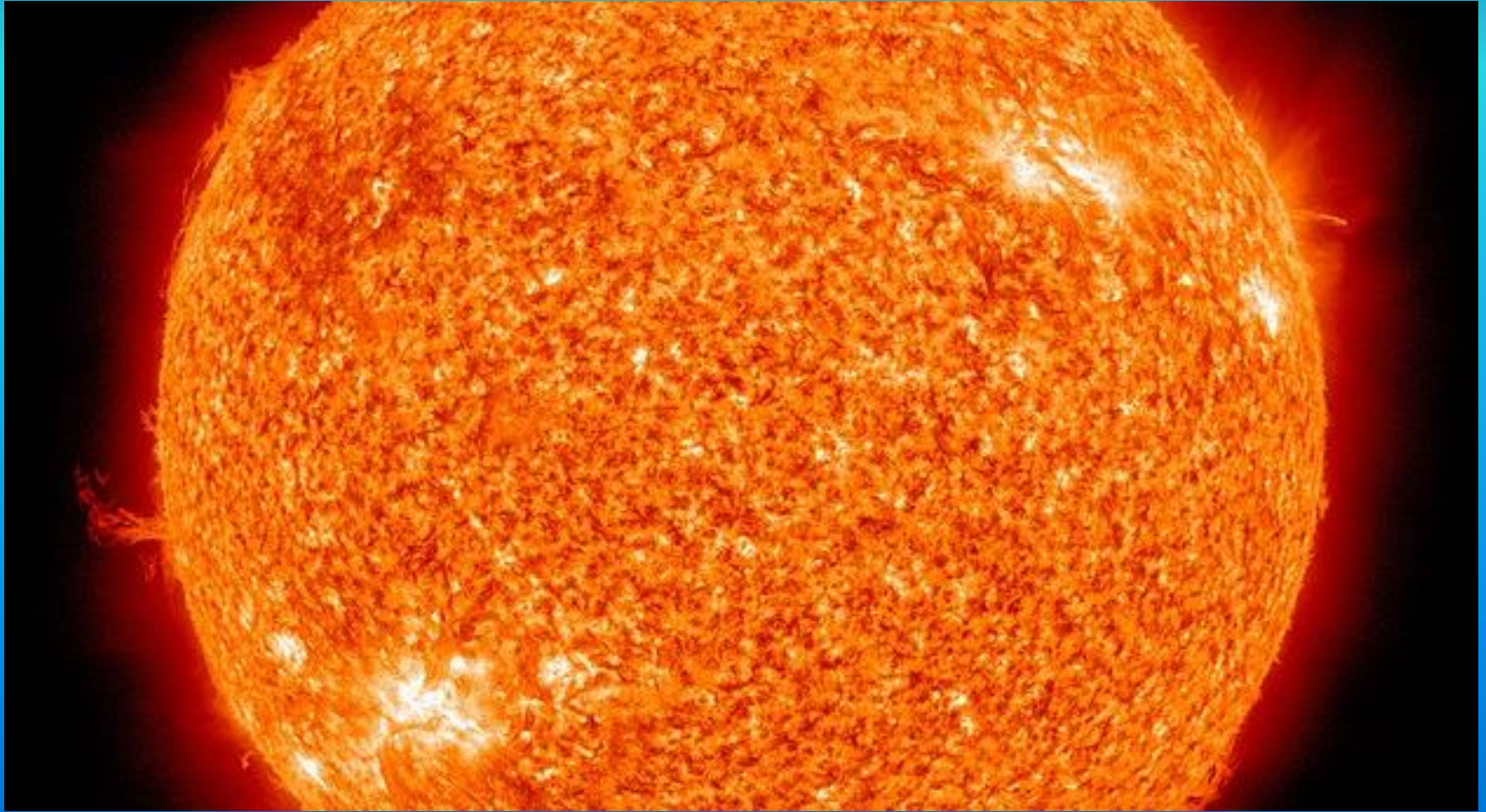


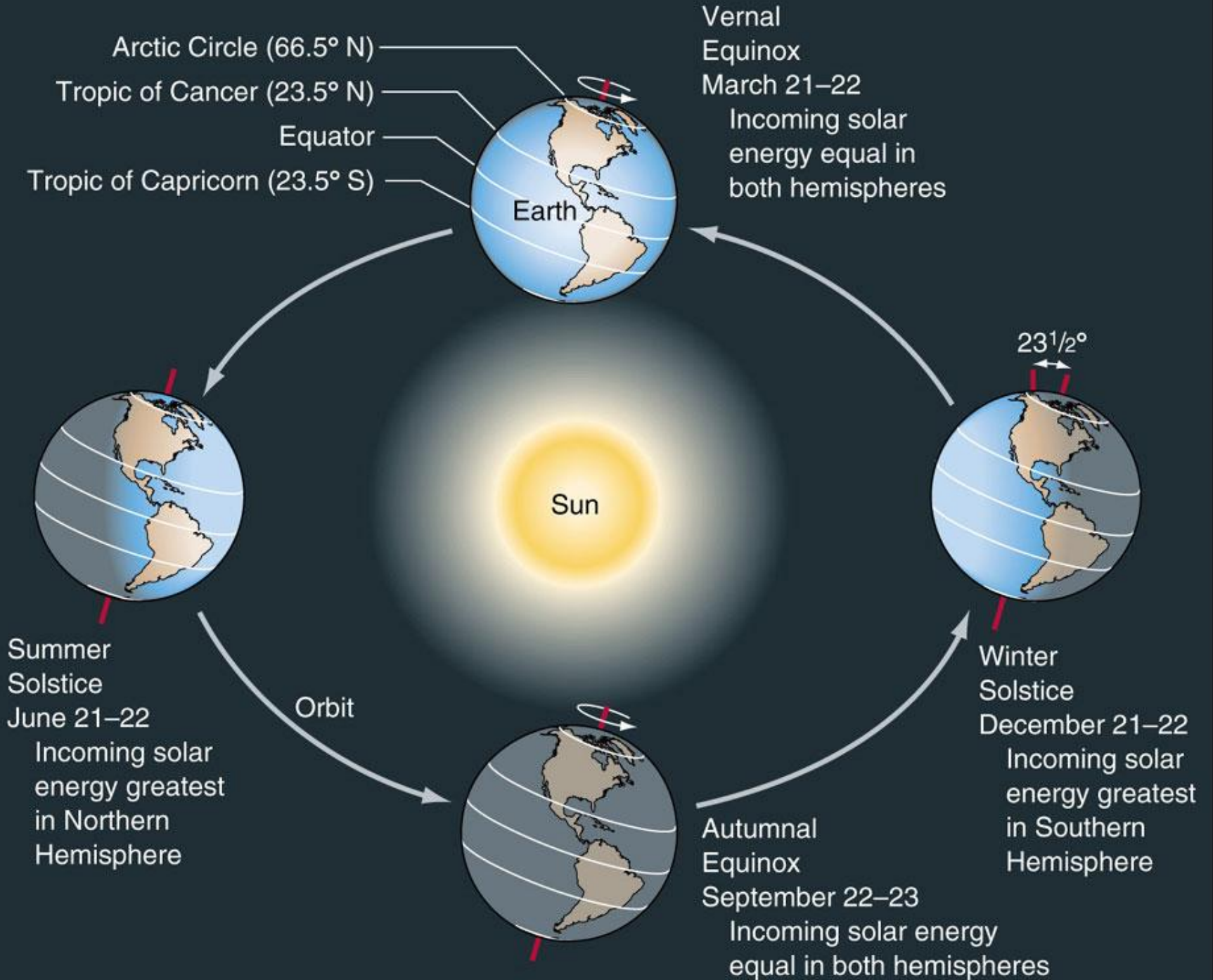
Radiação solar



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Sun_by_the_Atmospheric_Imaging_Assembly_of_NASA%27s_Solar_Dynamics_Observatory_-_20100819.jpg

Radiação solar

- Fonte variável de energia

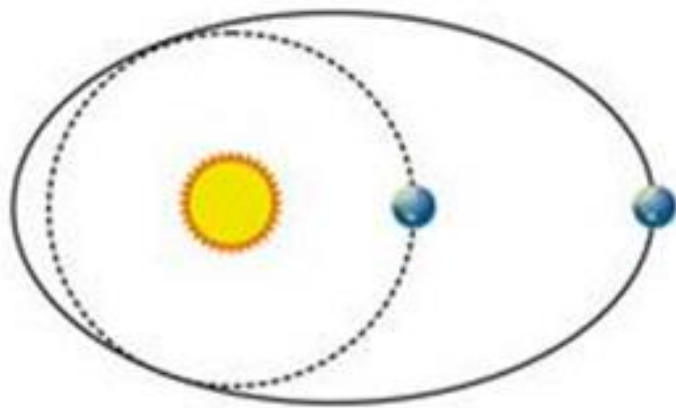


Variações na radiação solar são devidas a:

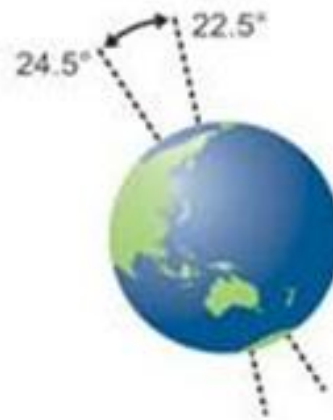
- Órbita elíptica (ciclo anual)
- Rotação da Terra (ciclo diurno)
- Atividade solar (minutos a anos)

Em escala geológica => ciclos de Milankovitch:
modelo proposto para explicar as variações
glaciais e interglaciais do planeta

