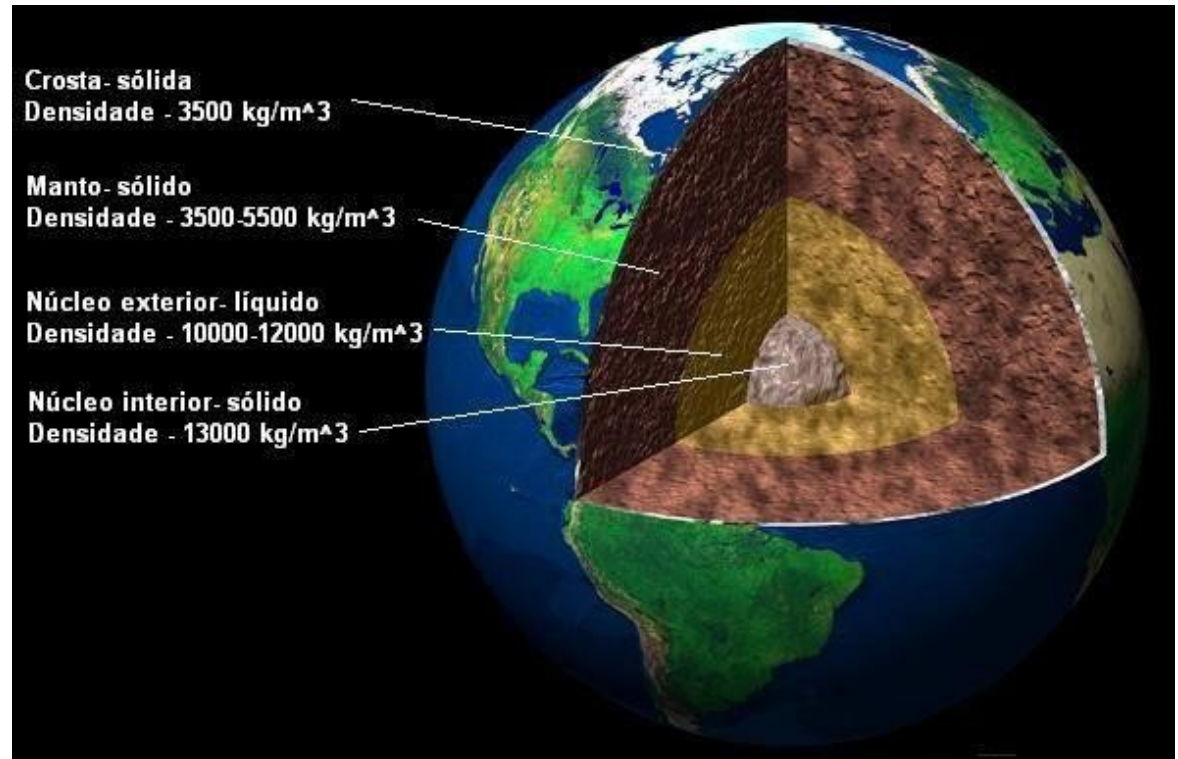


# A Terra



Diâmetro Equatorial: 12.756,28 km

Diâmetro polar: 12.713,5 km => achatamento de 0,3%

Massa:  $5,98 \times 10^{24}$  kg ( $\sim 6 \times 10^8$  T ou 0,6 bi T) => Densidade Média: 5.522 kg/m<sup>3</sup>  
Volume:  $1.332 \times 10^9$  km<sup>3</sup> (Densidade do Ferro: 7.870 kg/m<sup>3</sup>)

Idade: 4,5 bilhões de anos

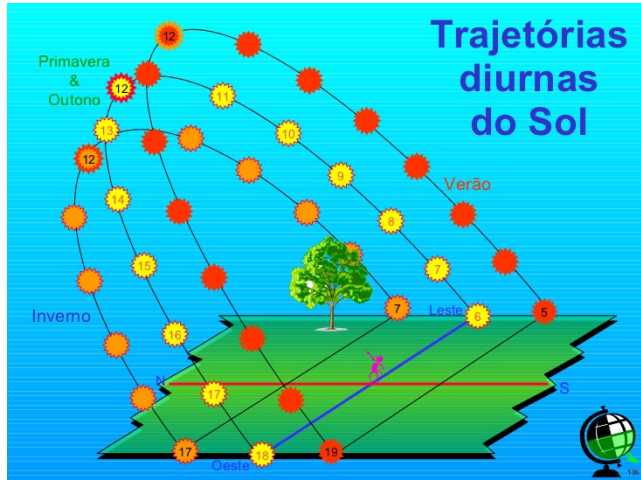
(Big Bang: 15 bi; Galáxias: 13 bi; Primeiras estrelas: 10 bi; Sol: 5 bi)

Gravidade:

$g = G M / R^2$   $G = 6,67 \times 10^{-11}$  m<sup>3</sup> / kg s<sup>2</sup> => 9,8 m/s<sup>2</sup>

# Movimentos Aparentes

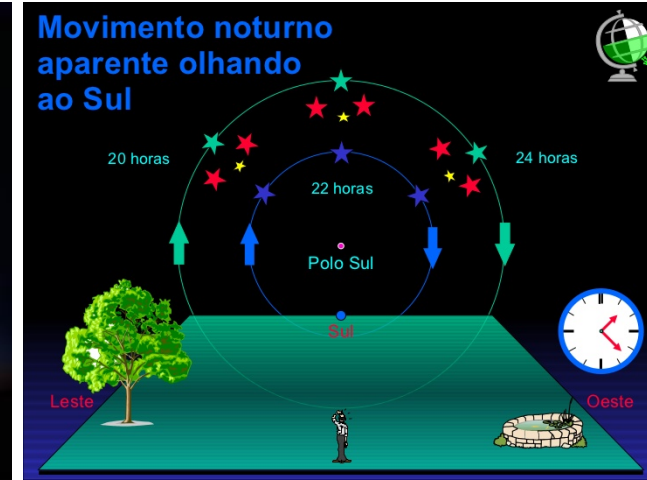
Movimento do Sol



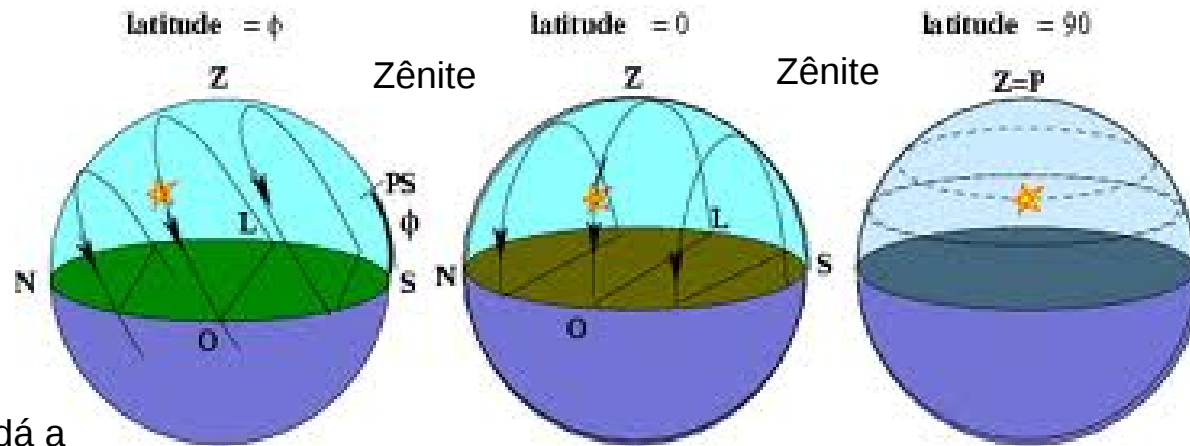
Movimento da Lua



Movimento das Estrelas



(Stellarium)



A altura do pólo celeste dá a latitude local.

