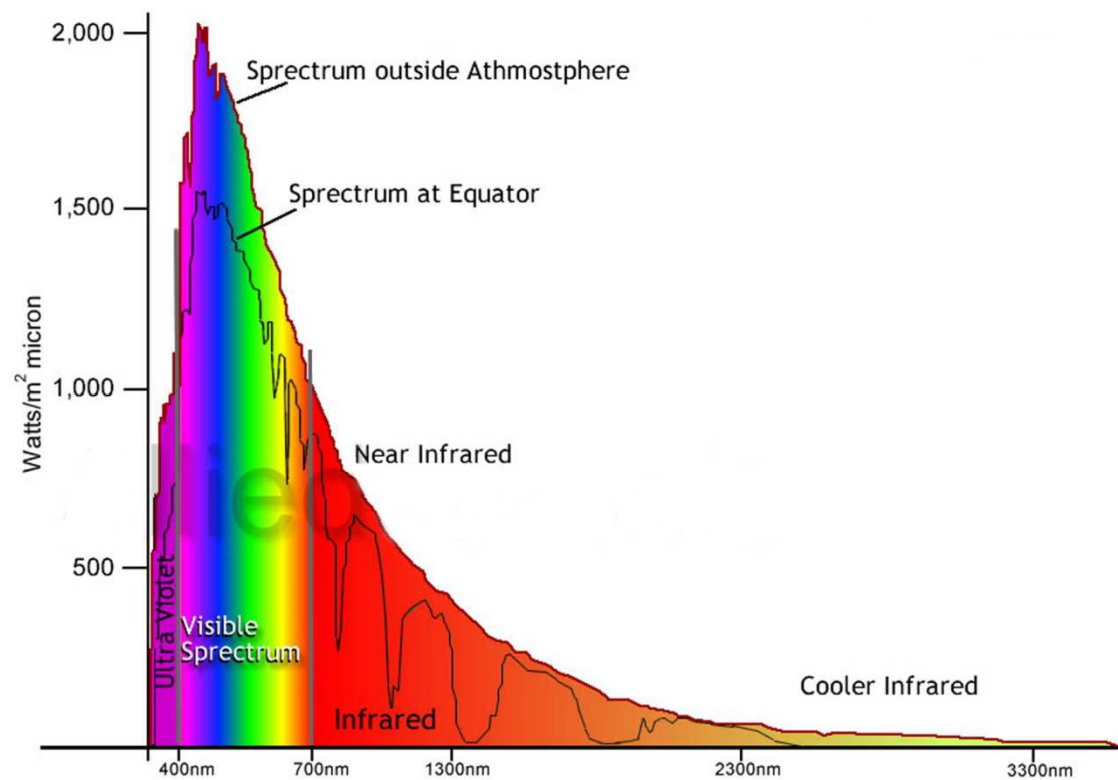
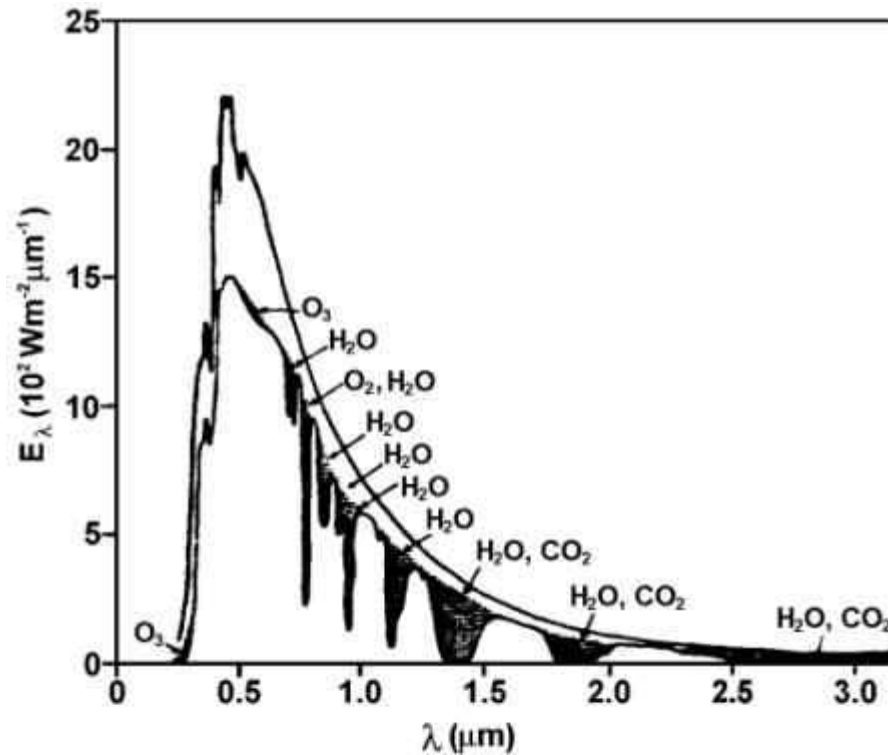