Ciclos de Milankovitch



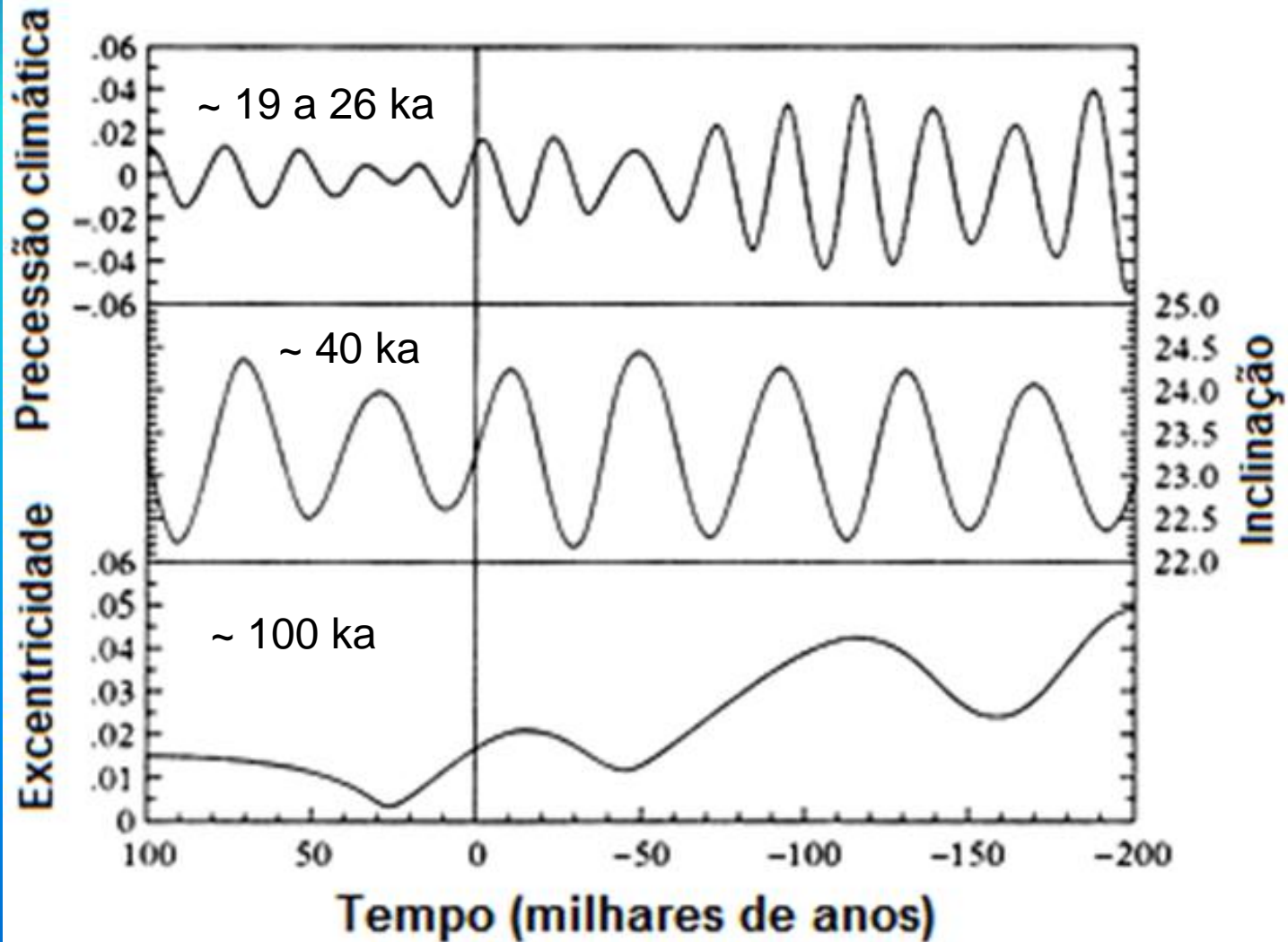
Excentricidade



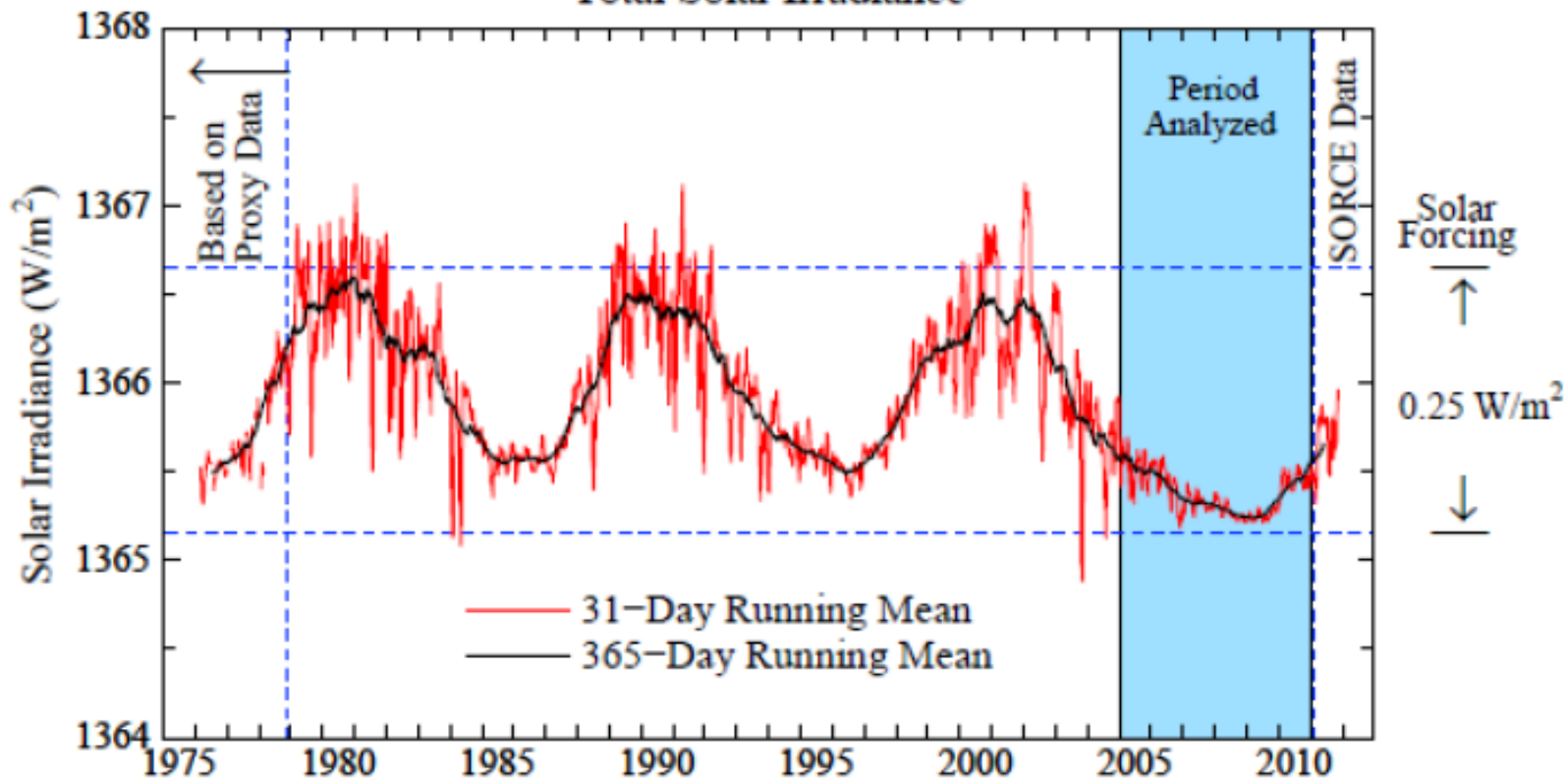