Estrelas circunpolares

# Rotação da Terra (Dia e Noite)



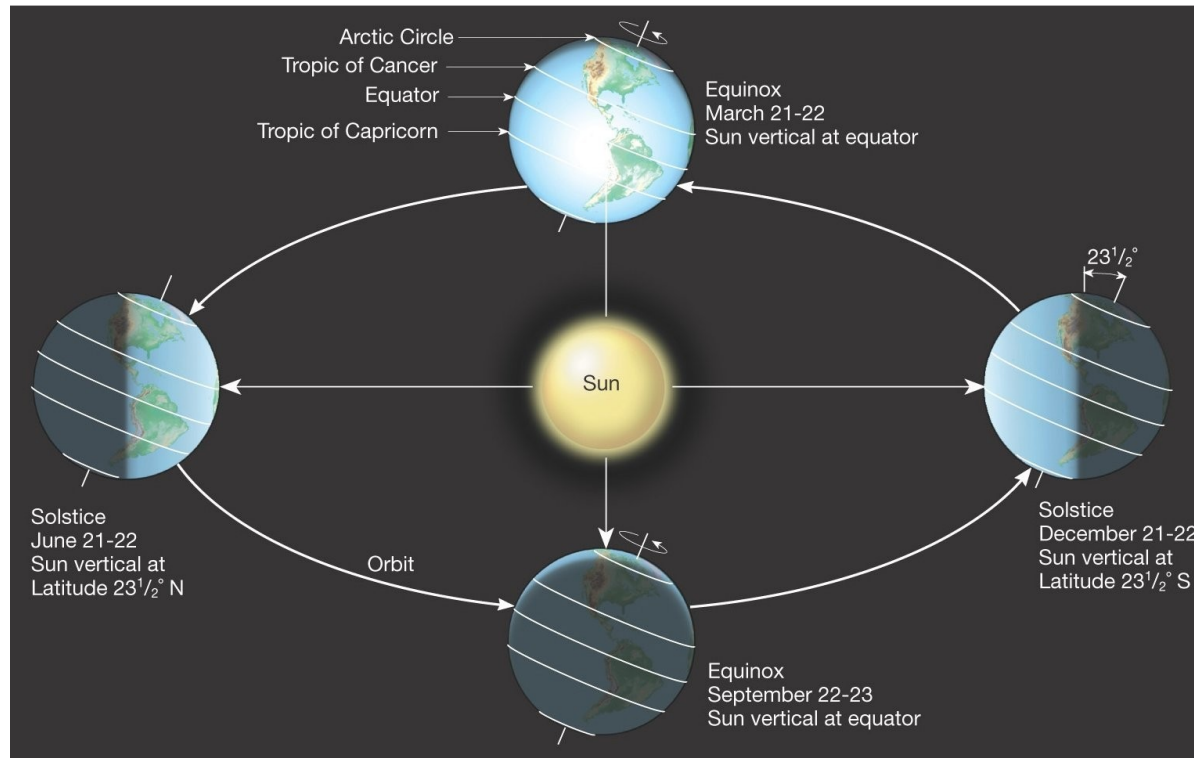
Terminador



<https://www.youtube.com/watch?v=bkvJeuo5UFo> <https://www.youtube.com/watch?v=HI5m6pq0eSQ>

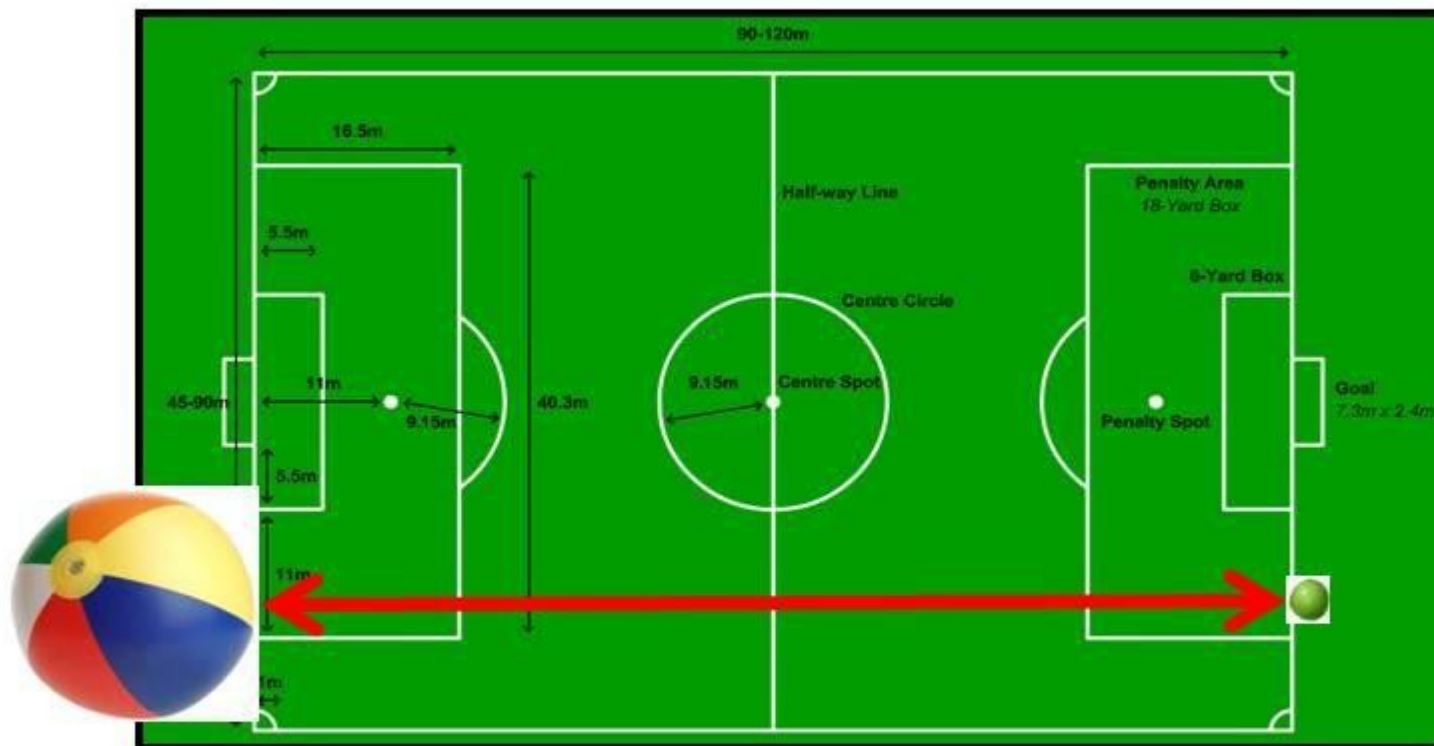
O terminador passa sempre pelos pólos sul e norte? Veremos adiante.