# Espectro da radiação Solar

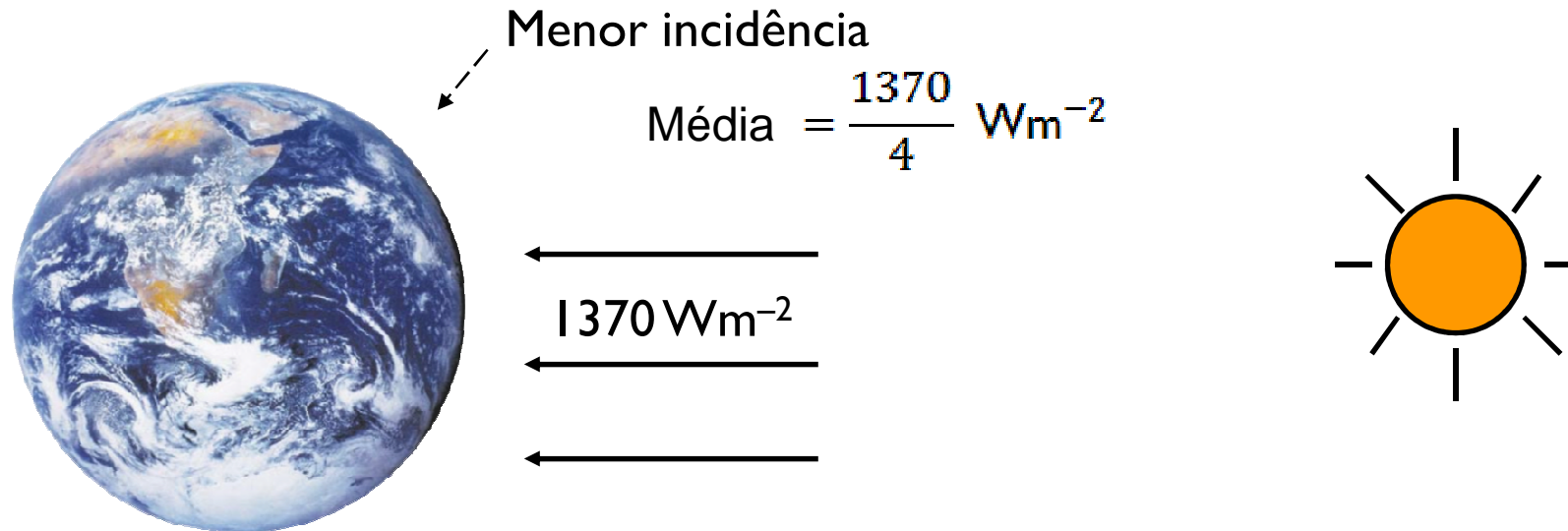
## Incidente no Topo da Atmosfera e ao Nível da Superfície do Mar





