

1400110 – LABORATÓRIO DE FÍSICA DA TERRA E DO UNIVERSO

Aula 2 – Albedo

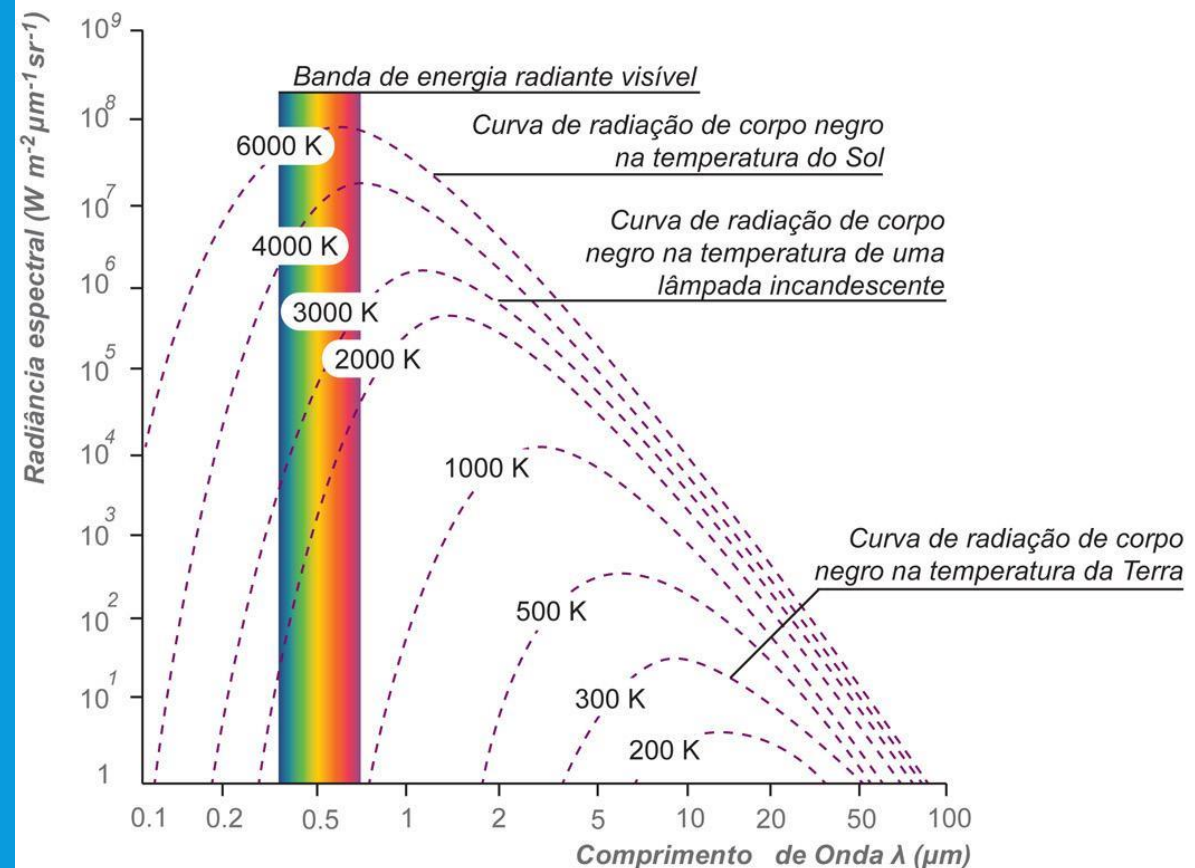
ALBEDO

- Radiação Solar e seu Espectro Eletromagnético
- Processos de interação da Radiação com a matéria
- Importância do Albedo para o Balanço Radiativo da Terra

