



Aula 1 - Sensoriamento Remoto: evolução histórica e princípios físicos



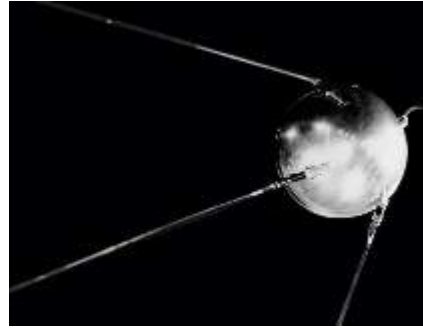
O que é SR?????

Forma de obter informações de um objeto ou alvo sem que haja contato físico com o mesmo. As informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética geradas por fontes naturais como Sol e a Terra, ou por fontes artificiais, o Radar (ROSA, 2009).

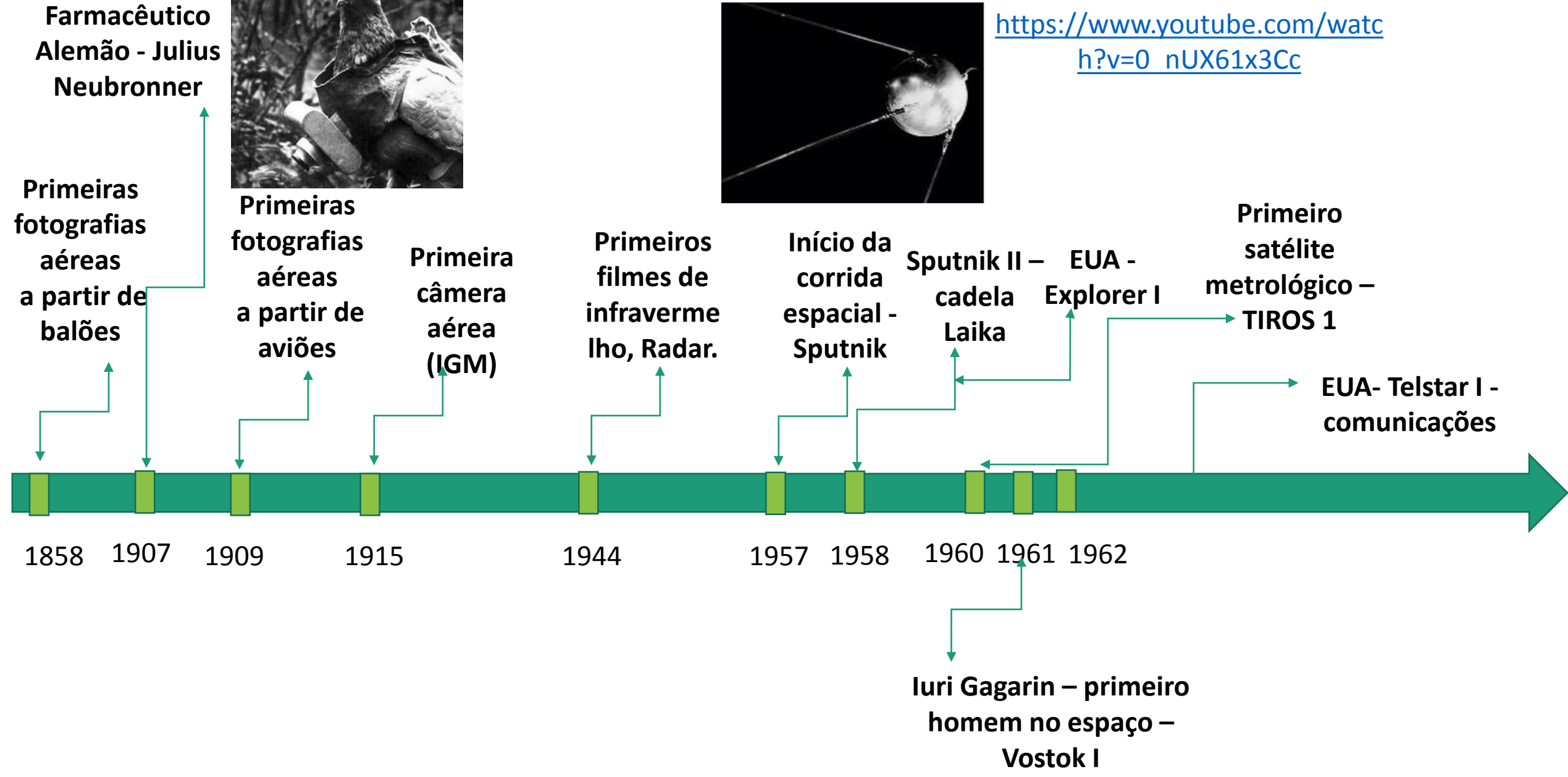
Evolução histórica do SR



Primeiras fotografias aéreas a partir de aviões



https://www.youtube.com/watch?v=0_nUX61x3Cc



Evolução histórica do SR

**Apollo 9 –
Primeiro
experimento
multi-