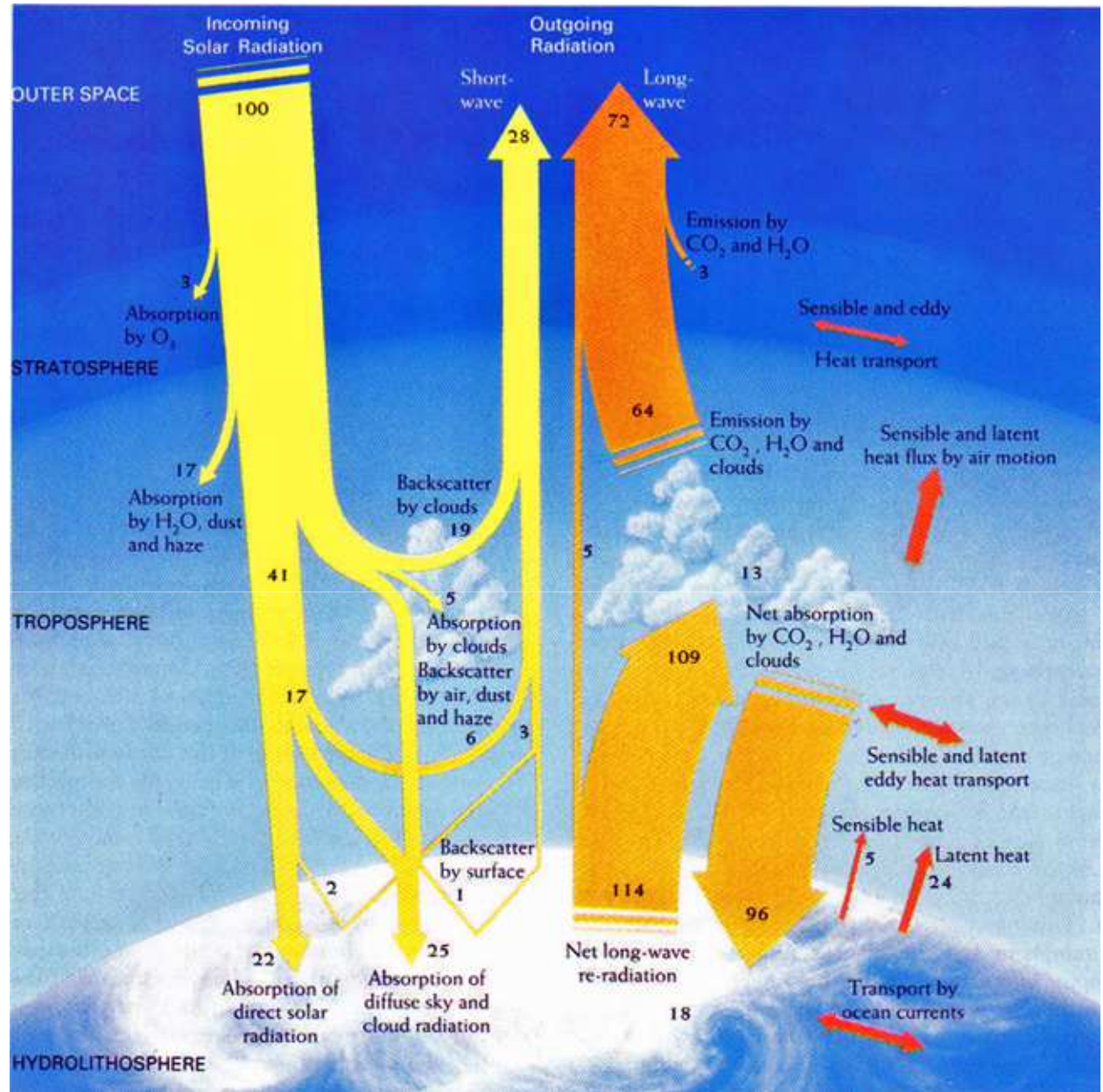
- A Figura mostra o espectro da radiação solar que atinge a superfície da Terra para o caso do Sol no zênite (altura = 90°) (curva inferior), juntamente com o espectro da radiação solar incidente no topo da atmosfera (curva superior). A área entre as duas curvas representa a diminuição da radiação devido a: 1) retroespalhamento e absorção por nuvens e aerossóis e retroespalhamento por moléculas do ar (área não sombreada) e 2) absorção por moléculas do ar (área sombreada).

# Interação Sol – Terra (simplificada)



- Uma fração (20-30%) é refletida pela atmosfera e superfície
  - O restante (70-80%) é absorvida e emitida em comprimentos de onda maiores  
Alguma radiação emitida é absorvida na atmosfera
  - Desequilíbrio entre o equador e os polos causa circulação da atmosfera e do oceano
  - Superfície aquecida transfere energia para a atmosfera
  - Água na superfície evapora e moléculas se movem para a atmosfera
  - ... e condensa para cair na superfície como precipitação
- } E a energia também se move

