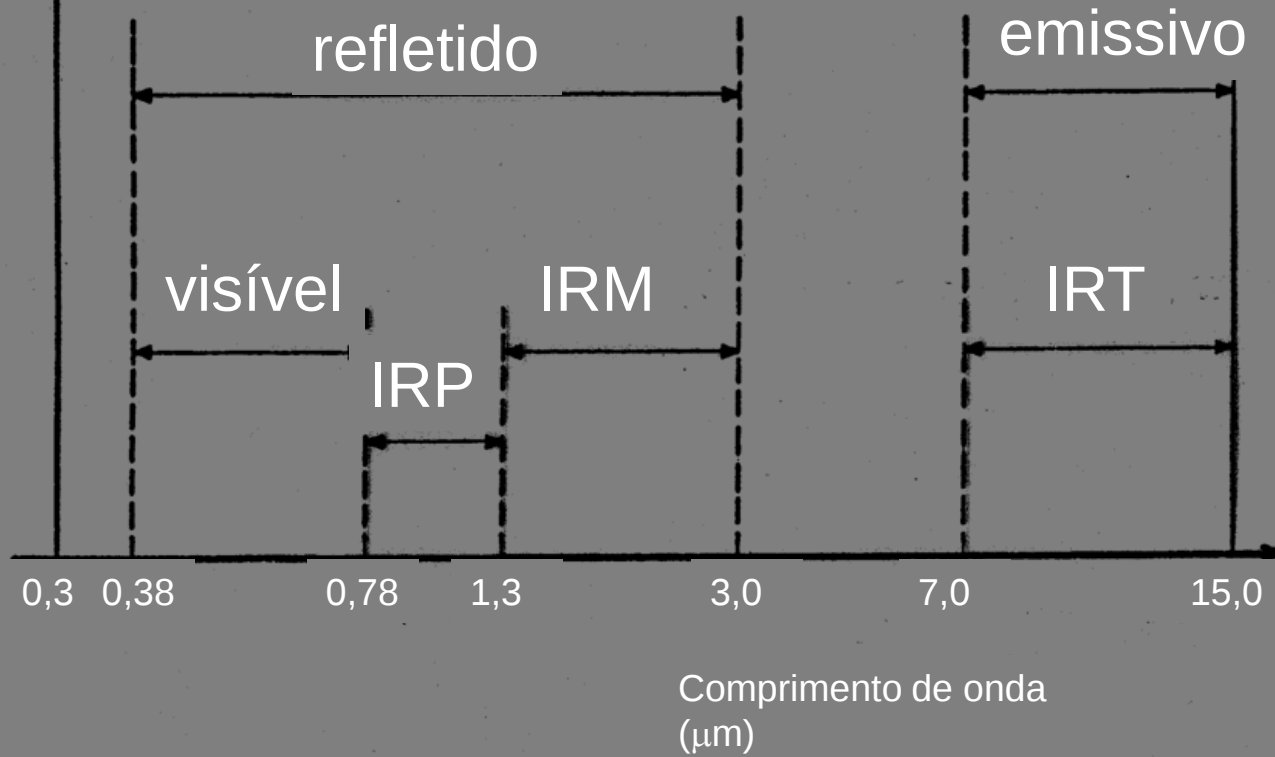


<http://www.cena.usp.br/irradiacao/espectrodeondas.jpg>

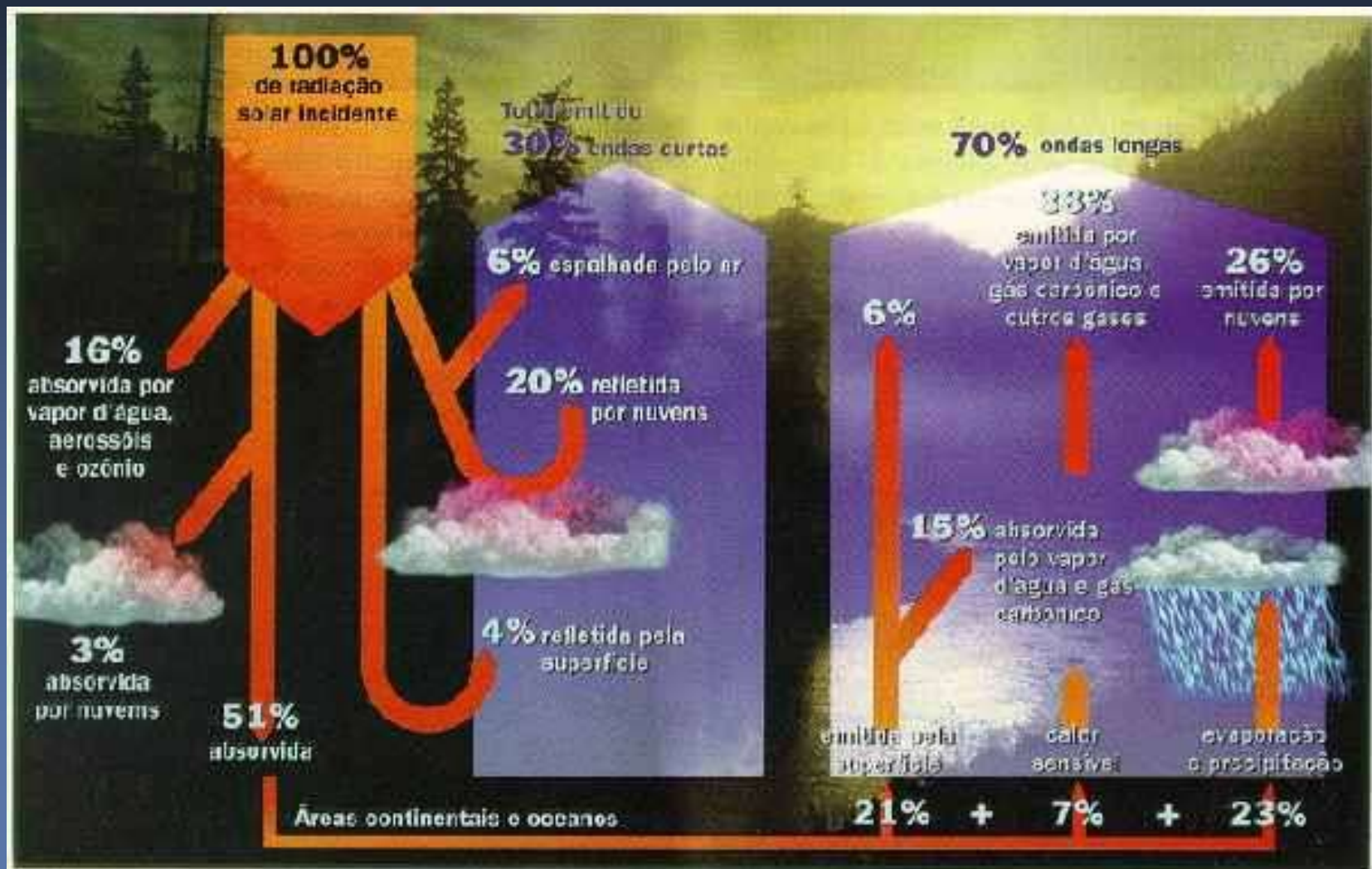
Relação entre o comprimento e a frequência das ondas no espectro eletromagnético