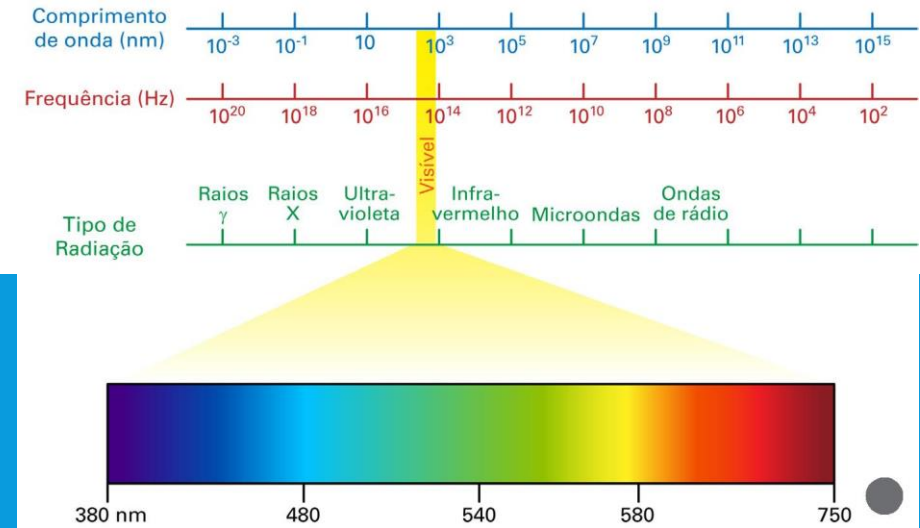
RADIAÇÃO SOLAR E O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

- A principal fonte de energia para a atmosfera é a energia solar.
- A figura ao lado mostra a radiância espectral para corpos negros com diferentes temperaturas.
- Vamos considerar que o Sol emite a uma temperatura de 6000 K (temperatura de sua fotosfera).
- Note que a maior emissão solar se dá na faixa do visível (comprimentos de onda entre 0,4 e 0,7 μm), entretanto, não se restringe a esta faixa. As emissões solares também são grandes na faixa do ultravioleta e do infravermelho (veja as diferentes faixas de radiação no próximo slide).

Distribuição espectral de energia emitida por corpos negros com diferentes temperaturas