# Média global anual do balanço de energia para o sistema Terra-Atmosfera



Graedel, T. E. and P. J. Crutzen (1995) *Atmosphere, Climate and Change*

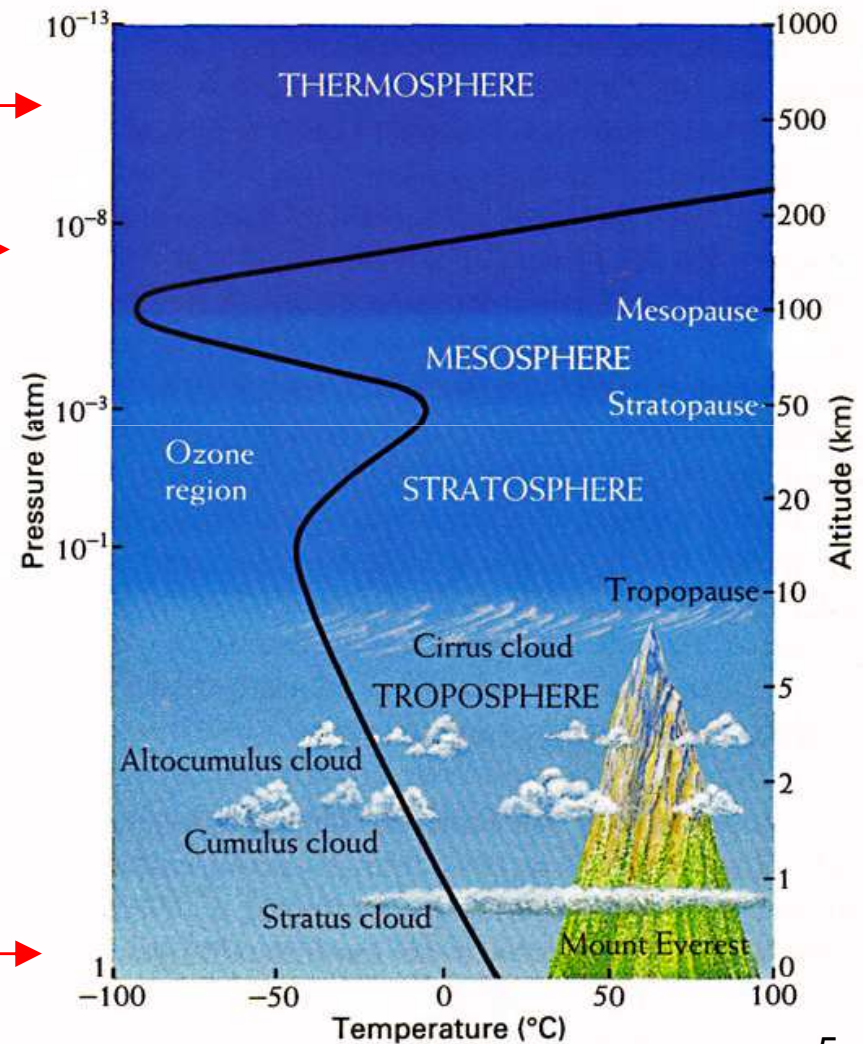
# Variação da temperatura com altura reflete a absorção da radiação