espectral**

**ERTS –
Landsat 1**

Landsat 4

Landsat 5

**SPOT 1 -
França**

**IKONOS –
alta
resolução**

**CBERS 1 –
Brasil e
China**

Quickbird I

CBERS 2

RapidEye

Landsat 8

CBERS 4

1969

1972

1982

1984

1986

1997

1999

2000

2003

2008

2013

2014



1969

1972

1982

1984

1986

1997

1999

2000

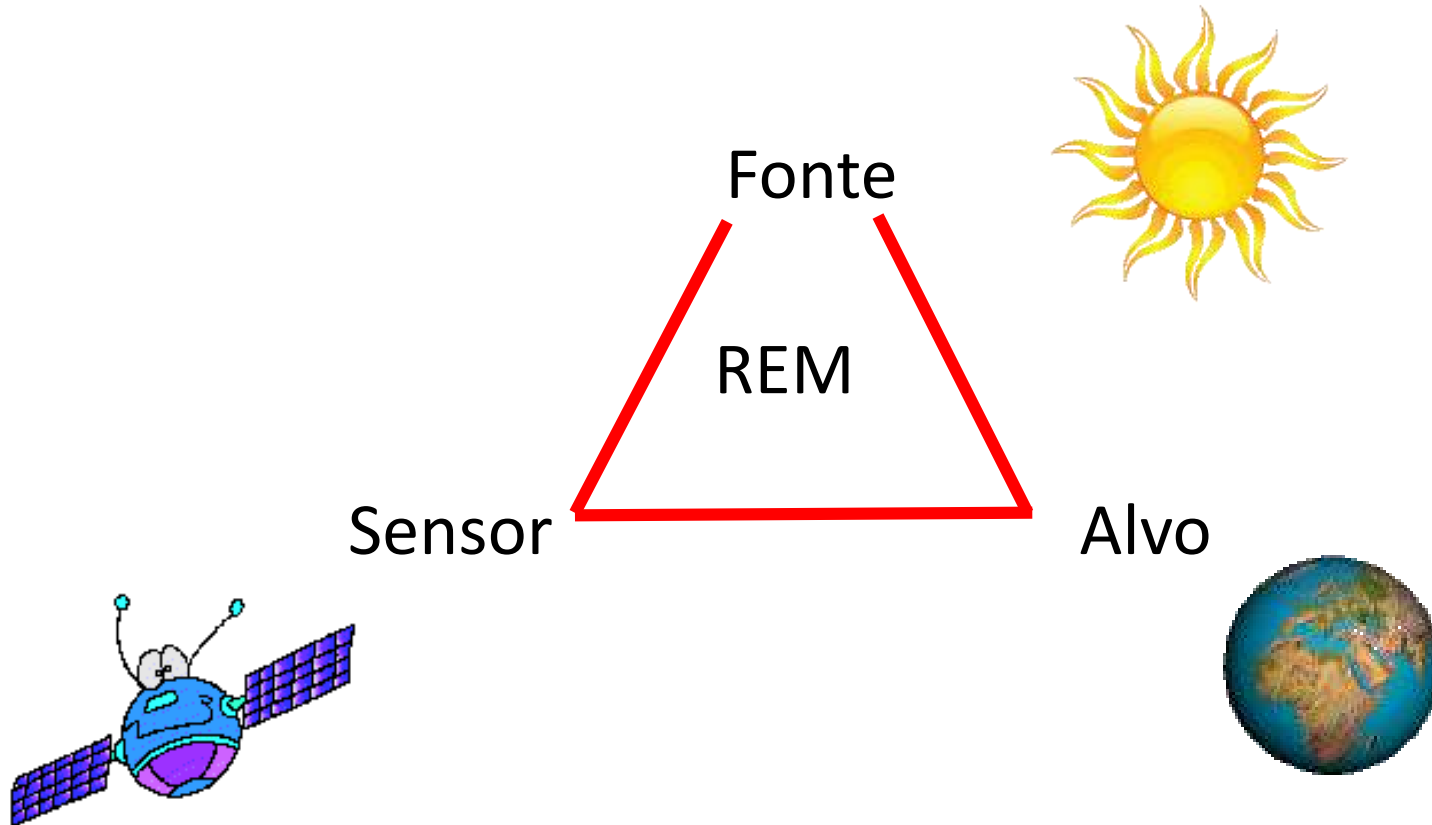
2003

2008

2013

2014

Sensoriamento Remoto



Então, o que é radiação?
Processo de transferência **de energia**.

Radiação eletromagnética?
Energia solar que se propaga no vácuo na velocidade da luz (300.000 Km/s).

Dois modelos ou teorias:
Ondulatório e Corpuscular.