# Translação da Terra (Estações do Ano)





**The relative sizes, and distance apart of the Sun and the Earth, as compared to a (soccer) football field.**

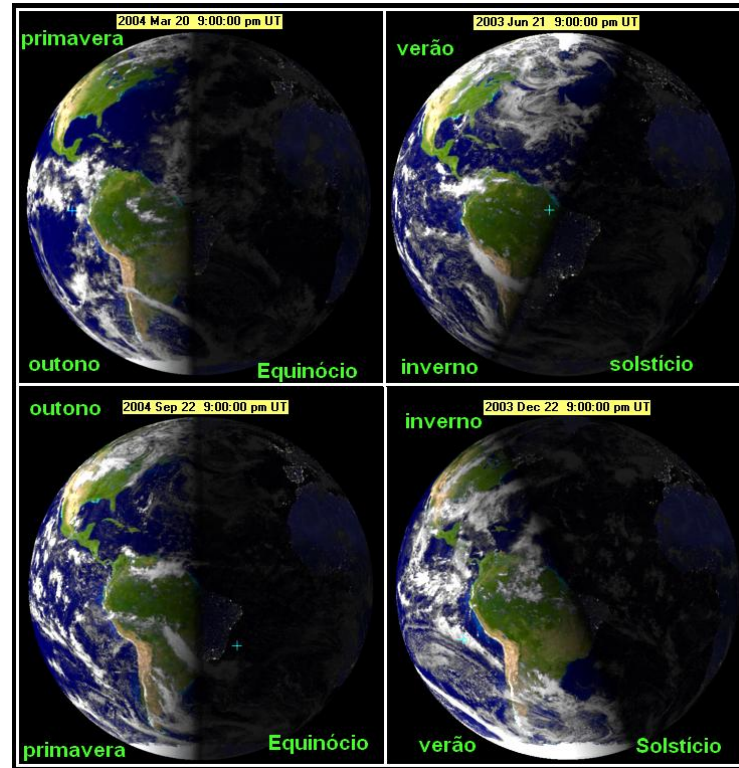
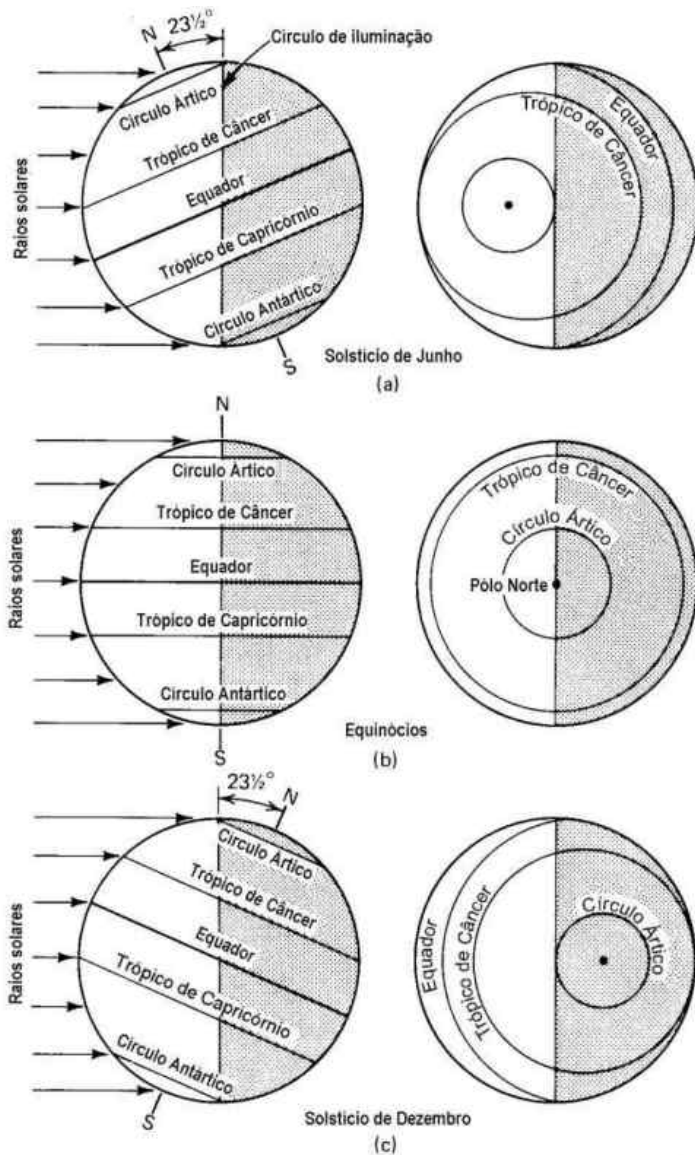