Inclinação



Precessão

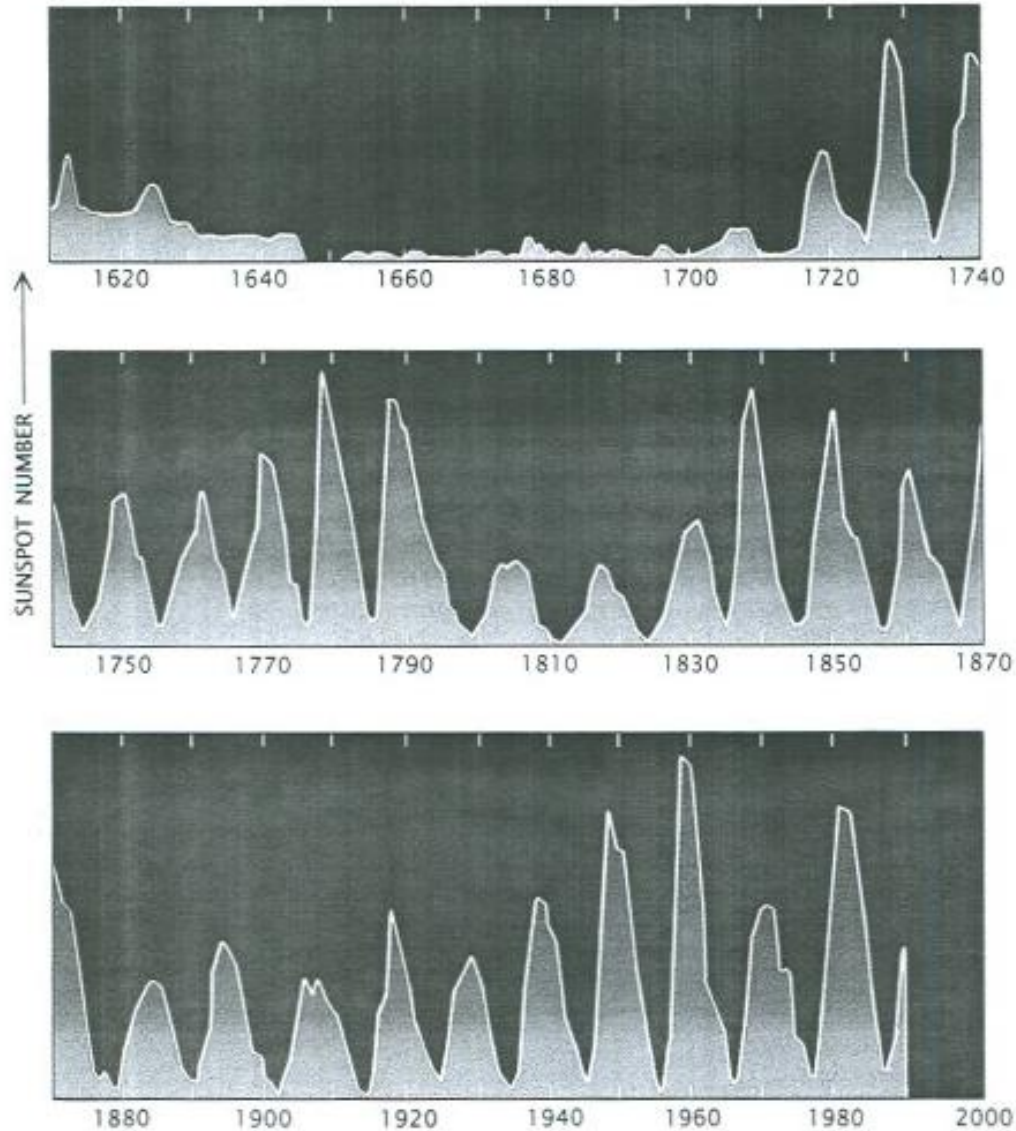


Total Solar Irradiance



Fonte: Hansen, et al. (2011)