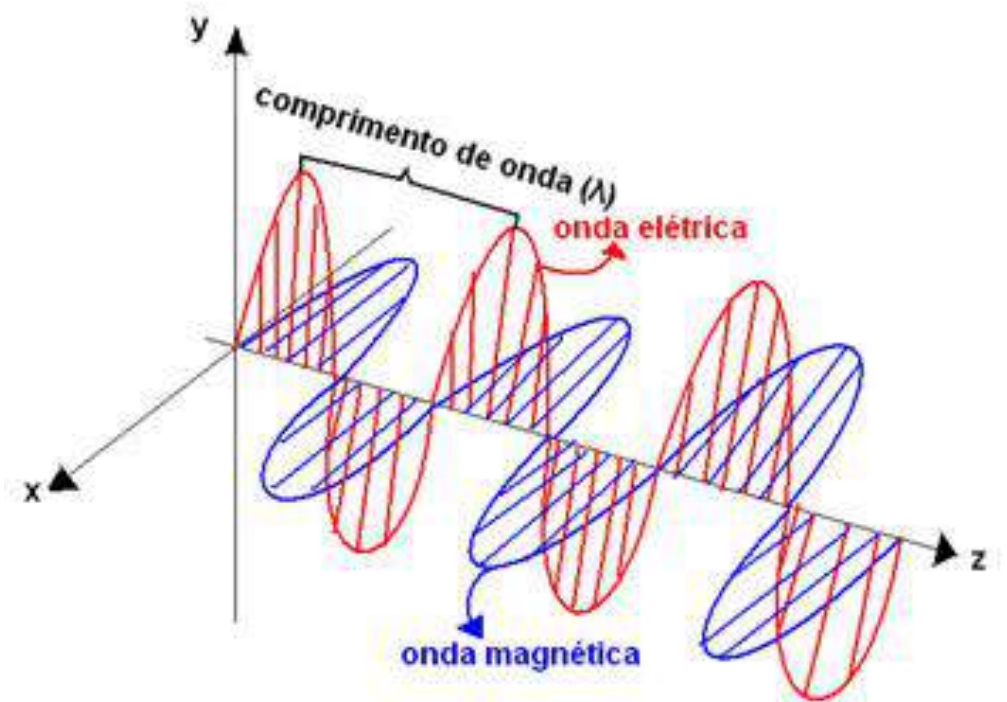
Princípios físicos: Radiação eletromagnética

- O fluxo de radiação eletromagnética, ao se propagar pelo espaço, pode interagir com a superfície ou objetos, sendo por estes **absorvido, refletido, ou reemitido**.
- A principais fontes de REM no Sensoriamento Remoto são: Sol e a Terra.
- Existem duas teorias que explicam a REM, a ondulatória e a corpuscular.

Modelo ondulatório e REM

- A REM corresponde a toda forma de energia que se propaga na velocidade da luz na forma de ondas.
- Uma onda eletromagnética é composta por dois campos, um elétrico e outro magnético, simultâneos e dinâmicos, que vibram perpendicularmente na direção de propagação.