espectro óptico



Balanco de energia no sistema solo-atmosfera (Ciência Hoje)



Energia Eletromagnética

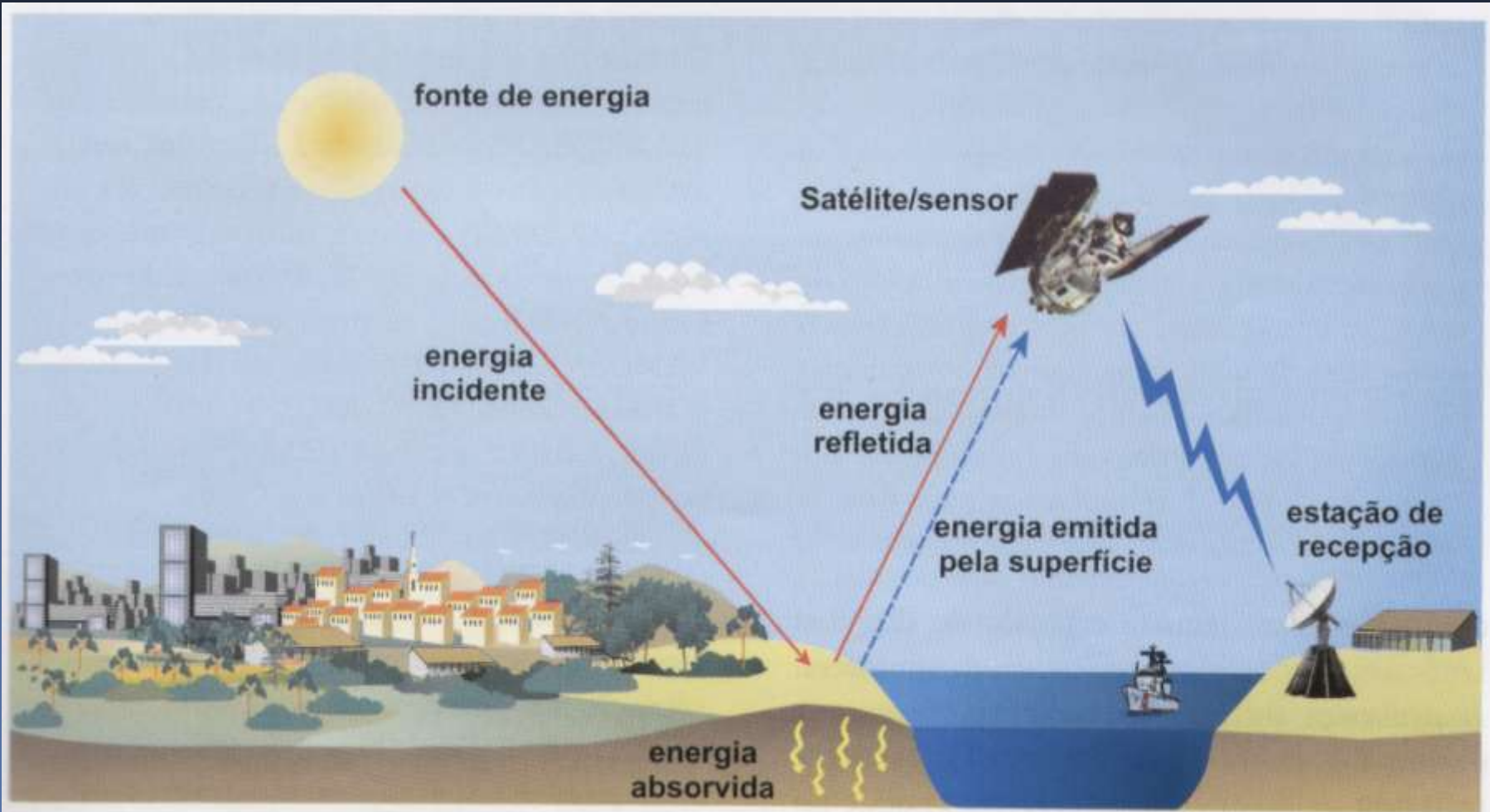