**The sun  
1 meter beach ball.**

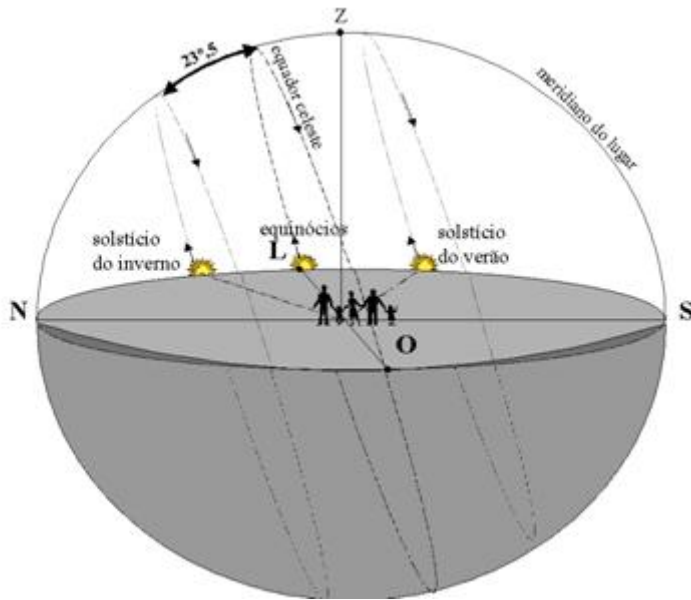
**Distance apart  
107.76 meters.**

**The Earth  
9.15mm pea.**

Terra com lat e long  
 Esfera cel com coord horiz  
 Esfera cel com coord equat

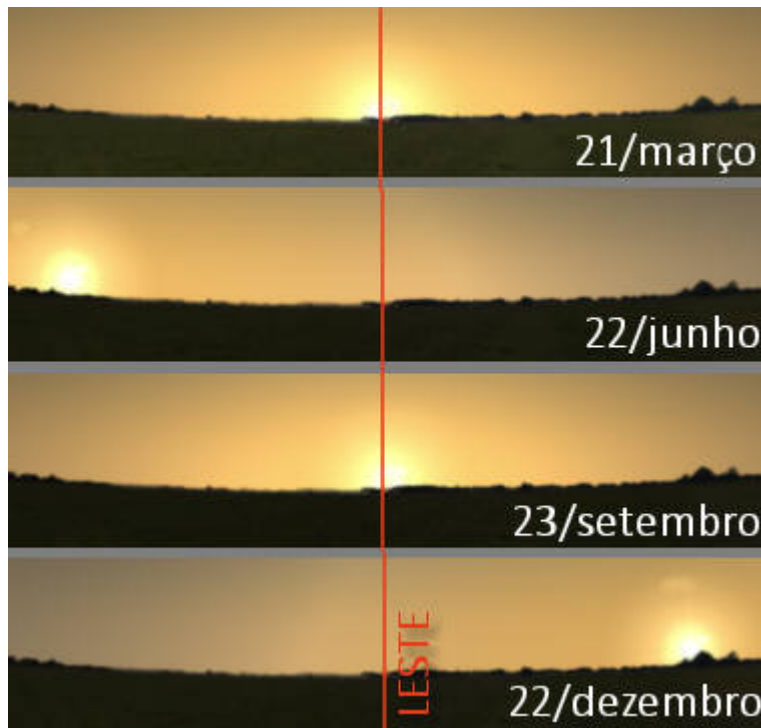


- \* **Pólos:** ponto por onde passam os terminadores durante os equinócios ( $lat=90^\circ$ );
- \* **Círculos Polares;** regiões que não recebem luz do Sol durante os solstícios ( $lat=66,5^\circ$ );
- \* **Trópicos:** Linha onde a luz do Sol incide a pino durante os solstícios ( $lat=23,3^\circ$ );
- \* **Equador:** Linha onde a luz do Sol incide a pino durante os equinócios ( $lat=0^\circ$ )

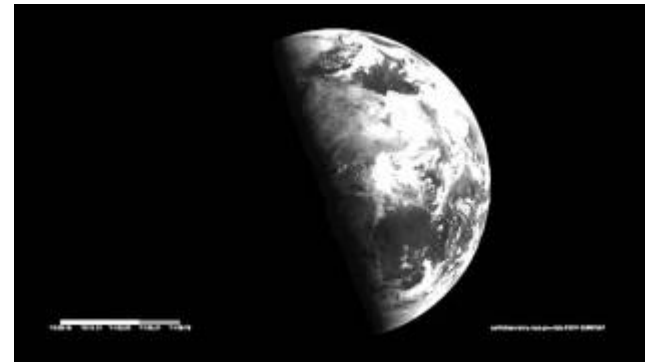


Durante o equinócio, a altura da eclíptica (ângulo entre o plano do horizonte e o plano da eclíptica) dá a latitude do local.

Vimos que também podemos obter a latitude local pela altura do pólo celeste.



Vídeo 3



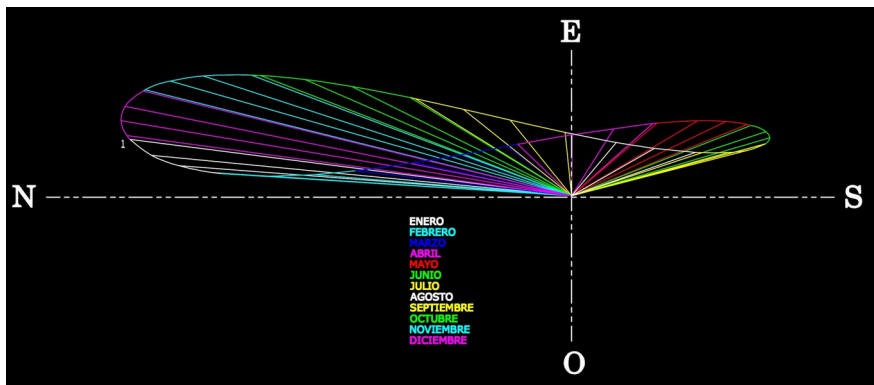
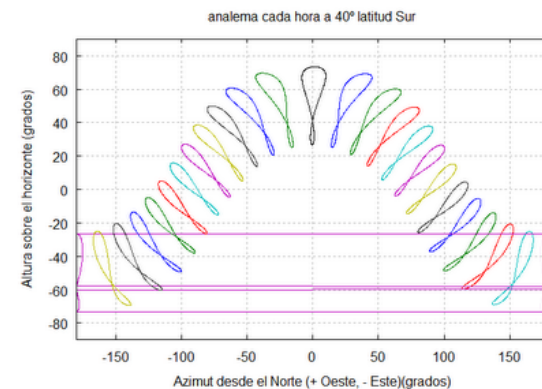
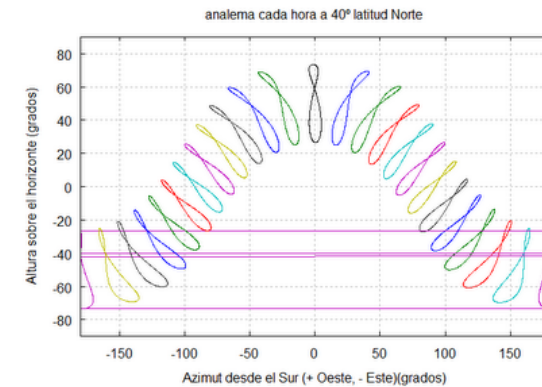
## Outros Movimentos do Sol: ANALEMA

Movimento aparente do Sol marcado, ao longo do ano, sempre num mesmo horário do dia.

O “8” será quase vertical se o horário for próximo ao meio-dia.

Motivos: – Inclinação do eixo de rotação (sobe-desce do Sol)  
– Órbita não circular (elipticidade, formando o 8)