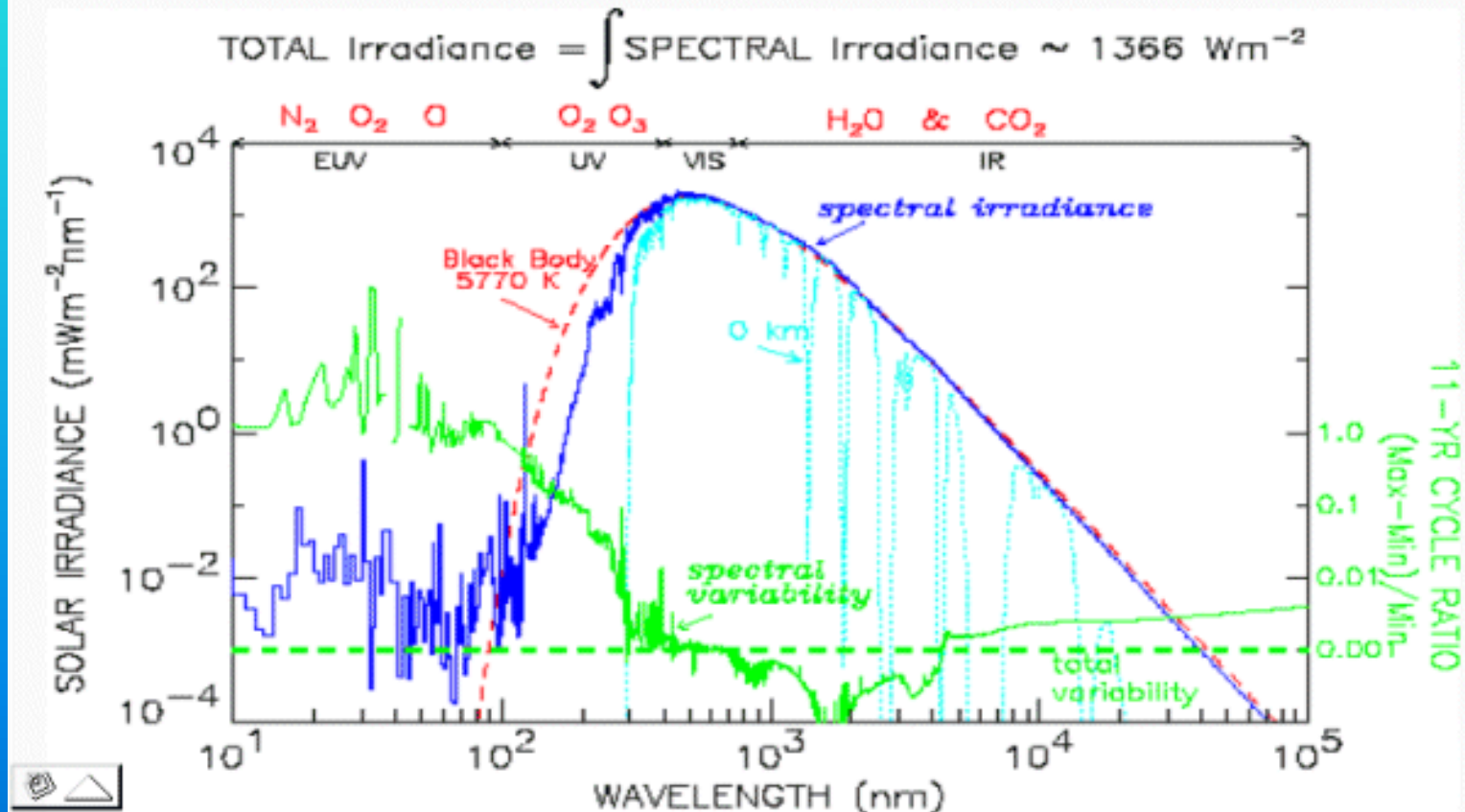
Manchas solares



Extraído de
Foukal, P. V,
The Variable
Sun, Scientific
American,
1990



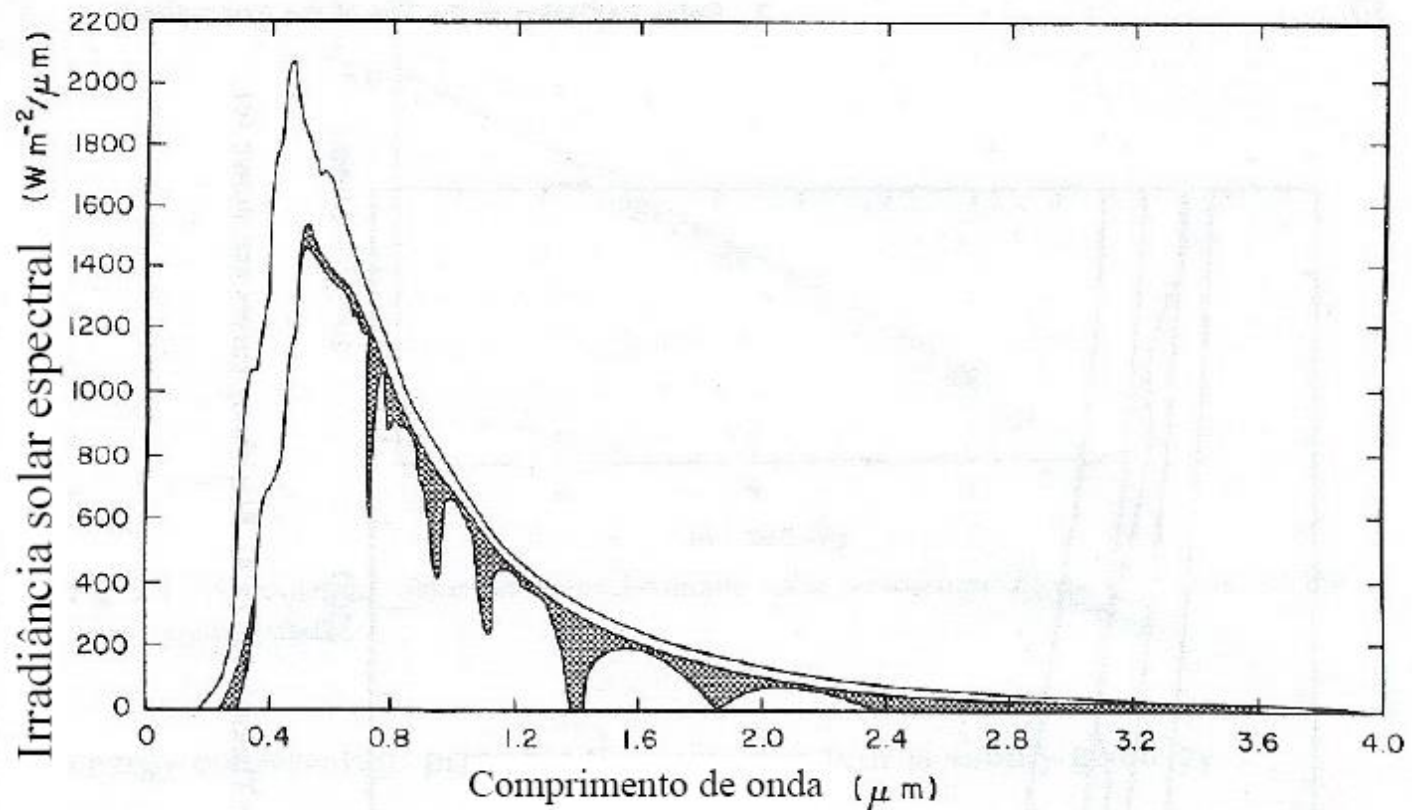
SOLAR SPECTRUM, VARIABILITY and ATMOSPHERIC ABSORPTION