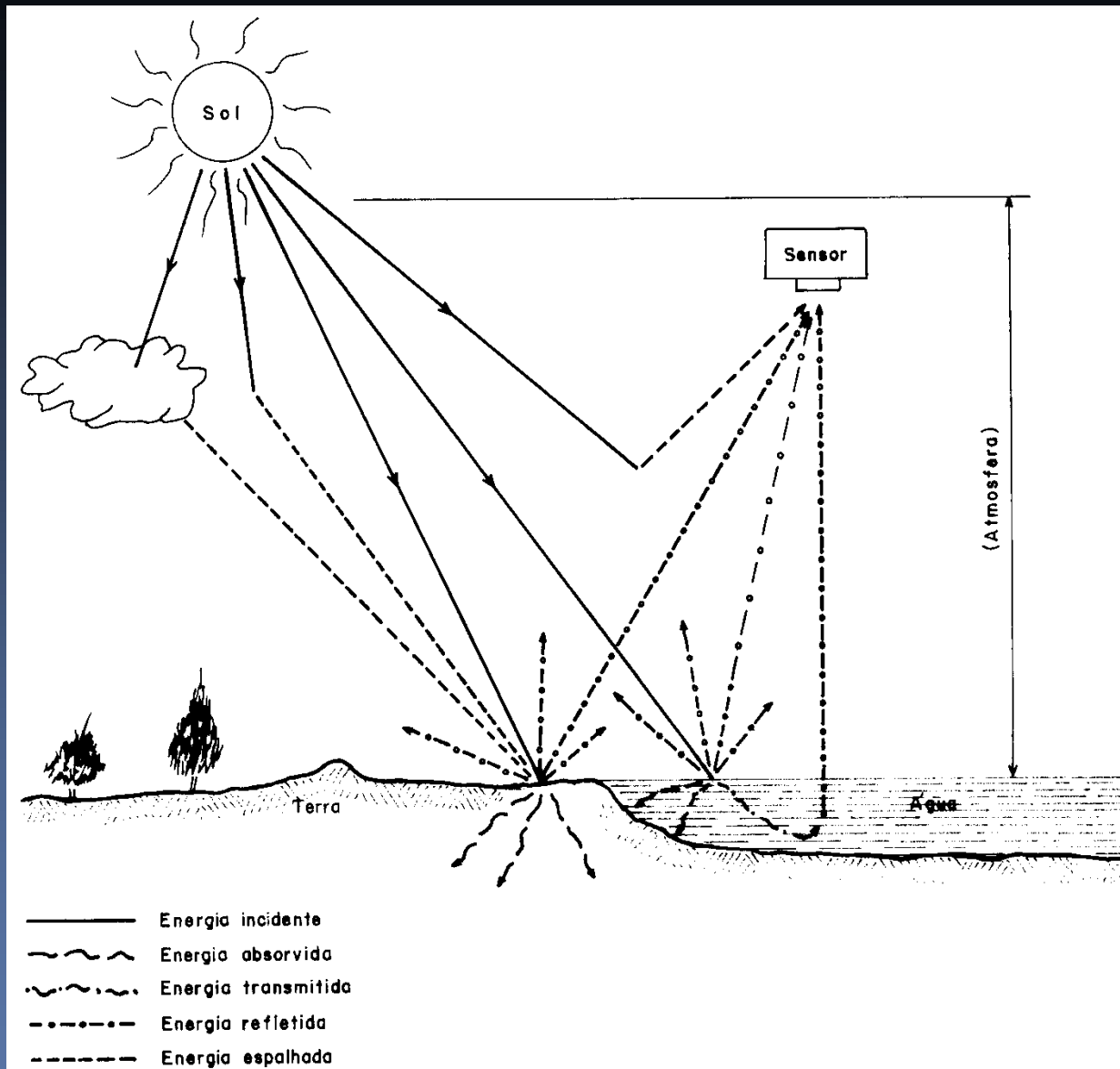


Fig. 1.1 Obtenção de imagens por sensoriamento remoto



Luchiari, Kawakubo e Morato (2005)



Intervalo!