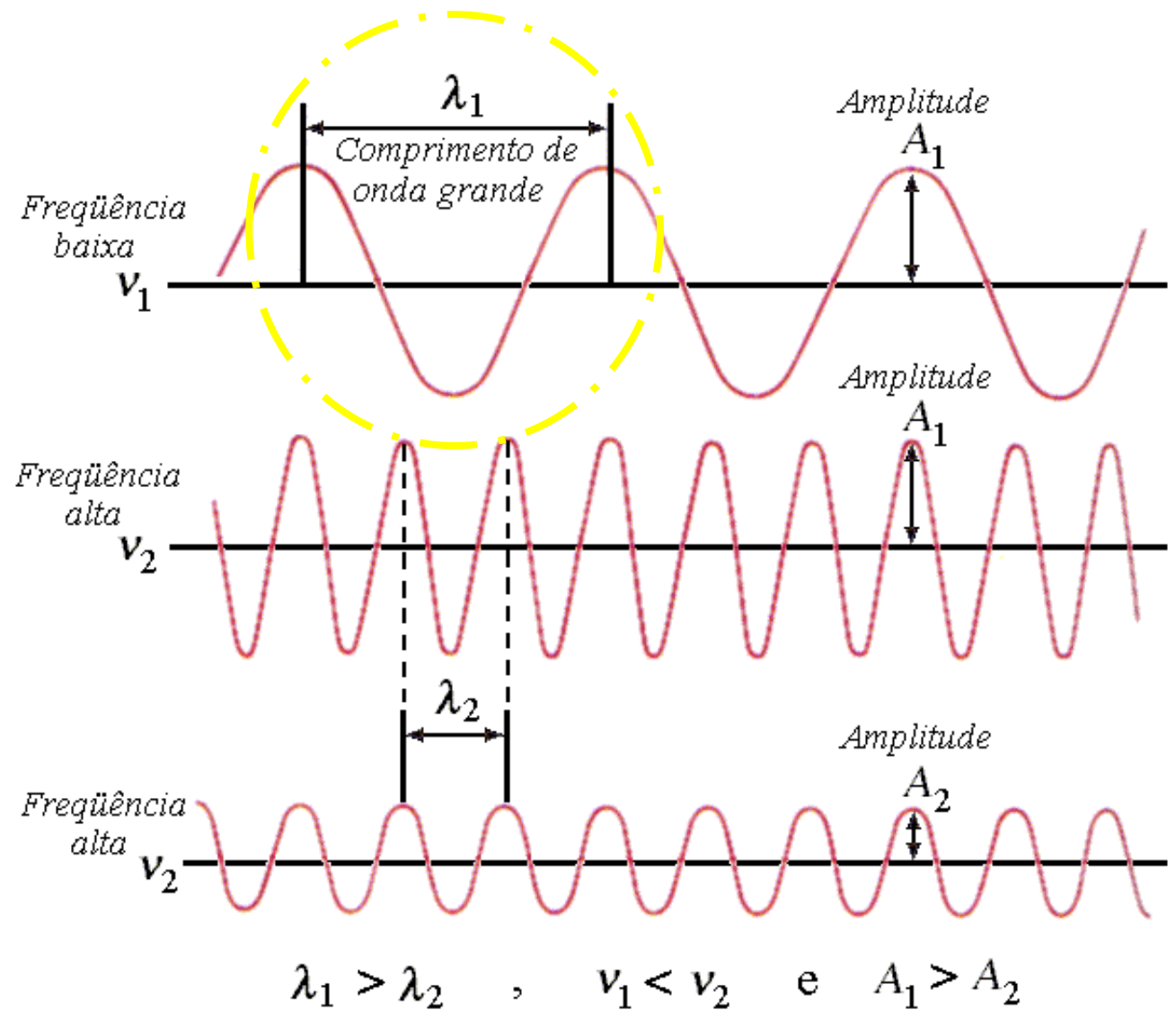
James Maxwell em 1864



Modelo ondulatório e REM

- Comprimento de onda (λ): distância entre dois máximos sucessivos.
- Frequência: nº de ondas que passa por um ponto do espaço num determinado tempo.

$$\lambda = c/v$$



Comprimento de onda (λ)

Quilômetro (km)	1.000 m
Metro (m)	1,0 m
Centímetro (cm)	0,01 m = 10^{-2} m
Milímetro (mm)	0,1 m = 10^{-3} m
Micrômetro (μm)	0,000001 m = 10^{-6} m
Nanômetro (nm)	0,000000001 m = 10^{-9} m
Angstrom (Å)	0,0000000001 m = 10^{-10} m

Frequência (ciclos por segundo)

Hertz (Hz)	1
Quilohertz (kHz)	1.000 = 10^3
Megahertz (MHz)	1.000.000 = 10^6
Gigahertz (GHz)	1.000.000.000 = 10^9

Modelo corpuscular

- Quando a radiação eletromagnética é emitida ou absorvida, ocorre uma transferência permanente de energia no objeto emissor ou no meio absorvente. Para descrever esse fenômeno, é necessário entender a radiação eletromagnética não como ondas mas sim como uma corrente de partículas discretas chamadas FÓTONS (pacotes de energia).

Planck (1900).

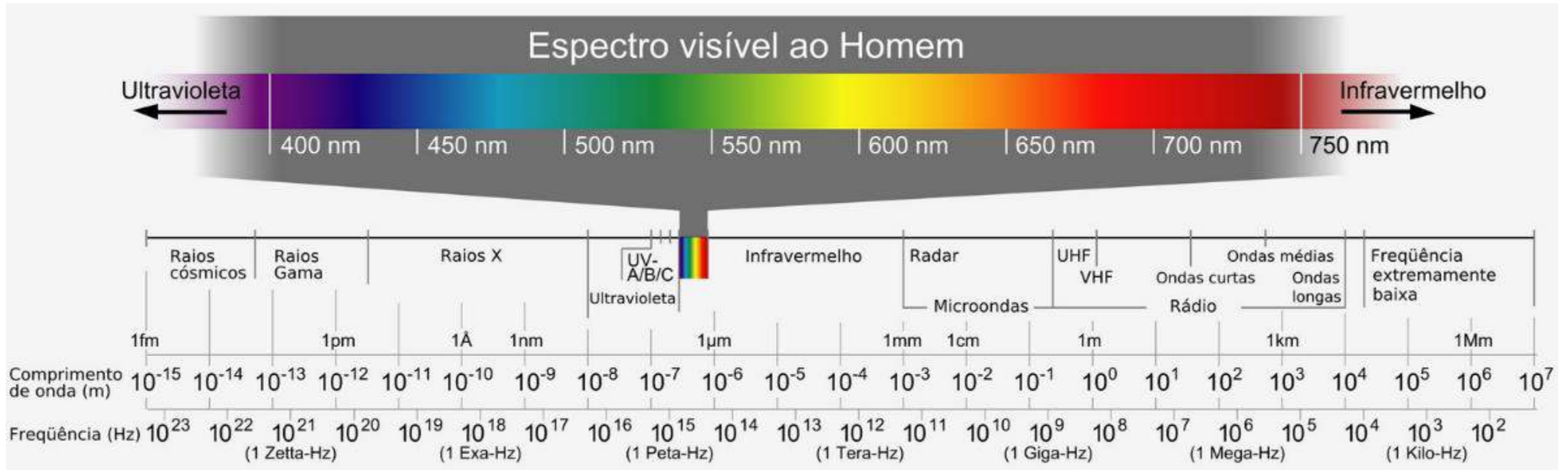
$$Q = h \cdot \nu$$

Q – Energia

h- constante de Planck ($6,624 \times 10^{-34}$ J.s)