<http://science.nasa.gov/headlines/images/sunbathing/sunspectrum.htm>

Para leitura

- Gray et al. (2017), Solar influences on climate over the Atlantic/European sector (edisciplinas)



0.3	0.5	0.7	0.94	1.1	1.38	1.87	2.7	3.2
O_3	O_3	O_2	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	$\text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$	H_2O

- Os modelos de TR comumente utilizados não consideram o efeito das manchas solares

Exercício 1

- Supondo que a superfície do Sol tenha temperatura da ordem de 5800 K, utilize a lei de Stefan-Boltzmann e determine qual seria a irradiância emitida pelo sol considerando que ele se aproxime de um corpo negro perfeito.
- raio $\sim 6,96 \times 10^5$ km
- E qual a potência radiativa emitida?

Exercício 2

- Sabendo que a distância média entre a Terra e Sol vale
- $\bar{d} = 1,49598 \times 10^{11} \text{m} \equiv 1 \text{ UA}$ (unidade astronômica)
- E, por conservação de energia, qual seria a irradiância incidente no topo da atmosfera terrestre, sobre uma superfície horizontal?



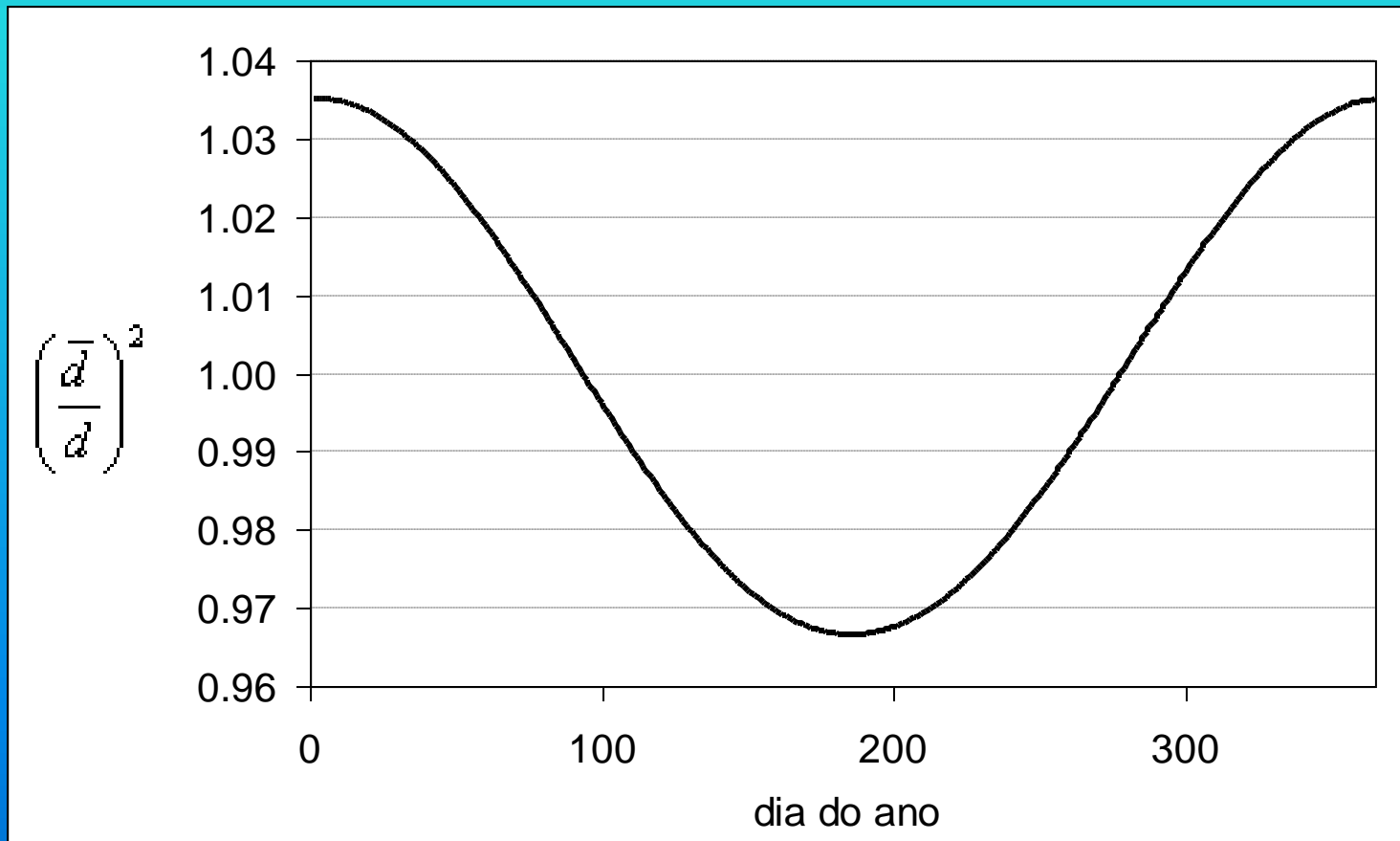
March 18, 2009

Assim...