Interação da energia eletromagnética com a atmosfera e com a superfície terrestre

- Energia incidente
 - Energia absorvida
 - Energia transmitida
 - Energia refletida
- 

Reflectância

É a proporção entre o fluxo de radiação eletromagnética incidente numa superfície e o fluxo que é refletido. Formalmente é descrito como:

$$R = Fr / Ft$$

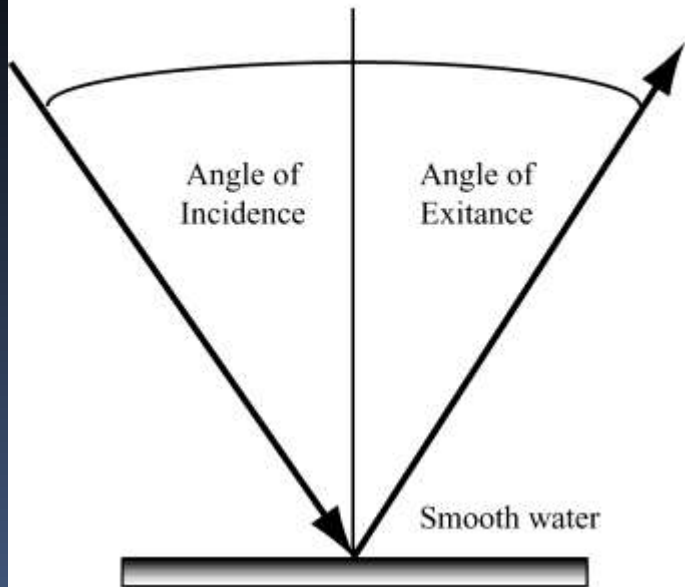
onde:

R: reflectância

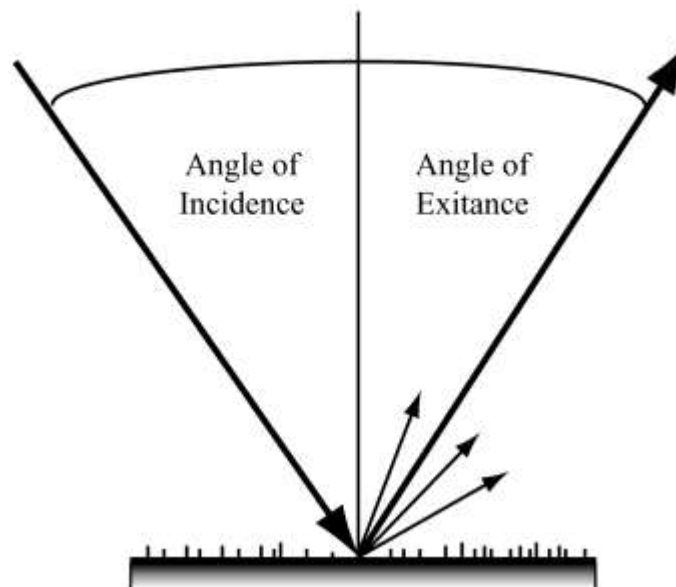
Fr: Fluxo de radiação eletromagnética refletido

Ft: Fluxo de radiação eletromagnética incidente.

Specular versus Diffuse Reflectance



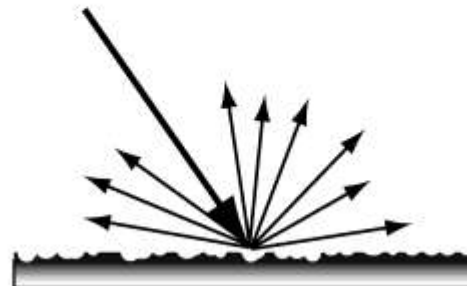
a. Perfect specular reflector.



b. Near-perfect specular reflector.



c. Near-perfect diffuse reflector.



d. Perfect diffuse reflector, or Lambertian surface.

Reflectance

Espalhamento

- Embora a radiação solar incida em linha reta, os gases e aerossóis podem causar seu espalhamento, dispersando-a em todas as direções - para cima, para baixo e para os lados.
- A insolação difusa é constituída de radiação solar que é espalhada ou refletida de volta para a Terra. Esta insolação difusa é responsável pela claridade do céu durante o dia e pela iluminação de áreas que não recebem iluminação direta do sol.

<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-7.html>

Tipos de espalhamento

- Espalhamento Rayleigh
- Espalhamento MIE
- Espalhamento Não-Seletivo

Espalhamento de Rayleigh ou Molecular

- O **espalhamento Rayleigh** ocorre quando as partículas presentes na atmosfera são muito menores que os comprimentos de onda da radiação. Moléculas de nitrogênio ou oxigênio e pequenas partículas de poeira podem causar o espalhamento de Rayleigh. Este tipo de espalhamento afeta principalmente os pequenos comprimentos de onda e ocorrem predominantemente no topo da atmosfera.

Por que o céu é azul?

- O fato do céu parecer “azul” durante o dia é devido a este fenômeno. Como a luz do sol passa pela atmosfera, os pequenos comprimentos de onda (isto é o azul) do espectro visível são espalhados mais que os comprimentos de onda
- maiores da porção visível do espectro eletromagnético. No nascente e poente do sol a luz viaja um caminho maior pela atmosfera comparada com o meio dia e o espalhamento dos pequenos comprimentos de onda é mais completo.

Espalhamento MIE

- O **espalhamento Mie** ocorre quando as partículas presentes na atmosfera são do exato tamanho do comprimento de onda da radiação. Poeira, fumaça e vapor d'água são as causas comuns do espalhamento MIE que tende afetar os longos comprimentos de onda. O espalhamento MIE ocorre nas porções mais baixas da atmosfera onde as grandes partículas são abundantes.