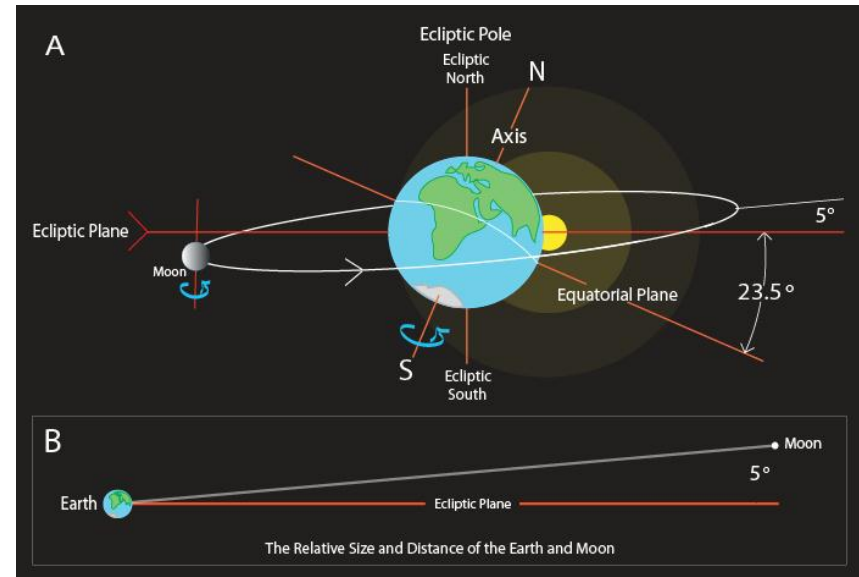
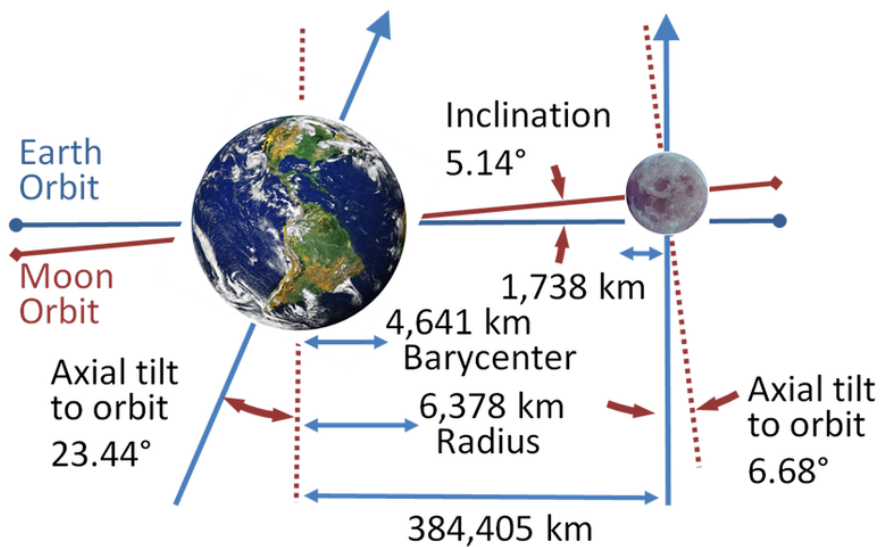
Assimetria se deve à variação da velocidade de translação da Terra.





# Movimentos da Lua

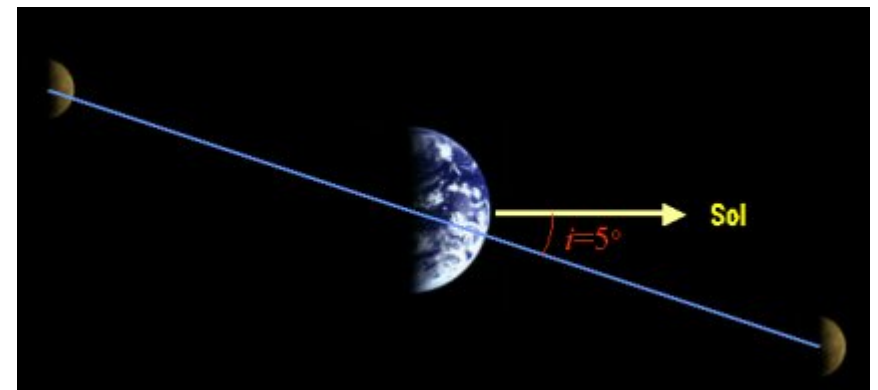
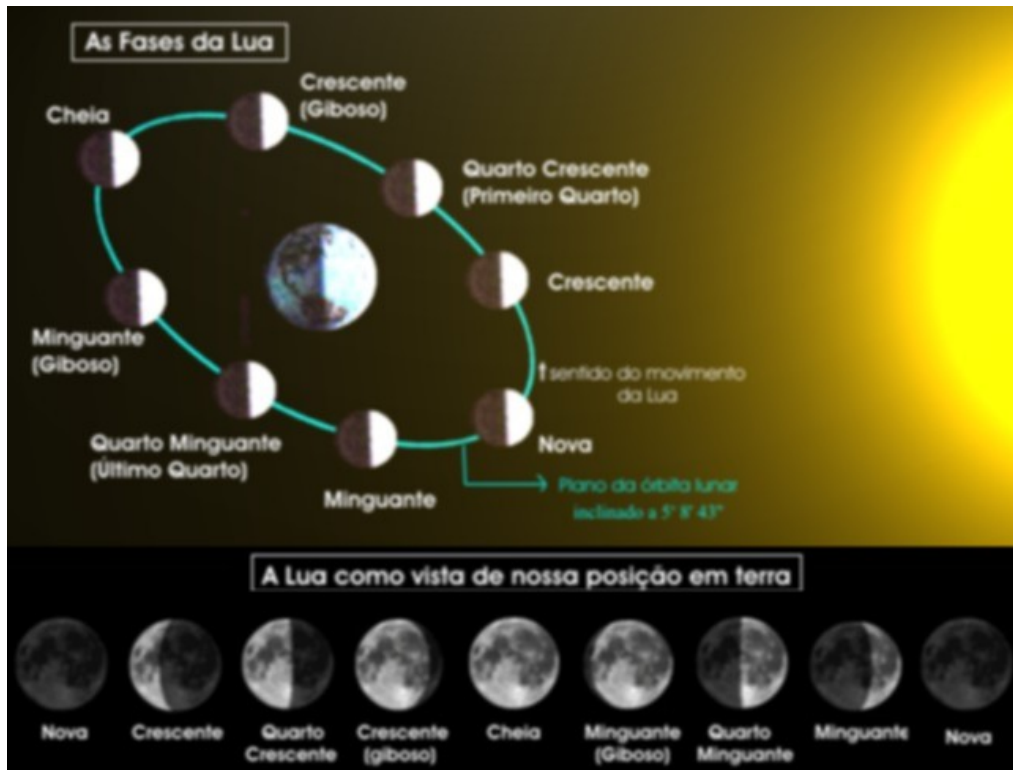
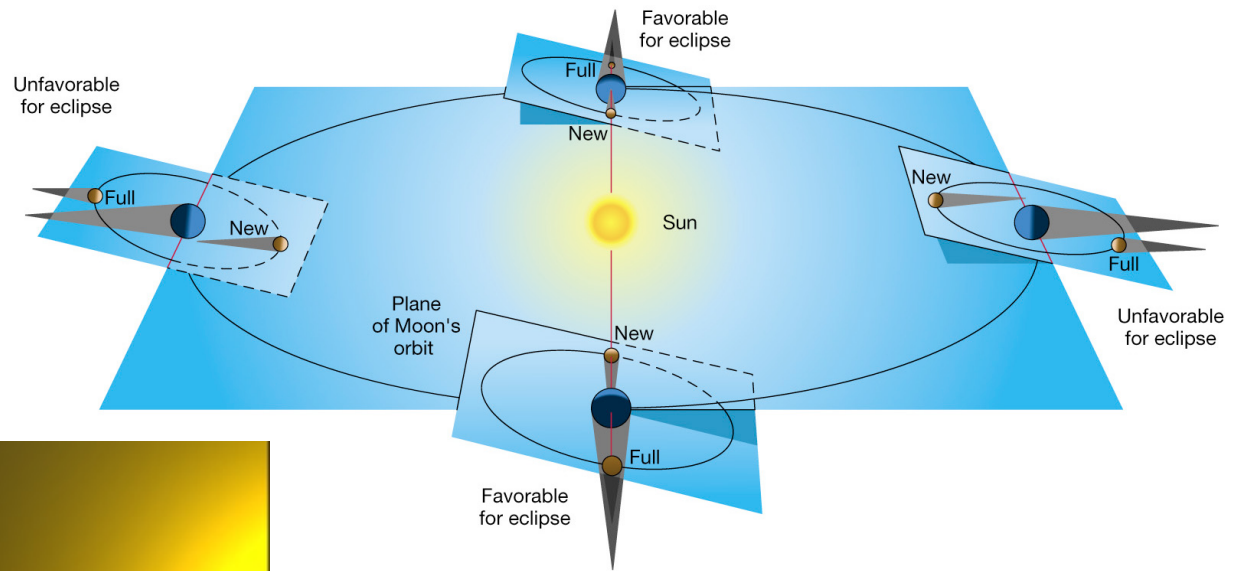
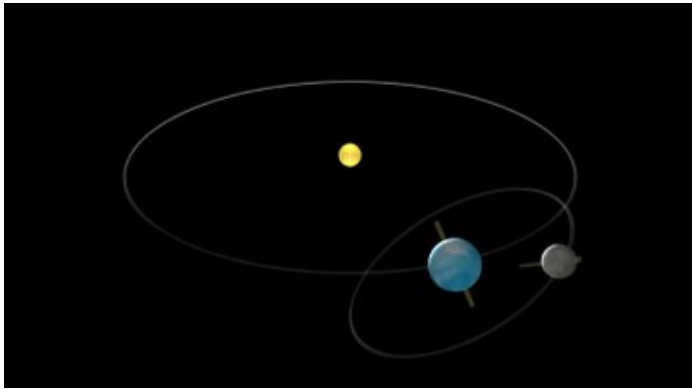
\* Rotação em torno de seu eixo e Translação em torno da Terra com mesmo período (um mês ou aproximadamente 29,5 dias) => Mesma face voltada para a Terra