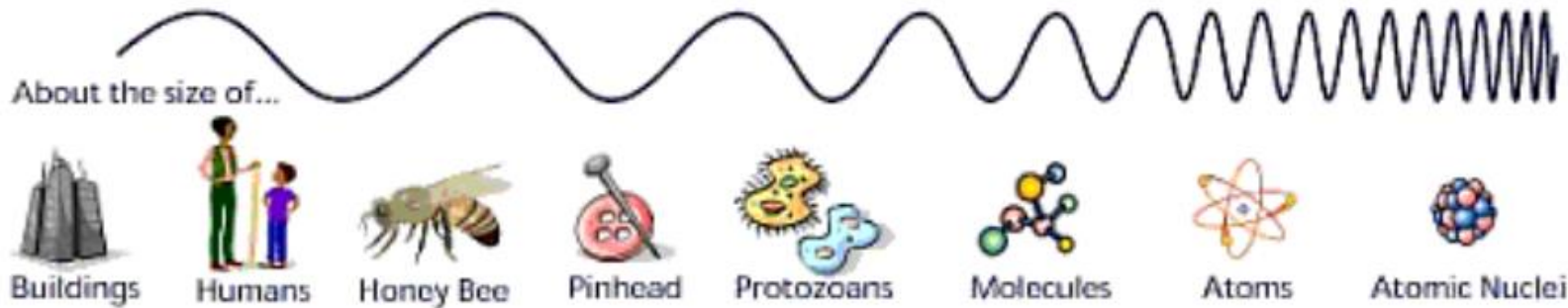


ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



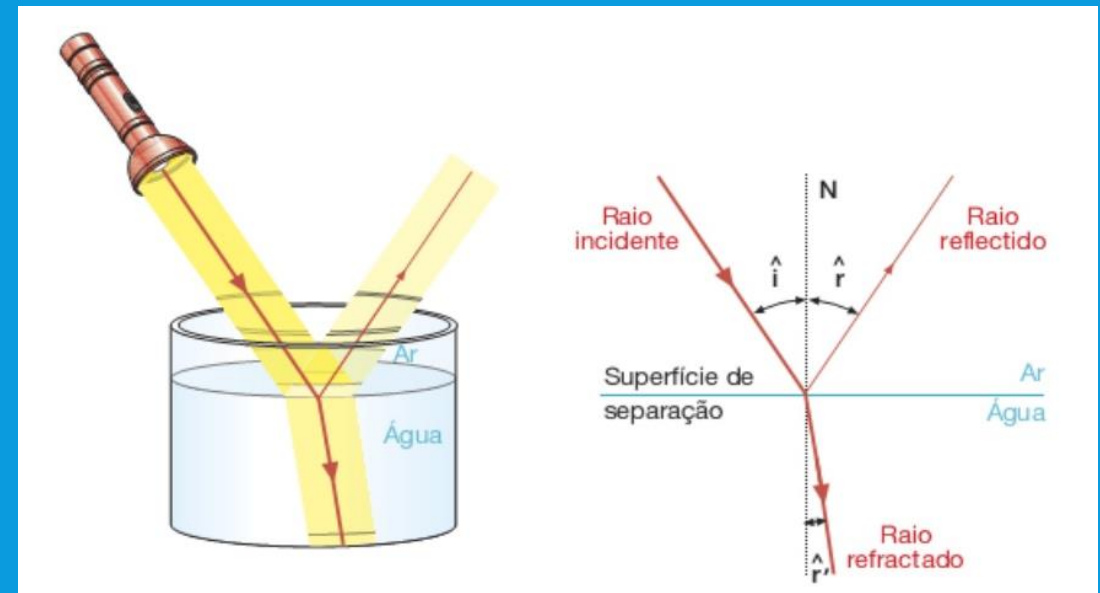
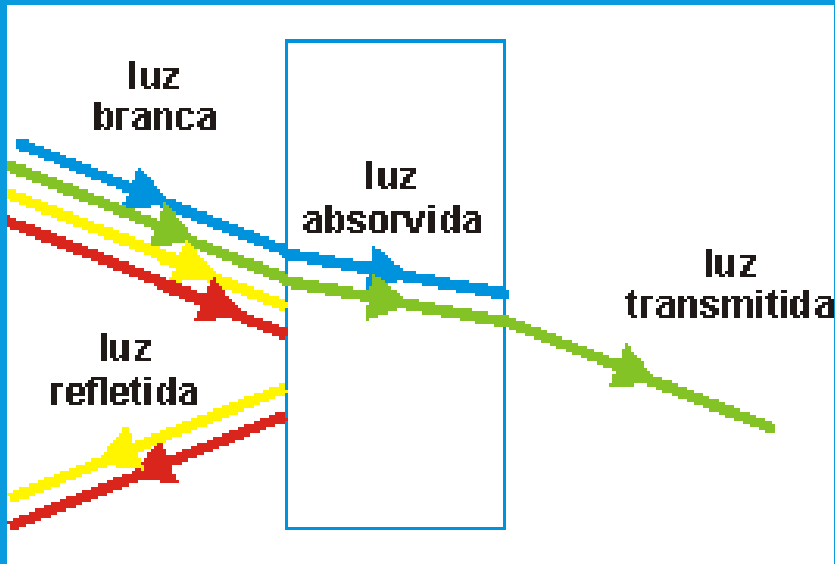
rádio	microonda	infravermelho	visível	ultravioleta	Raio-X	Raio-gama
10^4 10^2	1	10^{-2}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-8}	10^{-10} 10^{-12}

Comprimento de onda em centímetros



PROCESSOS DE INTERAÇÃO ENTRE RADIAÇÃO E MATÉRIA

- A radiação eletromagnética, ao interagir com matéria, pode sofrer: absorção e/ou espalhamento.
- O processo de espalhamento, por sua vez, pode ser dividido basicamente em dois: reflexão e transmissão.
- A reflexão corresponde à energia que retorna ao mesmo hemisfério de origem (direção dianteira);
- A transmissão ocorre quando a energia incidente é desviada para o hemisfério de destino (direção traseira).



$$\text{ALBEDO} = \frac{\text{radiação refletida}}{\text{radiação incidente}}$$

A relação entre a quantidade de radiação solar visível refletida pela superfície de um objeto e o total de radiação visível incidente sobre ele recebe o nome de albedo. O **albedo** depende das características da superfície, como cor, textura e umidade. Na **Tabela** a seguir estão listados os albedos de algumas superfícies. Superfícies com cores mais claras possuem maior albedo e superfícies mais escuras possuem menor albedo. O albedo também varia com o ângulo de incidência solar, ou seja, quanto mais perpendicular o ângulo entre o raio solar e a superfície (“sol a pino”), maior a tendência da radiação ser mais absorvida, diminuindo o poder de reflexão da superfície e, portanto, menor o albedo. Ao amanhecer ou entardecer, o ângulo de incidência solar com a superfície é pequeno, aumentando a reflexão da superfície, e, portanto, aumentando o albedo.