emitida da superfície e absorvida pelos gases atmosféricos

$\lambda < 0.1 \mu\text{m}$  absorvida por  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{O}$

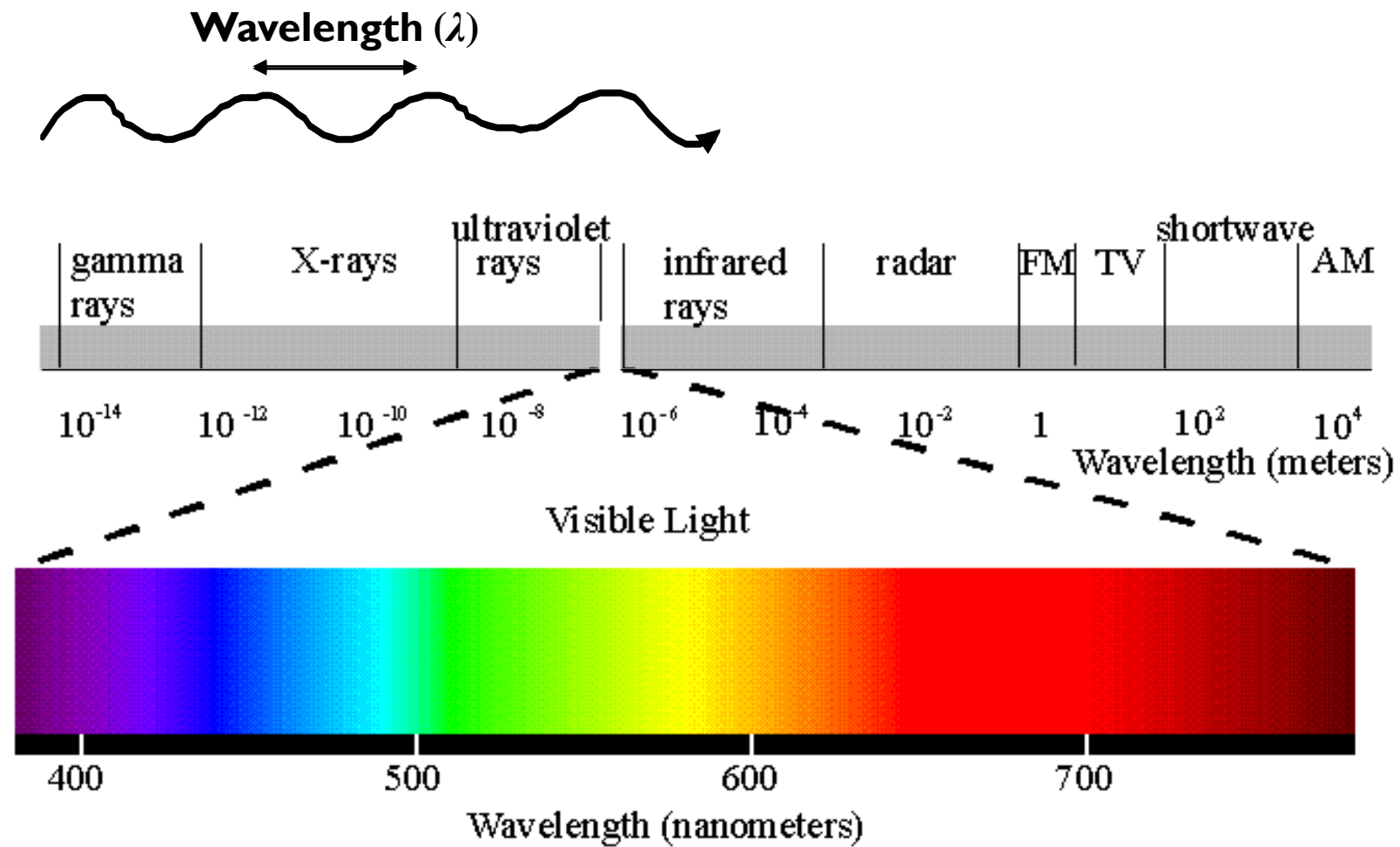
$\lambda < 0.2 \mu\text{m}$  absorvida por  $\text{O}_2$