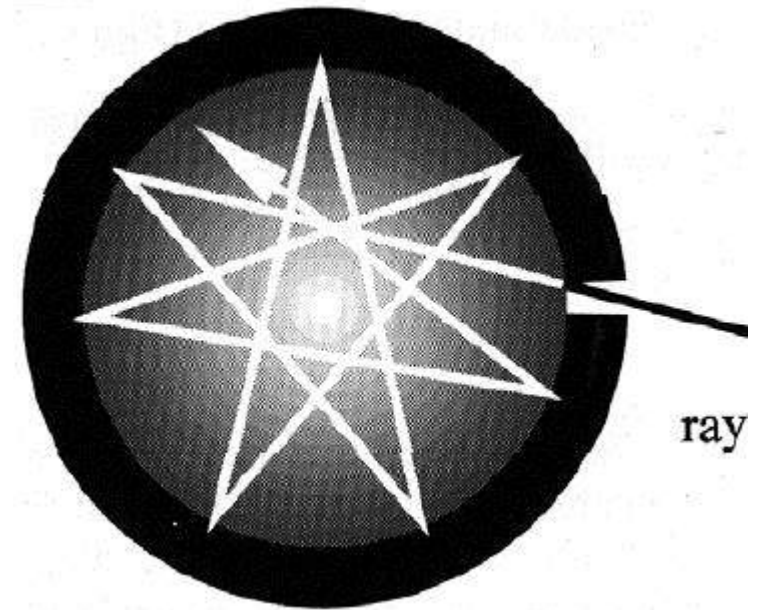
ν - frequência

Espectro eletromagnético



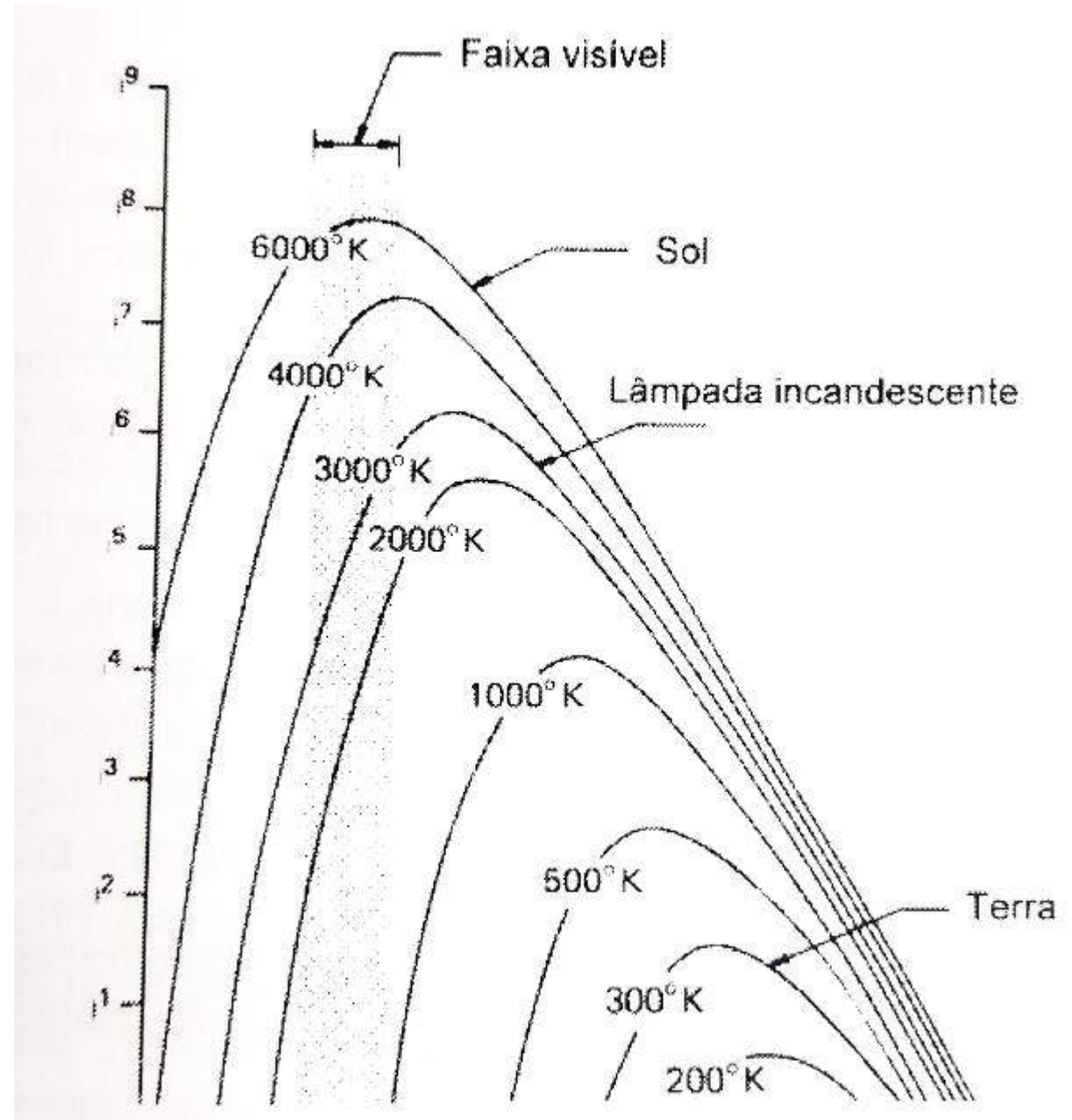
Leis da radiação

- Para explicar a REM emitida pelos corpos, foi criado um modelo teórico ideal chamado de corpo negro. O corpo negro tem a propriedade de absorver e emitir toda radiação incidente. Embora seja uma abstração física, o corpo negro tem uma importância fundamental pois, em algumas faixas do espectro, muitos corpos reais se comportam como se fossem um corpo negro.