ALBEDO

http://www-paoc.mit.edu/labweb/notes/Lecture_2.pdf

Type of surface	Albedo
	(%)
Ocean	2 – 10
Forest	6 – 18
Cities	14 – 18
Grass	7 – 25
Soil	10 – 20
Grassland	16 – 20
Desert (sand)	35 – 45
Ice	20 – 70
Cloud (thin, thick stratus)	30, 60 – 70
Snow (old)	40 – 60
Snow (fresh)	75 – 95

Table 1: Albedos for different surfaces. Note that the albedo of clouds is highly variable and depend on the type and form.

BALANÇO RADIATIVO DA TERRA

Idéia básica de balanço radiativo:

Energia absorvida pela Terra = Energia emitida pela Terra

Temperatura efetiva: temperatura que a superfície da Terra teria SE NÃO HOUVESSE ATMOSFERA

BALANÇO RADIATIVO DA TERRA

FLUXO SOLAR INTERCEPTADO PELA TERRA

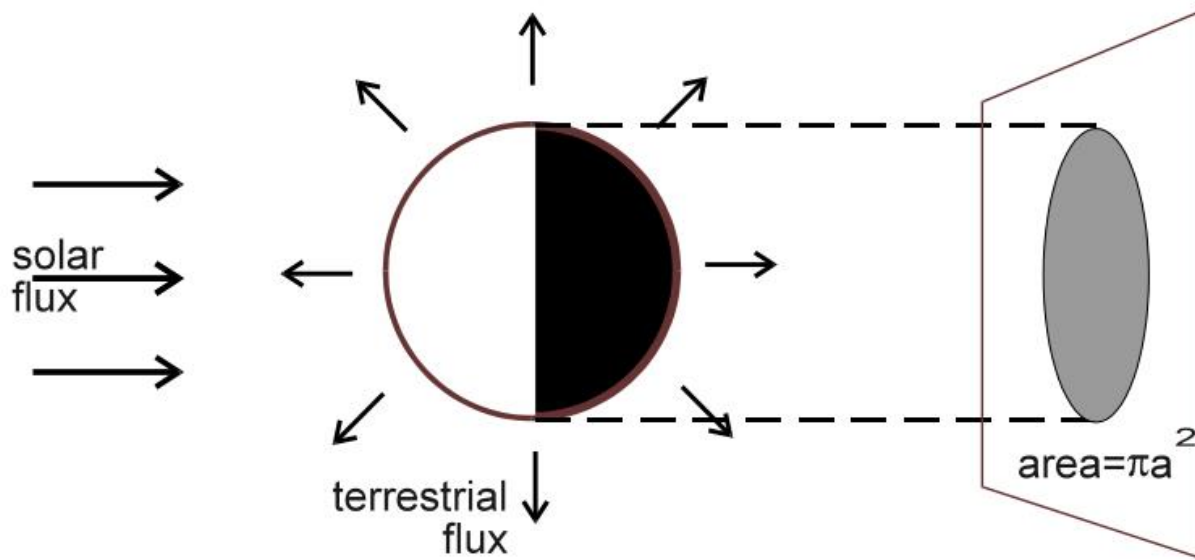


Figure 4: The spinning Earth is imagined to intercept solar flux over a disk and radiate terrestrial energy away isotropically from the sphere. Modified from Hartmann, 1994.

A Terra intercepta o fluxo solar em um disco, com área igual a $area = \pi \cdot a^2$, onde a =raio da Terra.

Nem todo o fluxo solar interceptado pela Terra é absorvido. Uma parte é refletida. Assim, a radiação absorvida é dada por:

$$Radiação\ absorvida = (1 - albedo) * S_0 * \pi \cdot a^2$$

Onde S_0 é a constante solar (no topo da atmosfera).