Lados visível (esquerda) e oculto (direita) da Lua



\* Translação, junto com a Terra, em torno do Sol => Fases da Lua



### Lua Nova (começa quando está 0% iluminada)

- \* Lua e Sol na mesma direção => durante o dia
- \* Nasce  $\approx$  6h e se põe  $\approx$  18h  
DEPOIS: nasce cada vez mais tarde e se põe no início da noite
- \* A leste do Sol => face oeste iluminada

### Lua Quarto-Crescente (começa quando está 50% iluminada)

- \* 50% iluminada (semi-círculo com convexidade para oeste)
- \* Lua e Sol separados de  $90^\circ$  => Lua a leste do Sol => Lua nasce depois do Sol ( $\approx$  meio-dia) e se põe depois do Sol ( $\approx$  meia-noite)  
DEPOIS: nasce cada vez mais tarde e se põe na madrugada

### Lua Cheia (começa quando está 100% iluminada)

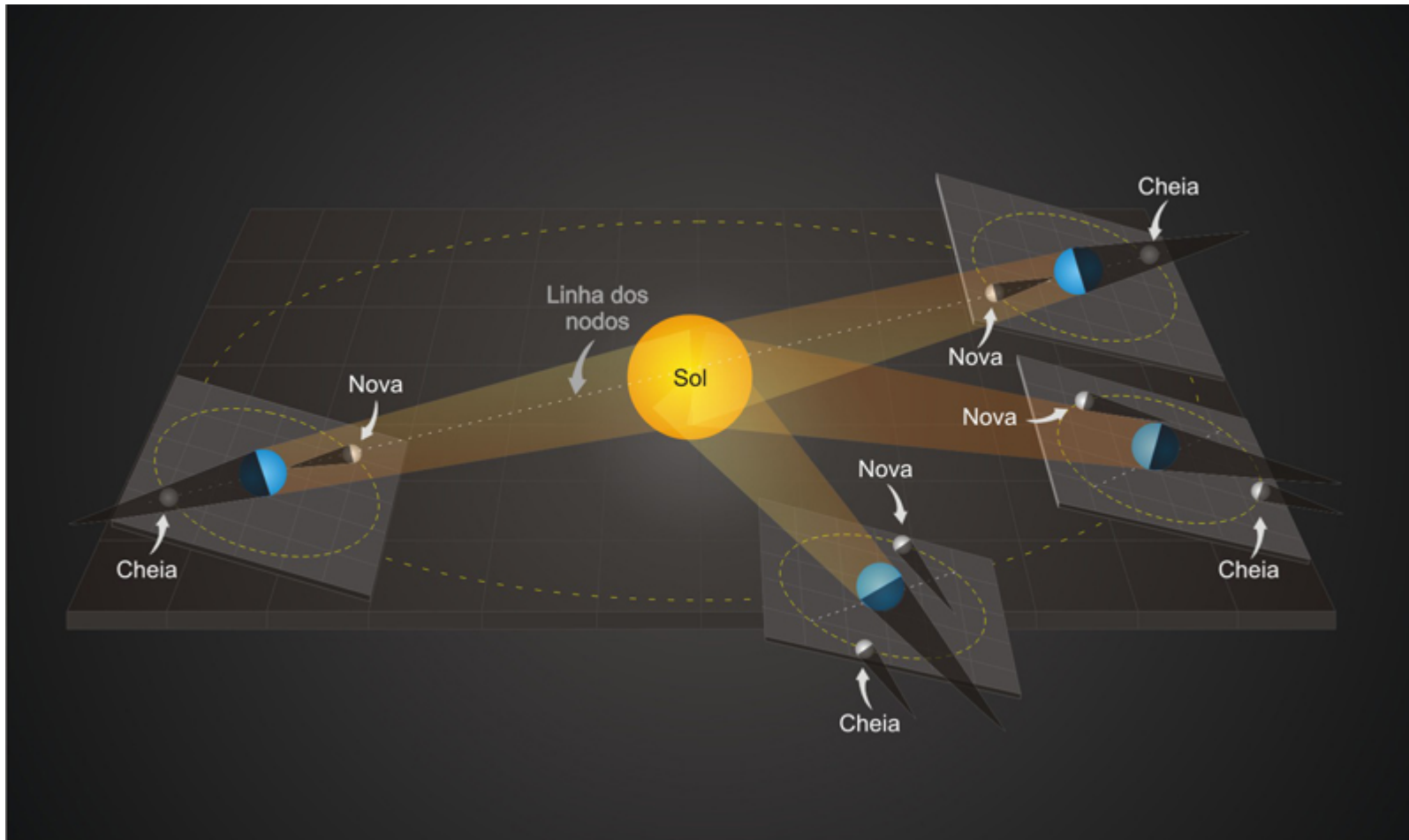
- \* 100% iluminada => durante a noite
- \* Lua e Sol estão em direções opostas ( $180^\circ$ )
- \* Nasce  $\approx$  18h e se põe  $\approx$  6h do dia seguinte  
DEPOIS: nasce cada vez mais tarde e se põe durante o dia

### Lua Quarto-Minguante (começa quando está 05% iluminada)

- \* 50% iluminada
- \* Lua a oeste do Sol => semi-círculo com convexidade para leste
- \* Nasce  $\approx$  meia-noite e se põe  $\approx$  meio-dia  
DEPOIS: nasce cada vez mais tarde e se põe à tarde.