Lei de Planck

- A quantidade de REM emitida por um corpo depende basicamente de sua temperatura superficial. Todo corpo cujo a temperatura esteja acima de 0K (-273°C) emite radiação.



Lei de Wien

É possível estimar a temperatura de uma fonte a partir do conhecimento do seu comprimento de onda e vice-versa.

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

λ_{max} : o comprimento de onda (em metros)

b : constante de proporcionalidade (0,002976 m.K)

T : temperatura do corpo em Kelvin (K)

$$T = 6613 \text{ k}$$

$$\lambda_{max} = \frac{0,002976 \text{ m.K}}{6613 \text{ k}}$$

$$\lambda_{max} = 4,5 \times 10^{-7} \text{ m ou } 450 \text{ nm}$$
 Azul

$$T = 4251 \text{ k}$$

$$\lambda_{max} = \frac{0,002976 \text{ m.K}}{4251 \text{ k}}$$

$$\lambda_{max} = 7,0 \times 10^{-7} \text{ m ou } 700 \text{ nm}$$
 vermelho

Quanto maior for a temperatura do corpo, maior a agitação das partículas constituintes, aumentando as amplitudes das suas oscilações, bem como as frequências das mesmas.

Se a temperatura diminuir, diminui a agitação das partículas constituintes, diminuindo tanto as amplitudes como as frequências das oscilações.

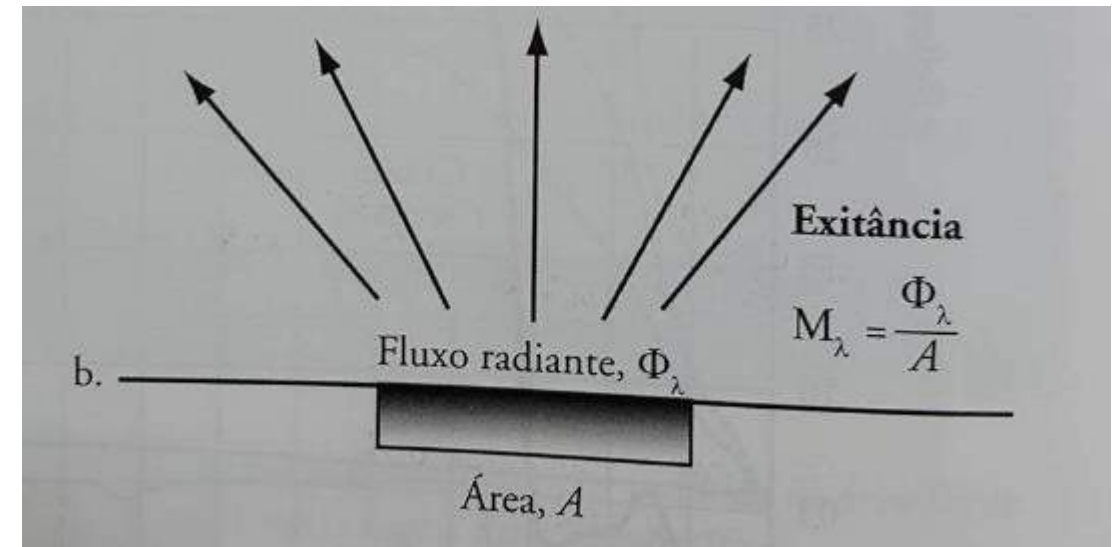
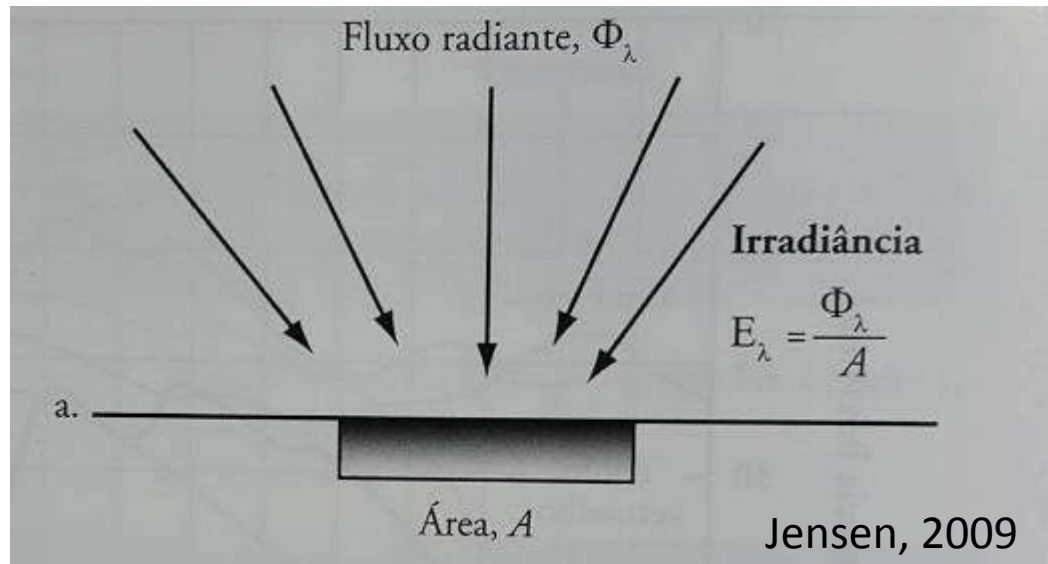
Radiometria: grandezas radiométricas

Radiometria pode ser definida como a técnica de quantificar a medida da radiação eletromagnética (REM) (LORENZZETTI 2015).