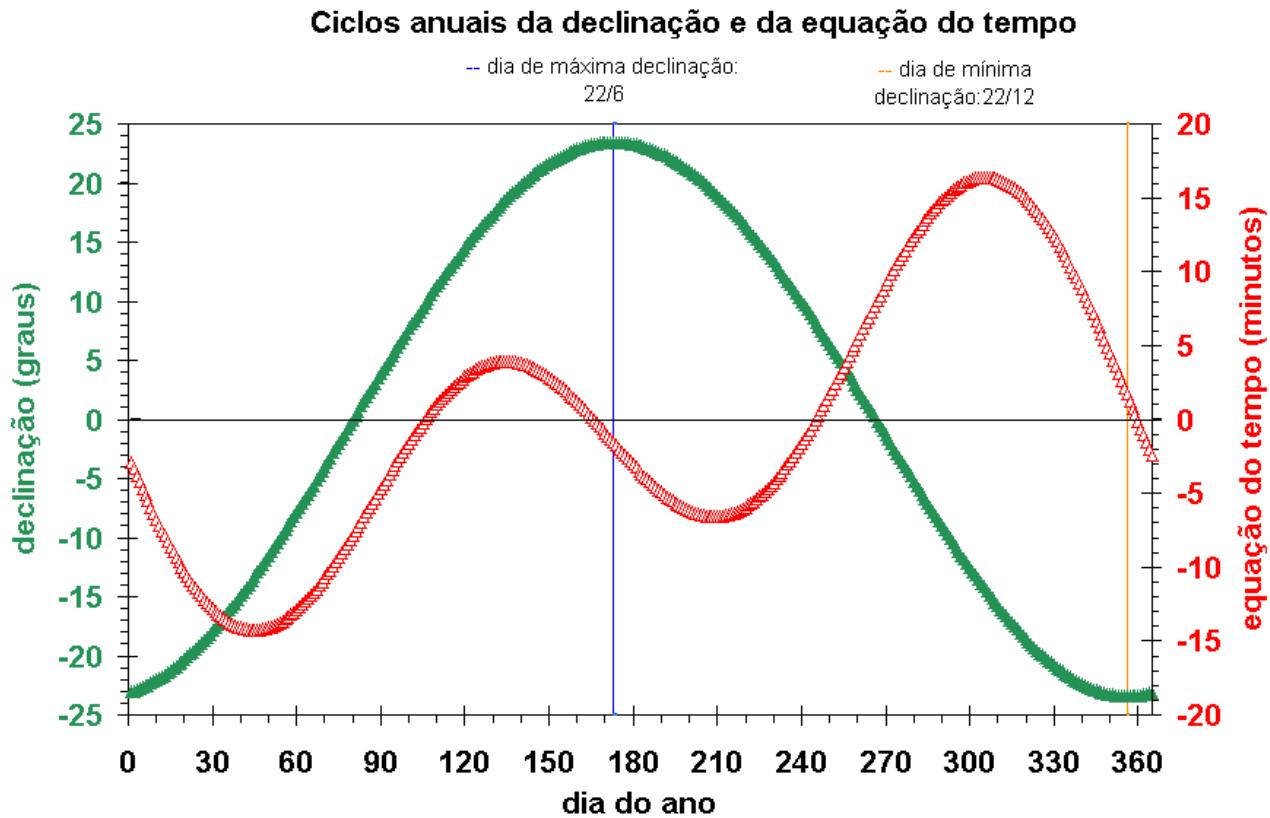
- Indicando-se como ϵ_0 , o valor da irradiância solar incidente no TOA quando $d = \bar{d}$,
- Temos:
 - $\epsilon(d) = \left(\frac{\bar{d}}{d}\right)^2 \epsilon(\bar{d}) = \left(\frac{\bar{d}}{d}\right)^2 \epsilon_0$
- ϵ_0 é denominada “constante solar” e vale $\sim 1360,8 \pm 0,5 \text{Wm}^{-2}$



Correção de excentricidade



Declinação e Equação do Tempo



A curva verde é a variação anual da declinação; a vermelha é a variação anual da equação do tempo.