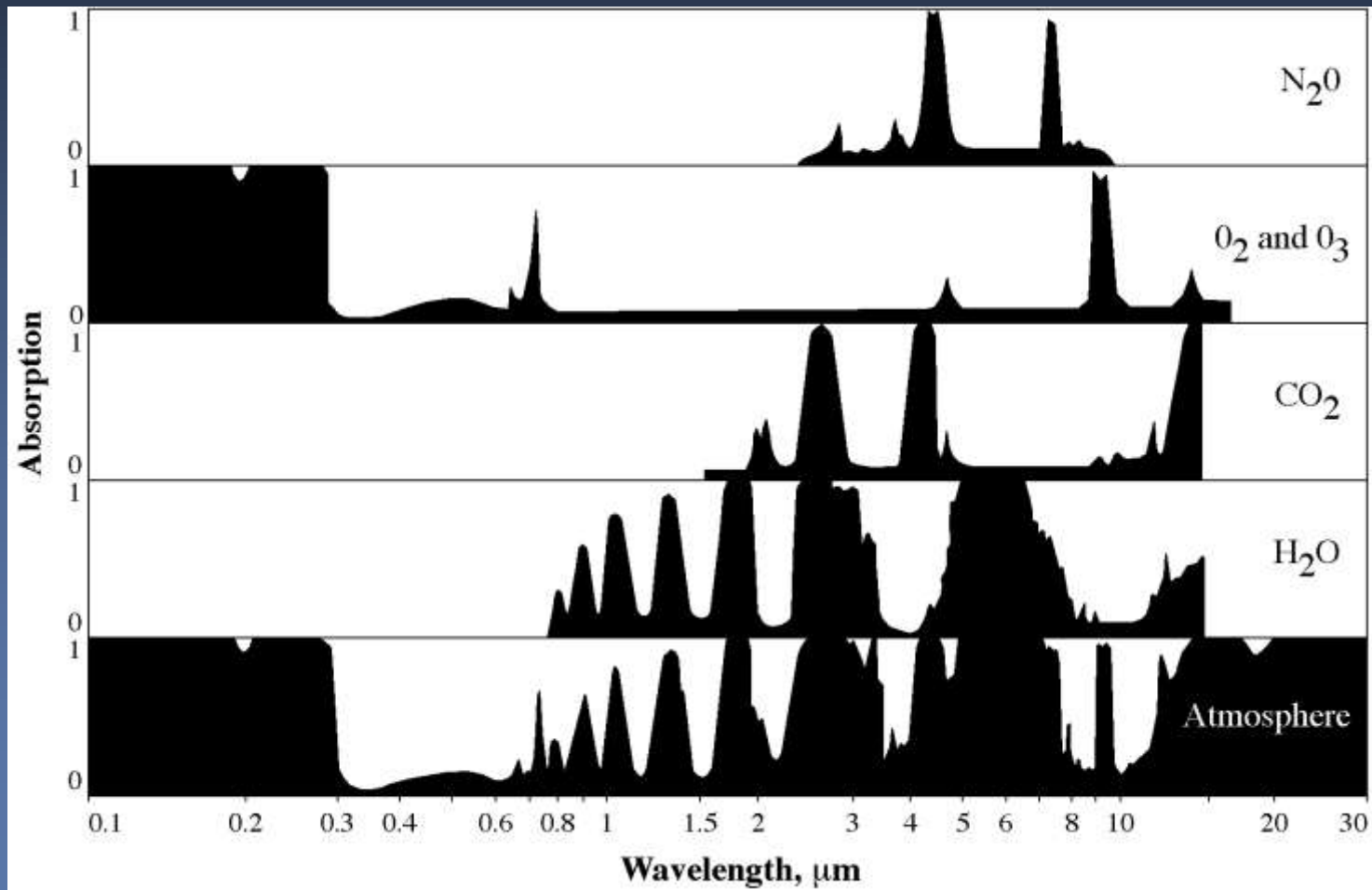
Espalhamento Não-Seletoivo

- O **espalhamento não-seletivo** ocorre quando as partículas presentes na atmosfera são muito maiores que o comprimento de onda da radiação. Gotas d'água e grandes partículas de poeira podem causar este tipo de espalhamento. O espalhamento não-seletivo possui este nome pelo fato de todos os comprimentos de ondas serem igualmente espalhados. Este tipo de espalhamento é causado por nevoeiro e nuvens, e causa o aparecimento da cor branca pois as luzes verde, vermelho e azul são espalhadas em quantidades aproximadamente iguais.

Absorção

- O espalhamento e a reflexão simplesmente mudam a direção da radiação. Contudo, através da absorção, a radiação é convertida em calor. Quando uma molécula de gás absorve radiação esta energia é transformada em movimento molecular interno, detectável como aumento de temperatura.