# ECLIPSES

- \* Lunar => Quando a Terra faz sombra sobre a Lua (na fase cheia)
- \* Solar => Quando a Lua faz sombra sobre a Terra (na fase nova)



## Eclipse Lunar

**Eclipse Lunar Penumbral**  
A Lua passa pela penumbra.



**Eclipse Lunar Parcial**  
Parte da Lua passa pela umbra.



**Eclipse Lunar Total**  
Toda a Lua passa pela umbra.



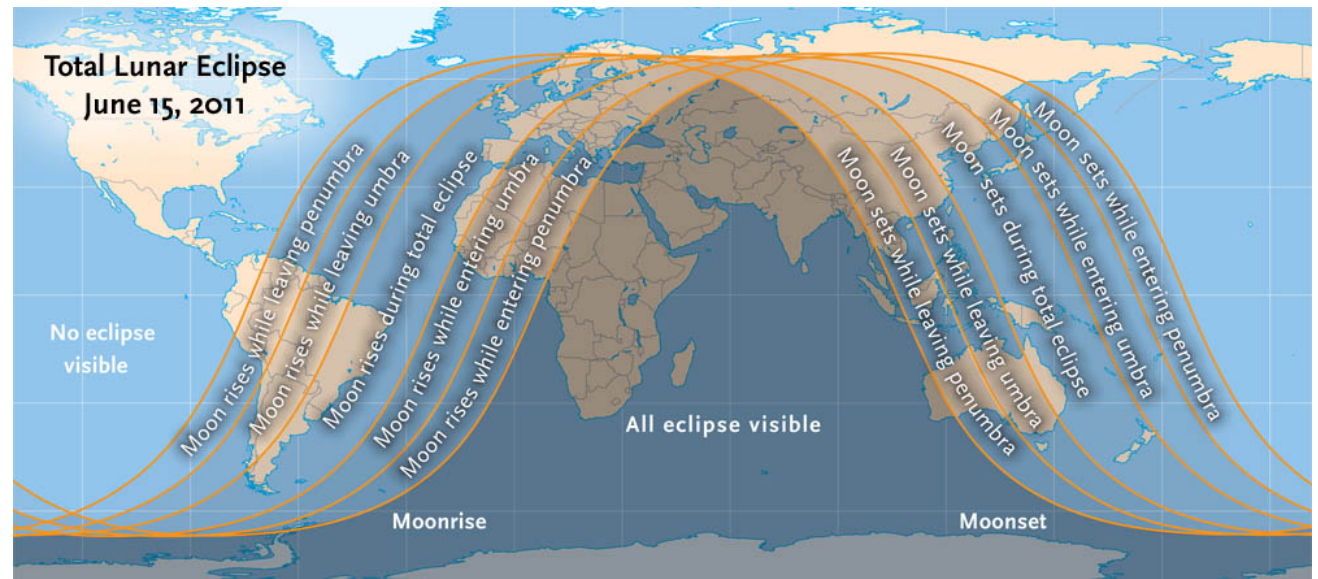
A sombra da Terra, que se estende por 1,4 milhões de km, cobre cerca de 3 luas cheias.

Um eclipse da Lua é visível por toda a parte noturna da Terra => mais freqüentes que eclipses do Sol em um dado local na Terra.

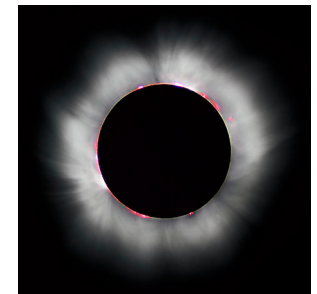
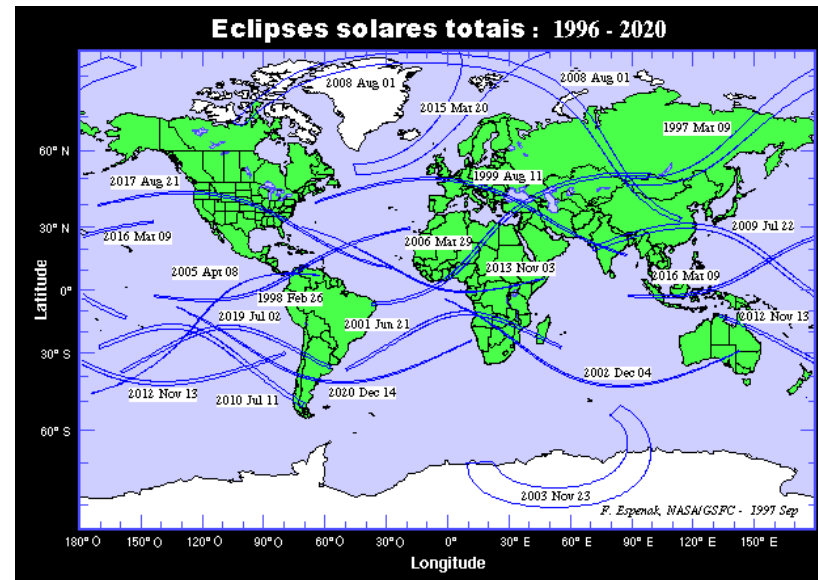
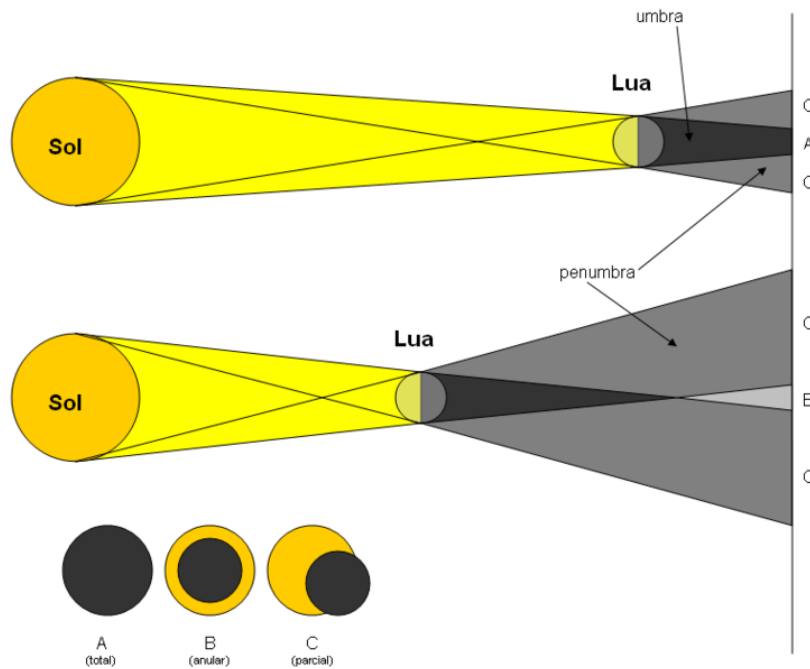
Duração máxima de um eclipse lunar: 3,8 h  
Duração da fase total é < 1,7 h.