$\text{O}_3$  absorvida  $\lambda < 0.31 \mu\text{m}$  e  $\lambda \sim 8 \mu\text{m}$

$\lambda > 0.31 \mu\text{m}$  aquece superfície, que radia e aquece atmosfera

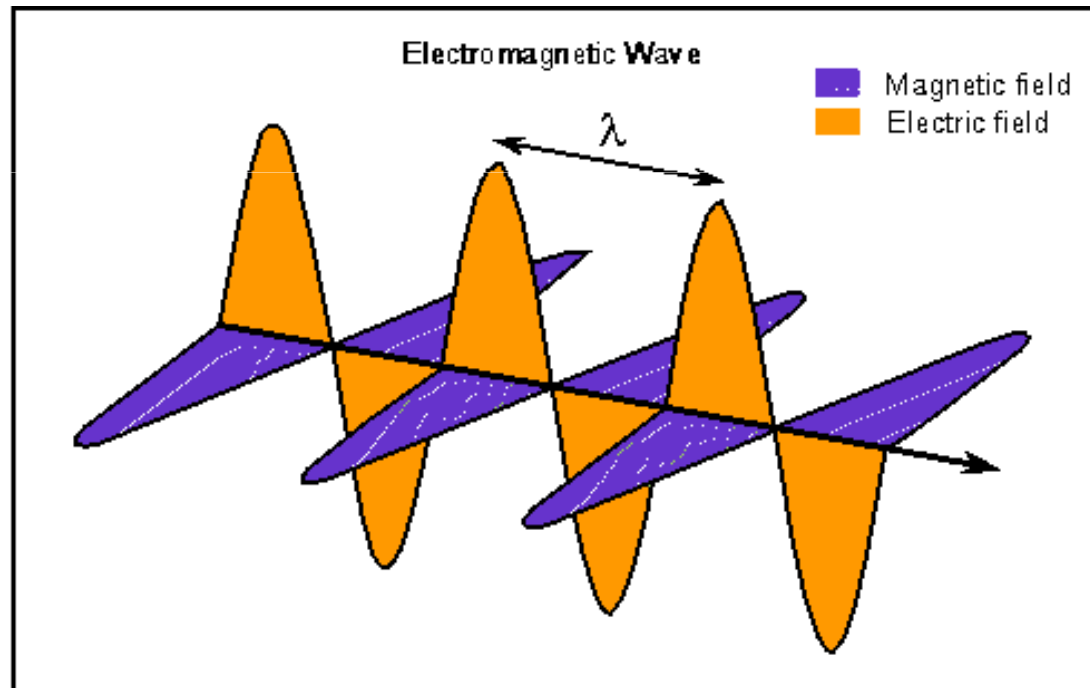


# Espectro de comprimento de onda da radiação

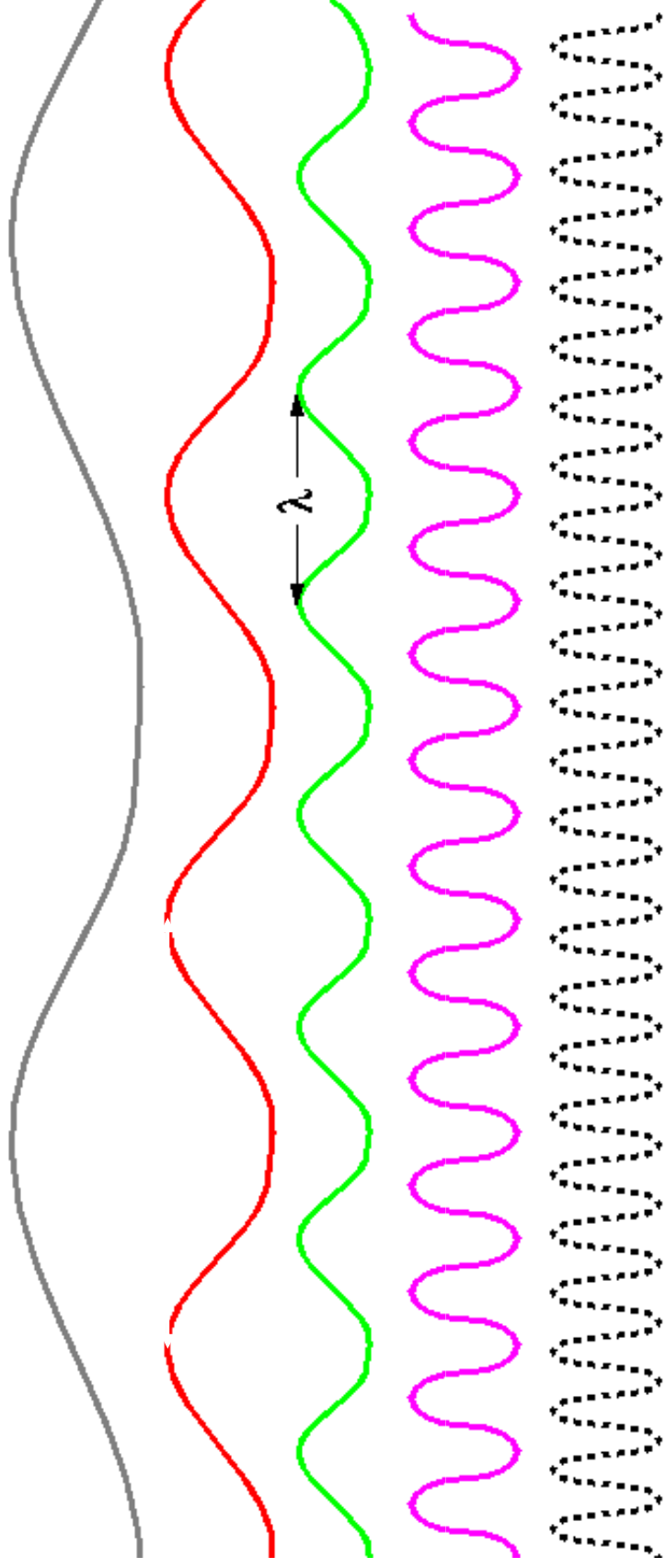


# Onda

- Energia que se propaga na forma de onda eletromagnética, sem a necessidade de um meio de propagação