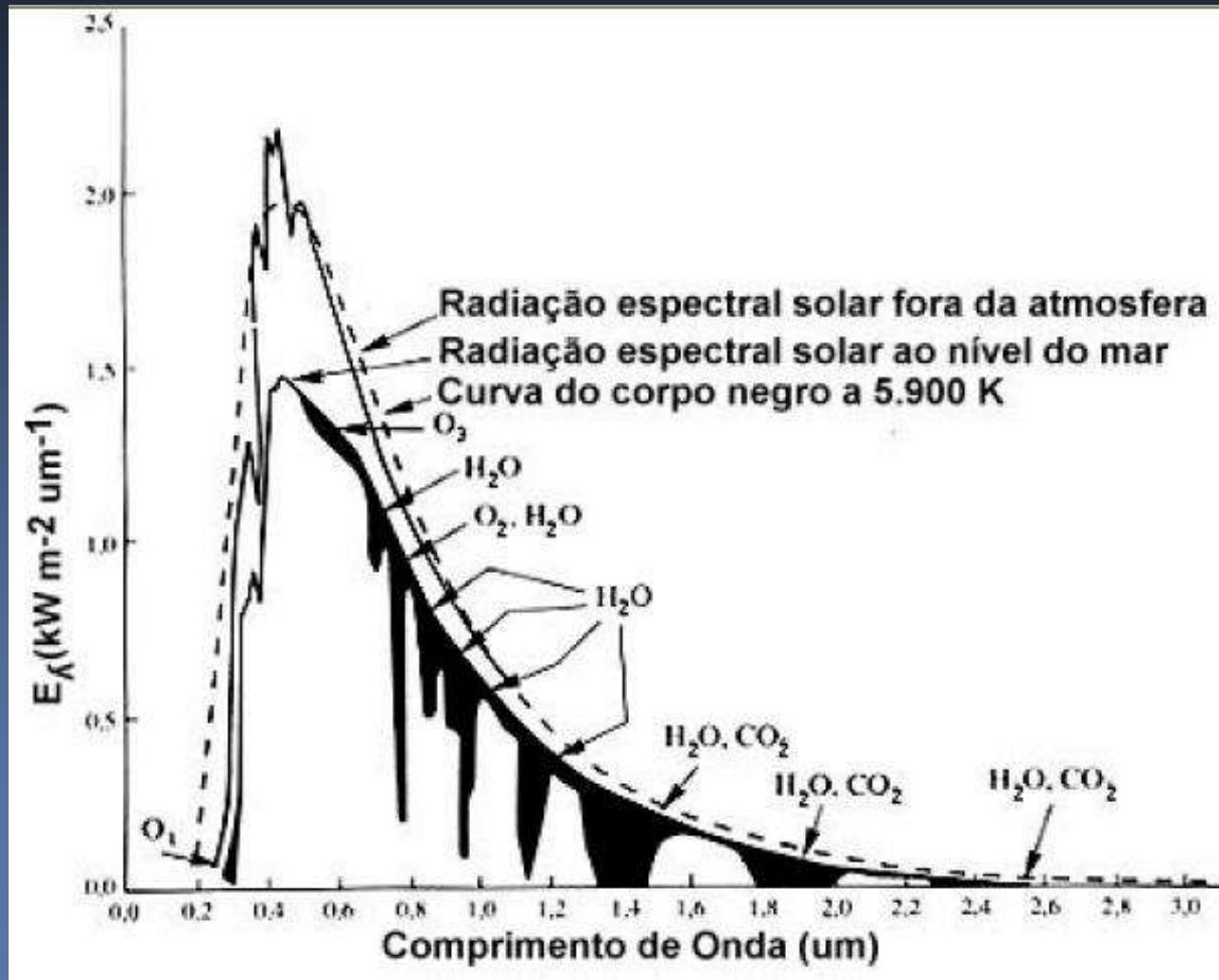
Absorção da energia eletromagnética incidente do Sol na região 0.1 a 30 μm por vários gases atmosféricos (Jensen, 2000)



Transmissão

- O grau de transmissão, ou transmissividade, representa a capacidade das ondas eletromagnéticas em penetrarem a atmosfera.

Transmitância Atmosférica



Janelas Atmosféricas

- São regiões do espectro eletromagnético onde a atmosfera é transmissiva a energia eletromagnética.

Como projetar um sensor?

- A faixa espectral de operação dos sensores a bordo dos satélites é planejada para trabalhar nos comprimentos de onda onde haja menor absorção atmosférica, ou seja, que permitam a passagem da energia refletida pelo alvo de volta até o sensor. Esses comprimentos de onda são denominados de *janelas atmosféricas*.

Lançamento do Landsat 8.
11 de fevereiro de 2013.
Continuidade da missão.





2013-02-11 18:11:48

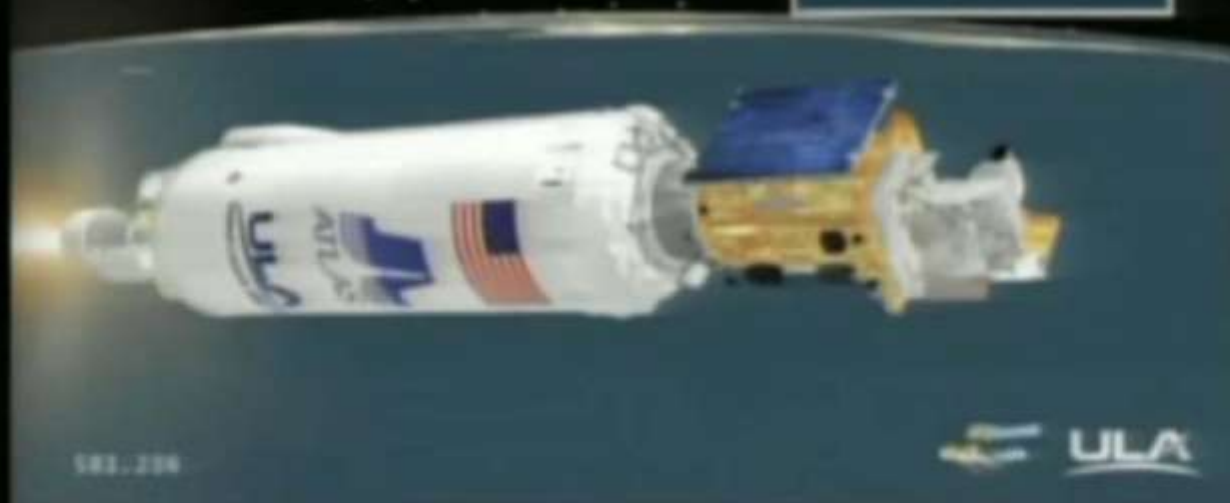
dv035 Range Parameters

Altitude (mi):	200.8
Velocity (mi/hr):	12978.4
Acceleration (ft/sec ²):	0.0
Down-range (mi):	1168.8
Flight Azimuth (deg):	190.9