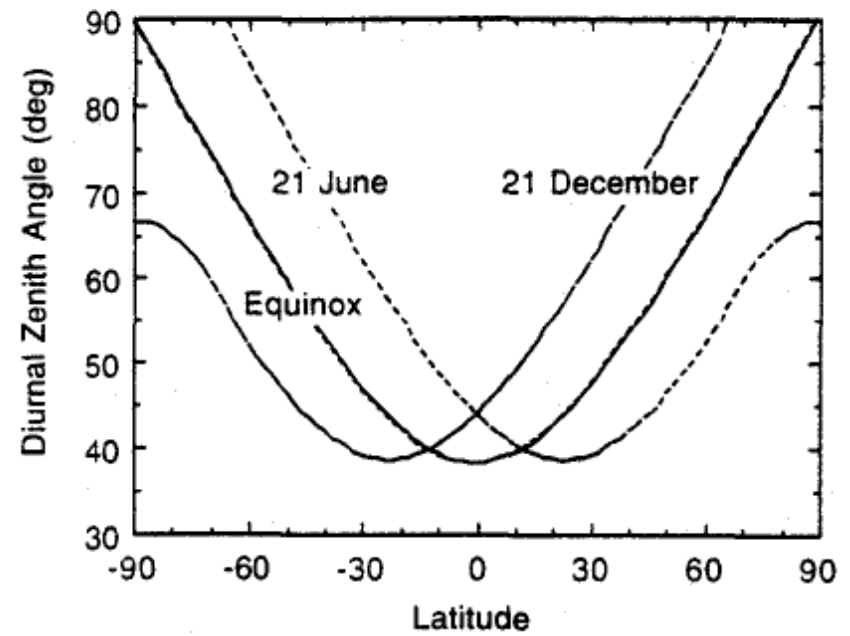
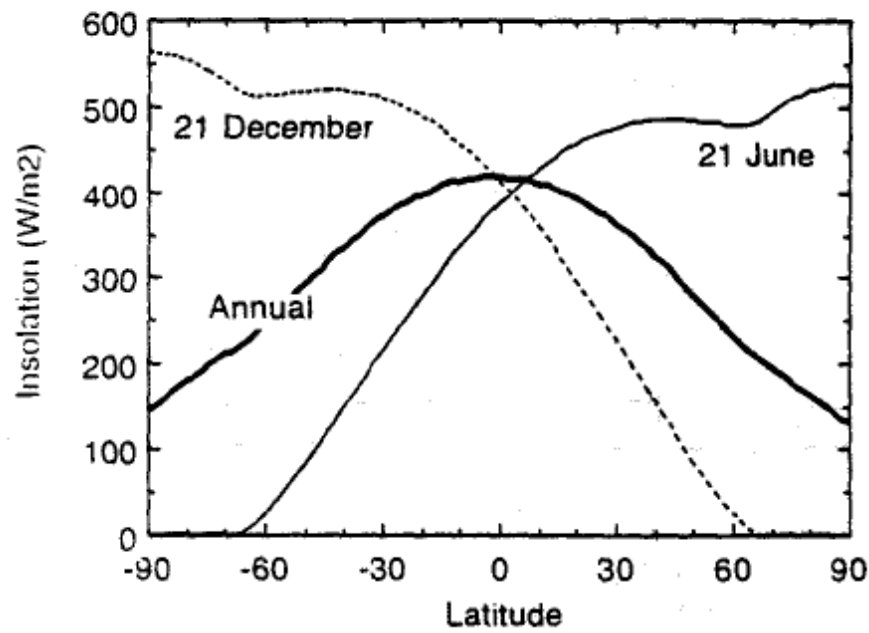
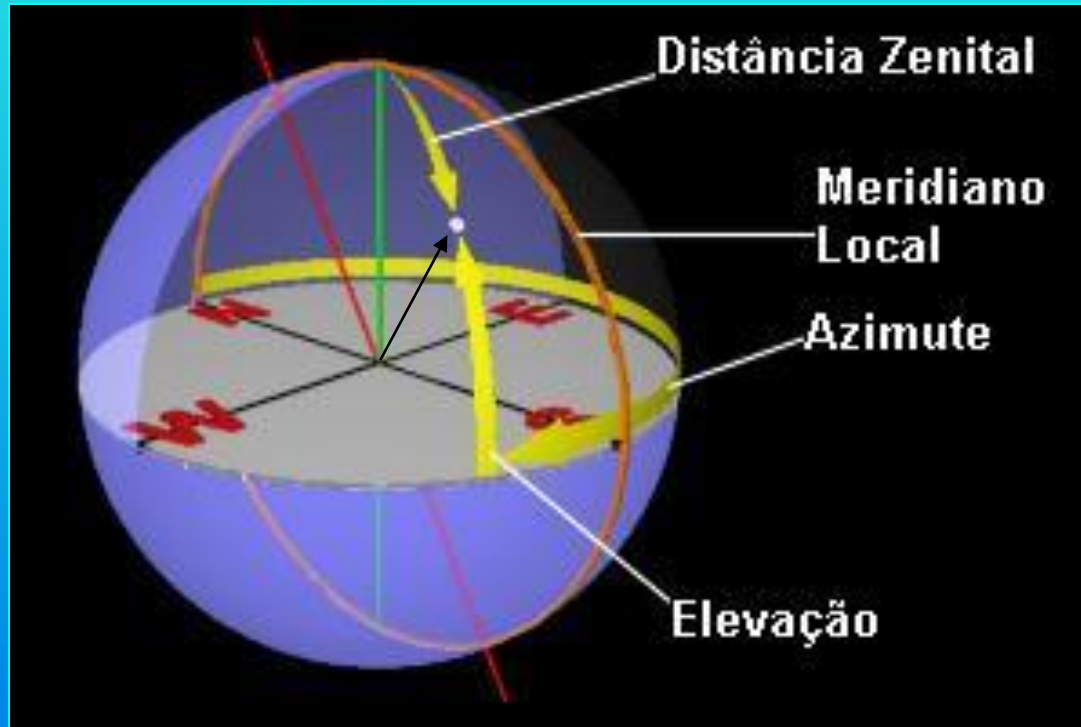


Fig. 5.6 The daily variation of the solar radiation at the top of the atmosphere as a function of latitude. The units are Wm^{-2} .

Sistema de Coordenadas Horizontal



Sistema horizontal e suas coordenadas: Azimute (A) e Distância Zenital (z). Também mostrada a elevação (h) - ângulo complementar à distância zenital. (adaptado de: <http://library.thinkquest.org/29033/begin/coordinate.htm>).

Posição do disco solar acima do horizonte

- $\cos\theta_0 = \sin\varphi\sin\delta_0 + \cos\varphi\cos\delta_0\cos H_0$
- $\sin\theta_0\sin\phi_0 = -\sin H_0\cos\delta_0$
- $\sin\theta_0\cos\phi_0 = \cos\varphi\sin\delta_0 - \sin\varphi\cos\delta_0\cos H_0$
- $H_0 = \left[UTC + \frac{\lambda}{15} - (12 - \epsilon_t) \right]$
- Buscar soluções para essas equações!
- Para quais valores de θ_0 o disco solar estará acima do horizonte?

onde

- θ_0 é ângulo zenital solar
- ϕ_0 é o ângulo azimutal solar
- φ é a latitude
- λ é a longitude
- δ_0 é a declinação solar
- H_0 é o ângulo horário
- E_t é a equação do tempo
- tempo UTC

- Equação do tempo, $E_t \Rightarrow$ correção devido ao fato do dia solar não ter exatamente 24 horas
- Exemplo: por do sol (ocaso solar) $\Rightarrow \theta_0 = 90^\circ$

Radiação terrestre

- Radiação de onda longa, infravermelha ou termal
- A radiância espectral emitida pela superfície é:

$$L_{\lambda}(T) = \varepsilon_{\lambda} B_{\lambda}(T)$$