- Energia radiante: energia transportada através de ondas eletromagnéticas ou fótons. (J)
- Fluxo radiante: quantidade de energia que passa por um ponto, ou uma seção, ou uma área por unidade de tempo (Φ)(W).

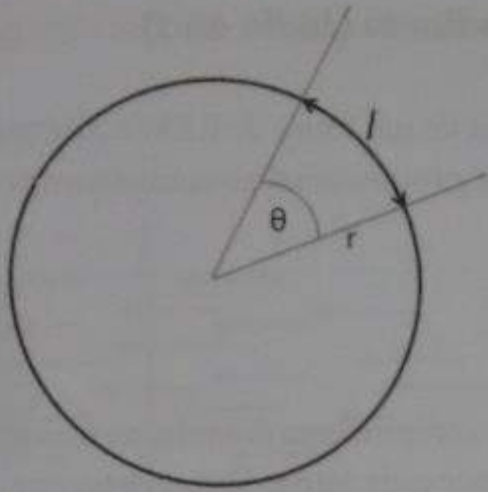
Radiometria: grandezas radiométricas

- Irradiância: quantidade de radiação que incide sobre uma superfície, por unidade de área. (E). Wm^{-2} .
- Exitância: é a quantidade de radiação que deixa determinada superfície (emitida e não refletida) por unidade de área, expressa em Wm^{-2} .

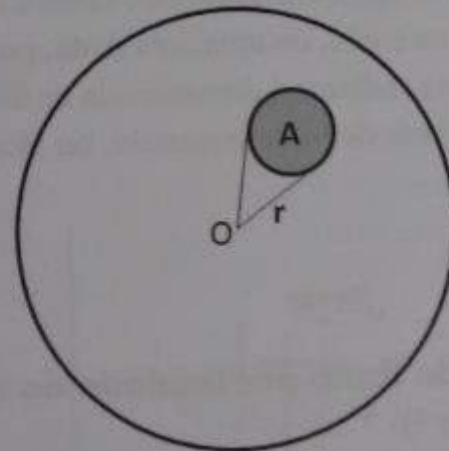


Radiometria: grandezas radiométricas

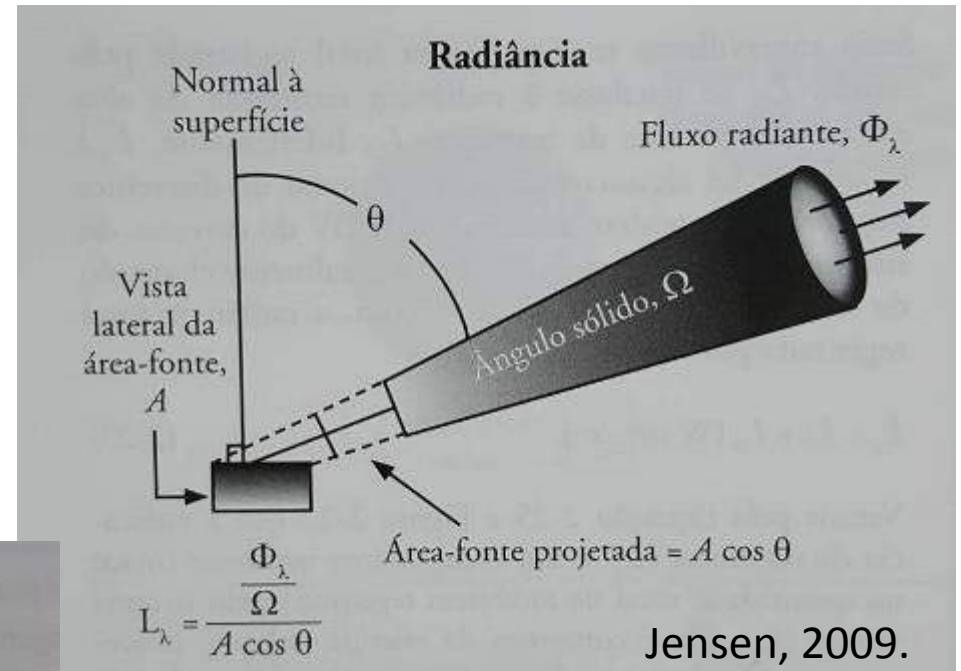
- Radiância: quantidade de radiação que deixa determinada superfície por unidade de área em uma direção medida. $\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$



Conceito de ângulo plano ($\theta = l/r$). Lorenzette, 2015.



Conceito de ângulo sólido ($\Omega = A/r^2$). Lorenzette, 2015.



Radiometria: grandezas radiométricas – interação com a Terra

Os objetos da superfície terrestre **refletem**, **transmitem** e **absorvem** a REM em proporções diferentes.