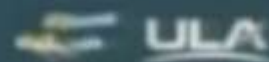
STATUS: LIVE TLM DATA



HD



582.204



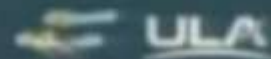
2013-02-11 18:19:47

sv035 Orbital Parameters TLE
Apogee Altitude (km): 374.39
Perigee Altitude (km): 89.73
Altitude (km): 112.98
Eccentricity: 0.028719
Inclination (deg): 92.652
RAAN (deg): 109.634
Arg of Perigee (deg): 724.976

STATUS: LIVE TLM DATA



HD



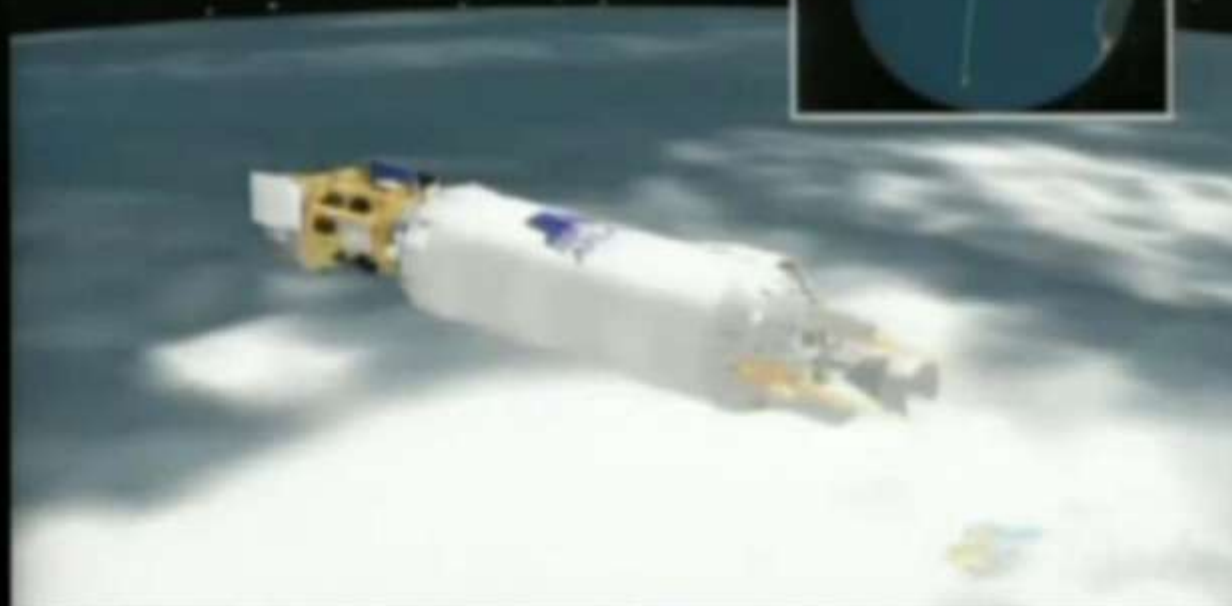
2013-02-11 18:23:05

av035 Orbital Parameters TLM:
Apogee Altitude (km): 369.750
Perigee Altitude (km): 89.19
Altitude (km): 99.98
eccentricity: 0.038156
Inclination (deg): 92.656
RAAN (deg): 109.635
Arg of Perigee (deg): 225.692

STATUS: LIVE TLM DATA



HD



2013-02-11 18:25:10

av025 Orbital Parameters TIME
Apogee Altitude (nm): 346.97
Perigee Altitude (nm): 89.04
Altitude (nm): 95.71
Eccentricity: 0.087715
Inclination (deg): 92.657
RAAN (deg): 109.635
Arg of Perigee (deg): 226.004

STATUS: LIVE TLM DATA



HD



2013-02-11 18:26:46

av035 Orbital Parameters TIME
Apogee Altitude (nm): 363.14
Perigee Altitude (nm): 89.02
Altitude (nm): 194.52
Eccentricity: 0.017346
Inclination (deg): 92.657
RAAN (deg): 109.636
Arg of Perigee (deg): 226.087

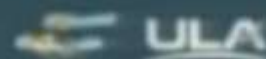
STATUS: LIVE TLM DATA



HD



1479.899



2013-02-11 18:27:50

av035 Orbital Parameters TENC
Apogee Altitude (nm): 361.18
Perigee Altitude (nm): 89.03
Altitude (nm): 64.72
Eccentricity: 0.037088
Inclination(deg): 32.658
RAAN(deg): 109.636
Arg of Perigee(deg): 226.960