# Espectro Eletromagnético

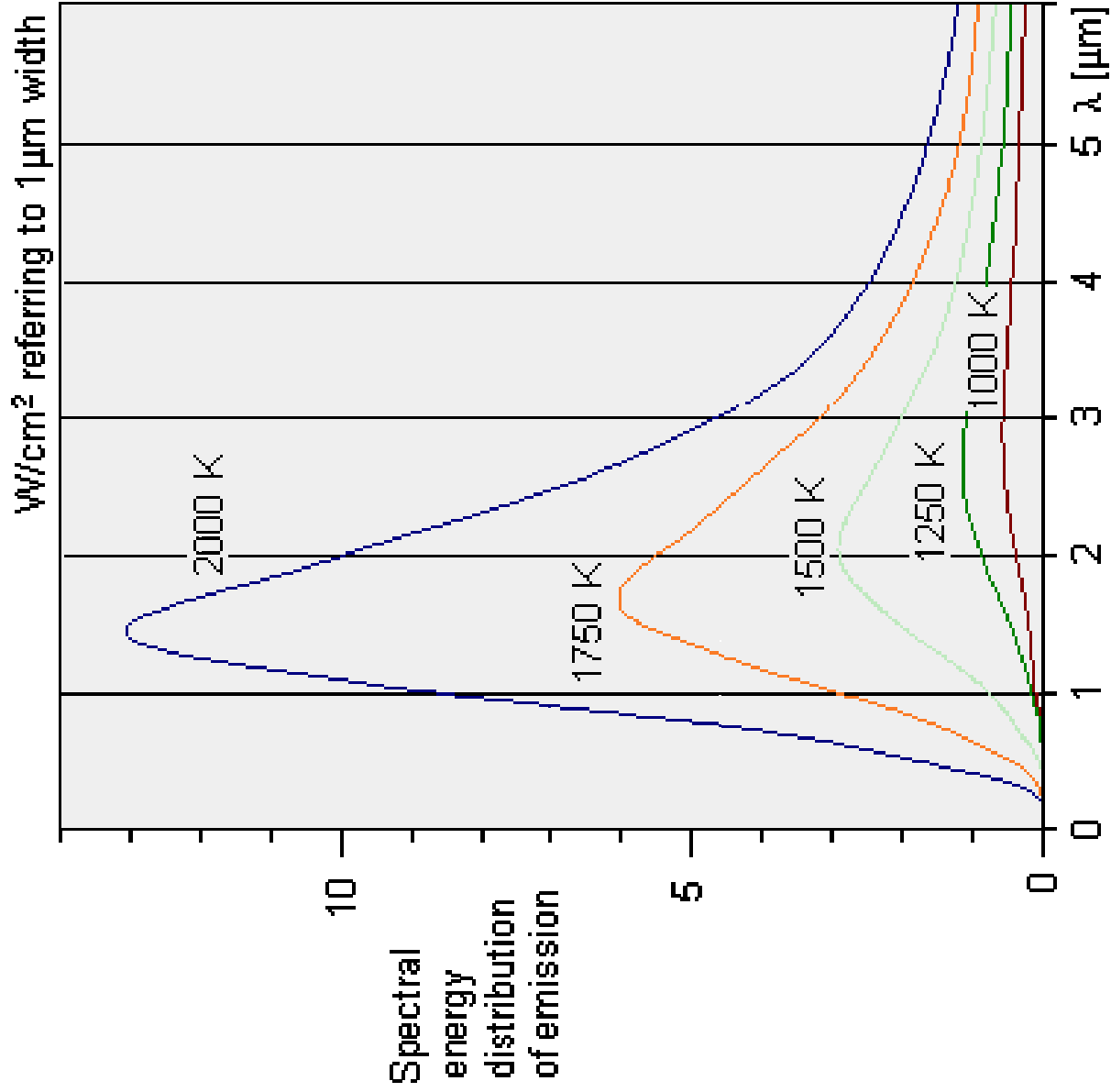


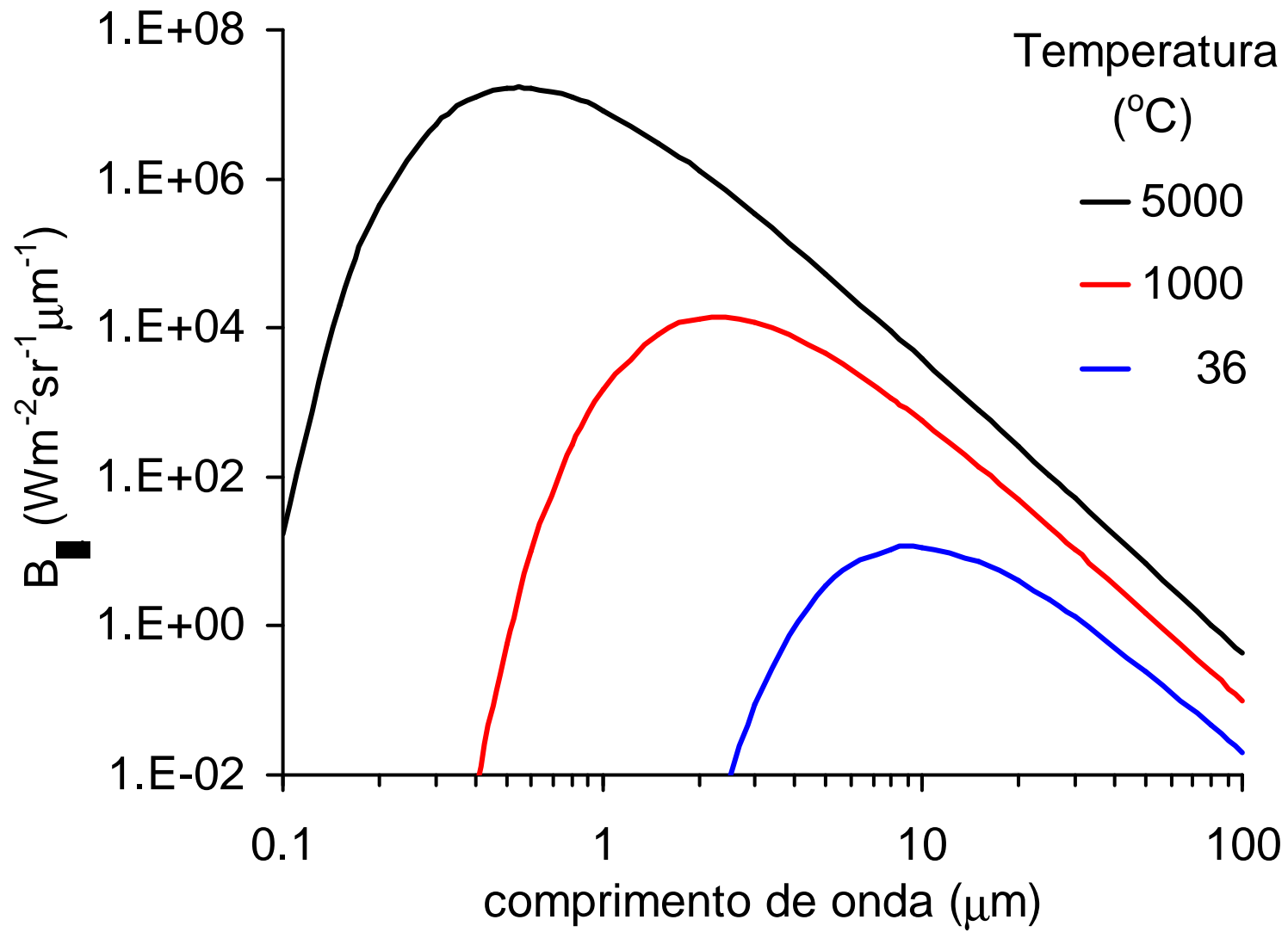
$$c = \lambda f$$

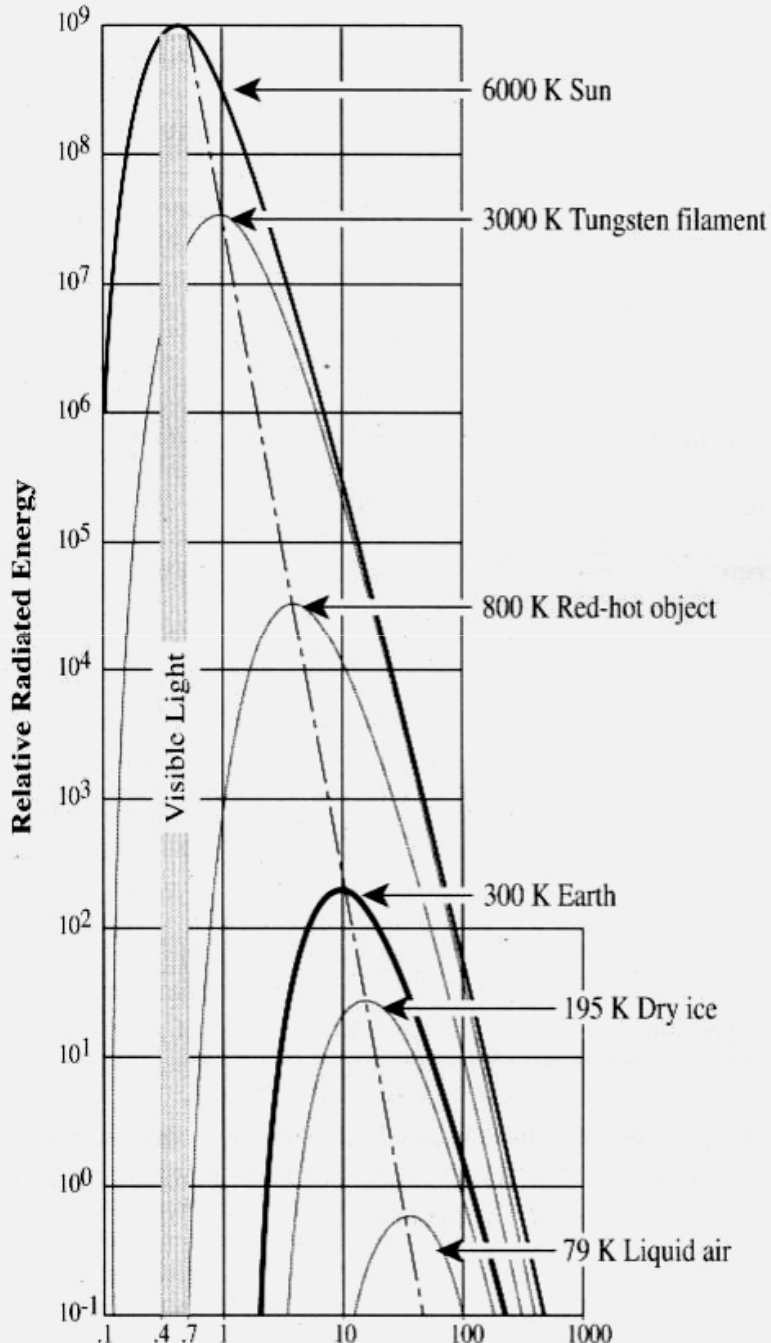
$$\text{Energia} = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

onde  $h$  é a constante de Planck









**Equação de Planck:**

$$L_{\lambda} = \frac{2hc^2}{\lambda^5 [e^x - 1]}, \quad x = \frac{hc}{k\lambda T}$$

**Equação de Stefan-Boltzmann :**

$$E = \pi \int_0^{\infty} L_{\lambda} d\lambda = \sigma T^4$$

**Lei do deslocamento de Wien:**

$$\lambda_{\max} (\mu m) = \frac{2898}{T}$$

$c$	velocidade da luz no vácuo	$3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
$h$	constante de Planck	$6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$
$k$	constante de Boltzmann	$1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
$\sigma$	constante de Stefan-Boltzmann	$5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$