Radiometria: grandezas radiométricas – interação com a Terra

- Absortância: relação adimensional – razão entre o fluxo absorvido e o fluxo incidente sobre a superfície.

$$a_{\lambda} = \frac{\Phi_a}{\Phi_i}$$

Onde:

a = absortância

Φ_a = fluxo radiante absorvido

Φ_i = fluxo radiante incidente

- Transmitância: razão entre o fluxo radiante transmitido e o fluxo incidente sobre a superfície.

$$\tau_{\lambda} = \frac{\Phi_t}{\Phi_i}$$

Onde:

τ = transmitância

Φ_t = fluxo radiante transmitido

Φ_i = fluxo radiante incidente

- Reflectância: razão entre o fluxo refletido e o fluxo incidente sobre a superfície.

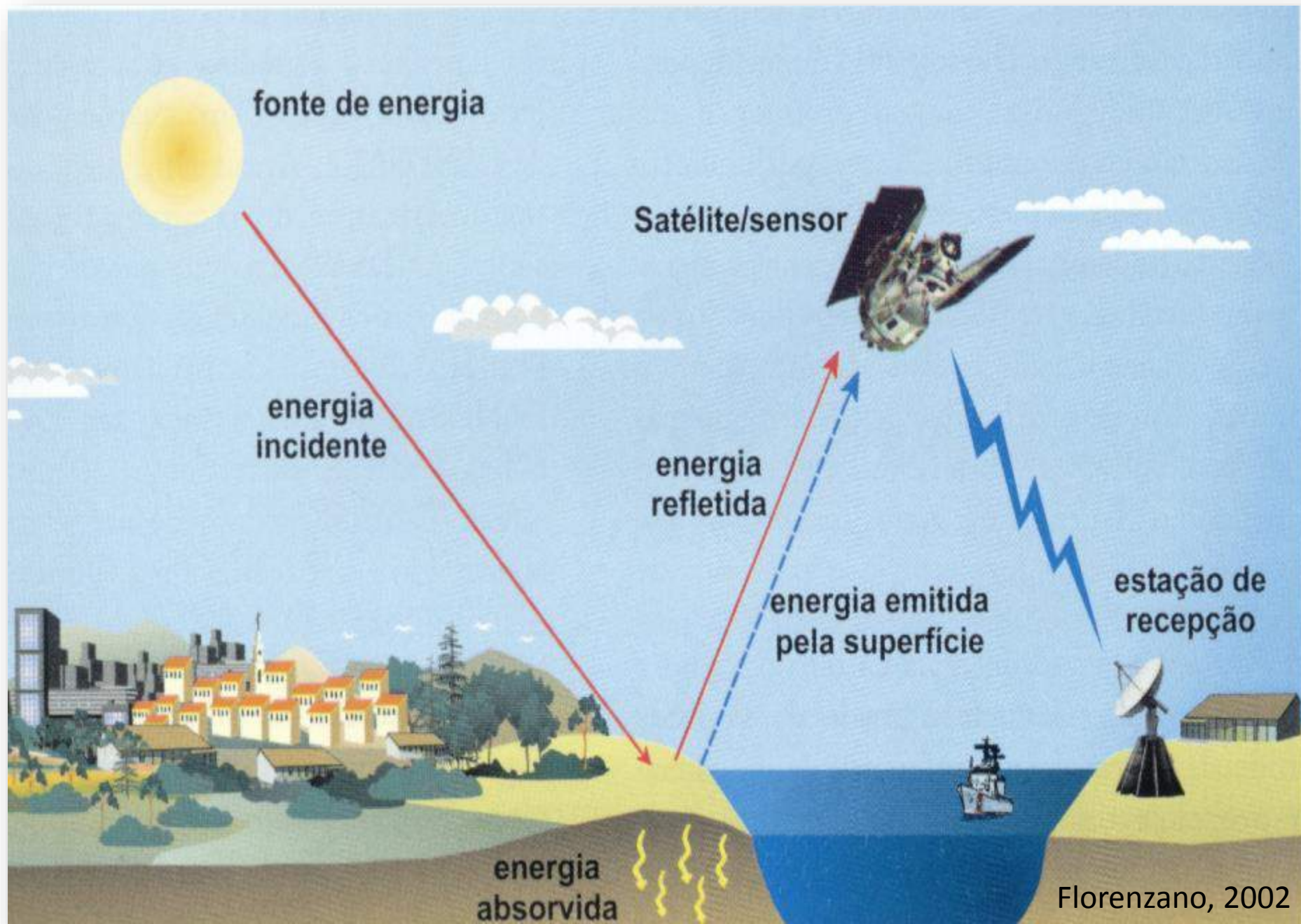
$$\rho_{\lambda} = \frac{\Phi_r}{\Phi_i}$$

Onde:

ρ = reflectância

Φ_r = fluxo radiante refletido

Φ_i = fluxo radiante incidente



Referências

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos naturais**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

LORENZZETI, J. A. **Princípios físicos de sensoriamento remoto**. São Paulo: Blucher, 2015.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2008.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7 ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

Questões

1. Explique o que é sensoriamento remoto.
2. Para que exista o sensoriamento remoto são necessários quais fatores?
3. O que a lei de Wien explica?
4. Quais as interações entre a radiação eletromagnética e a superfície terrestre?