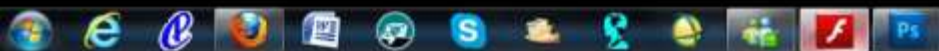
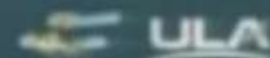
STATUS: LIVE TLM DATA



HD



1543.818



2013-02-11 19:14:01

av035 Orbital Parameters TERC
Apogee Altitude (km): 364.98
Perigee Altitude (km): 246.90
Altitude (km): 370.34
Eccentricity: 0.015727
Inclination (deg): 96.589
RAAN (deg): 113.118
Arg of Perigee (deg): 226.448

STATUS: LIVE TLM DATA



HD



4214.007

ULA

2013-02-11 19:15:33

av035 Orbital Parameters TENC
Apogee Altitude (nm): 364.98
Perigee Altitude (nm): 359.99
Altitude (nm): 371.50
Eccentricity: 0.000656
Inclination (deg): 98.725
RAAN (deg): 114.757
Arg of Perigee (deg): 274.934

STATUS: LIVE TLM DATA



HD



2013-02-11 19:17:38

av035 Orbital Parameters TERC
Apogee Altitude (nm): 365.00
Perigee Altitude (nm): 358.25
Altitude (nm): 372.98
Eccentricity: 0.000887
Inclination (deg): 98.228
RAAN (deg): 114.761
Arg of Perigee (deg): 240.668

STATUS: LIVE TLM DATA

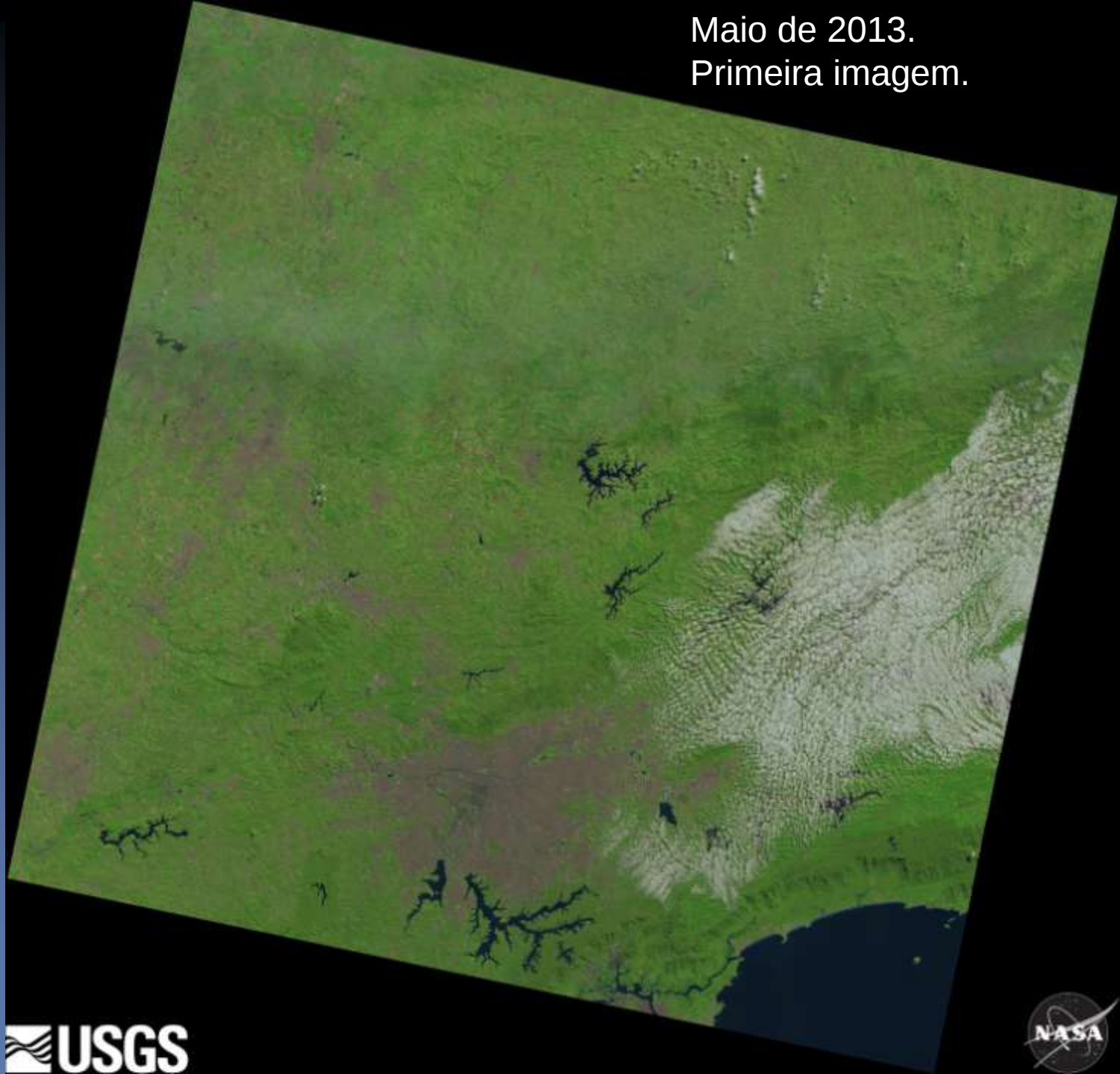


HD





Maio de 2013.
Primeira imagem.



Junho de 2013.
Segunda imagem.