BALANÇO RADIATIVO DA TERRA

FLUXO EMITIDO PELA TERRA

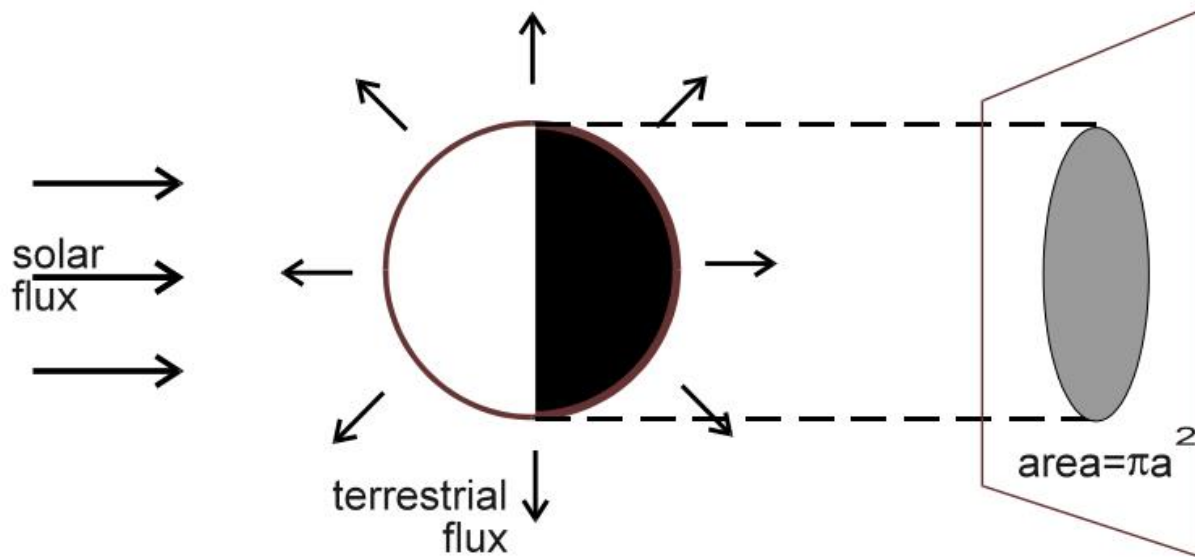


Figure 4: The spinning Earth is imagined to intercept solar flux over a disk and radiate terrestrial energy away isotropically from the sphere. Modified from Hartmann, 1994.

A Terra emite radiação em todas as direções, ou seja, emite como uma esfera de área igual a $area = 4. \pi. a^2$, onde a =raio da Terra.

A emissão se dá pela Lei de Stefan-Boltzmann. Assim, a radiação emitida é dada por:

$$Radiação\ emitida = (\sigma \cdot T_e^4) * (4. \pi. a^2)$$

Onde σ é a constante de Stefan-Boltzmann ($=5,67*10^{-8} W.m^{-2}.K^{-4}$) e T_e é a temperatura efetiva da Terra.

BALANÇO RADIATIVO DA TERRA

Idéia básica de balanço radiativo:

Energia absorvida pela Terra = energia emitida pela Terra

$$\textit{Radiação absorvida} = (1 - \textit{albedo}) * S_0 * \pi . a^2$$

$$\textit{Radiação emitida} = (\sigma . T_e^4) * (4 . \pi . a^2)$$

Igual as 2 equações e determine a temperatura efetiva.

Note que a Temperatura efetiva de um planeta depende da constante solar do mesmo e de seu albedo.

BALANÇO RADIATIVO EM OUTROS PLANETAS

	r	S_0	α_p	T_e	T_m	T_s	τ
	$10^9 m$	$W m^{-2}$		K	K	K	Earth days
Venus	108	2632	0.77	227	230	760	243
Earth	150	1367	0.30	255	250	288	1.00
Mars	228	589	0.24	211	220	230	1.03
Jupiter	780	51	0.51	103	130	134^{cl_top}	0.41

Table 2: Properties of some of the planets. S_0 is the solar constant at a distance r from the Sun, α_p is the planetary albedo, T_e is the emission temperature computed from Eq.(1), T_m is the measured emission temperature and T_s the global mean surface temperature. The rotation period, τ , is also given in Earth days.

LEITURA COMPLEMENTAR

http://www-paoc.mit.edu/labweb/notes/Lecture_2.pdf