Plano orbital da Lua inclinado  $5,2^\circ$  com relação à eclíptica => a Lua precisa estar próxima da linha de nodos para que um eclipse ocorra.

Temporada dos Eclipses:  
Aproximadamente duas vezes por ano a linha dos nodos está alinhada com o Sol e a Terra.



# Eclipse Solar



Totalidade de um eclipse total: < 7,5 min.

Eclipse solar total começa quando a Lua alcança a direção do disco do Sol, e aproximadamente uma hora depois o Sol fica completamente atrás da Lua.

“Anel de diamante”: Nos últimos instantes antes da totalidade, as únicas partes visíveis do Sol são aquelas que brilham através de pequenos vales na borda irregular da Lua.

Durante o eclipse total a coroa solar, a atmosfera externa do Sol, composta de gases rarefeitos que se estendem por milhões de km, aparece.



\* Outro movimento da Lua: Libração => Visível cerca de 59% da superfície lunar.



<https://www.youtube.com/watch?v=CctGUCECvXk>

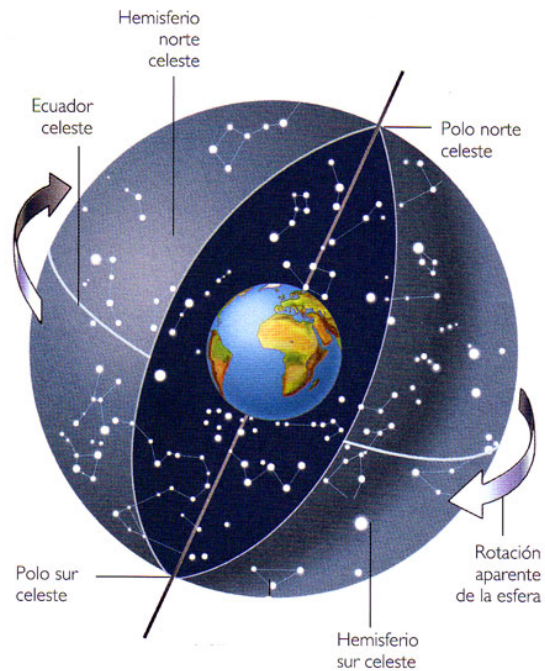
## E as estrelas?

Observamos que as estrelas giram em torno dos pólos celestes.

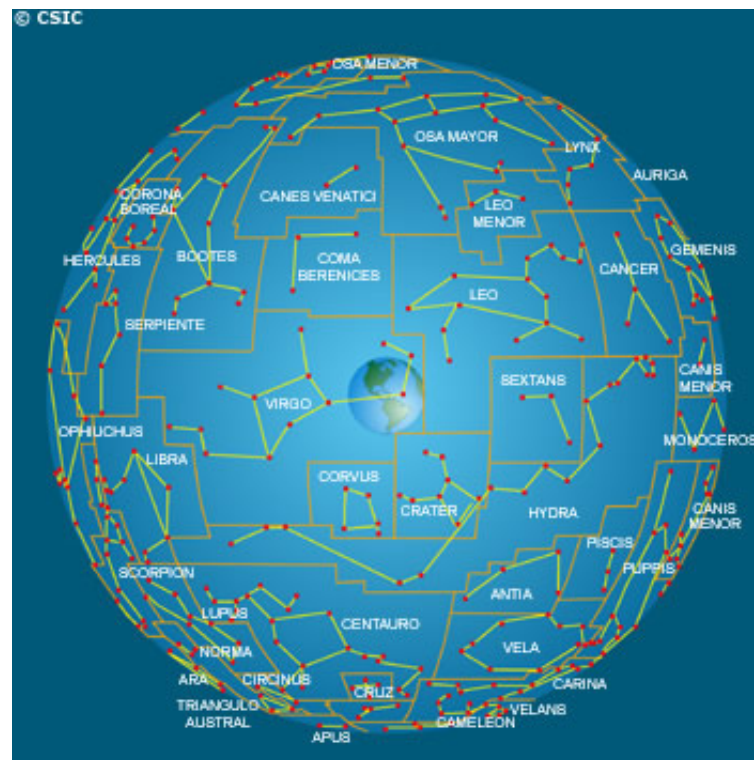
Na realidade são os movimentos de rotação e translação da Terra que geram essa sensação de movimentos das estrelas.



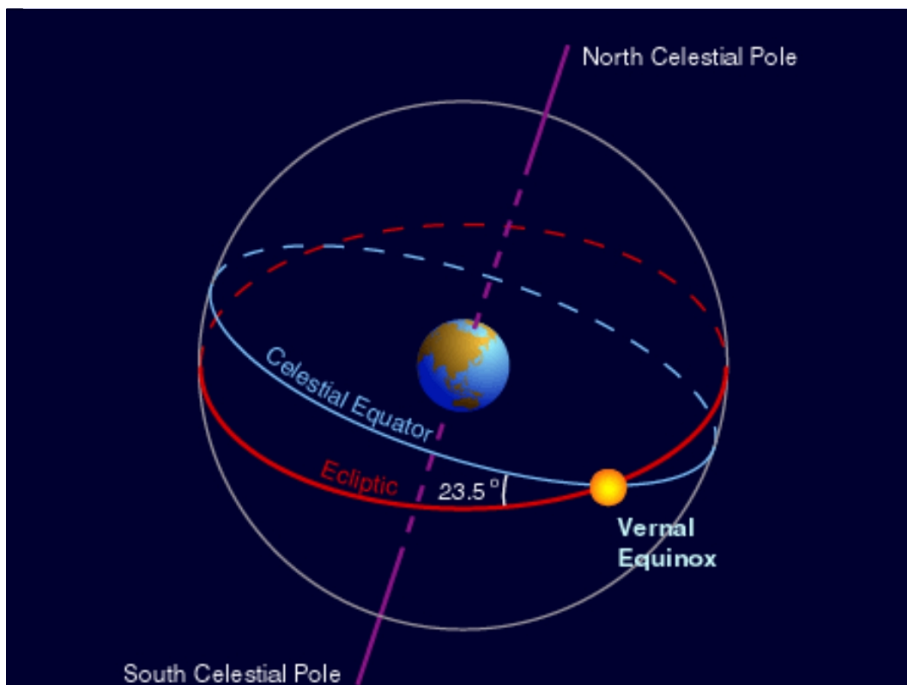
<https://www.youtube.com/watch?v=UNiNJC3UHlo>



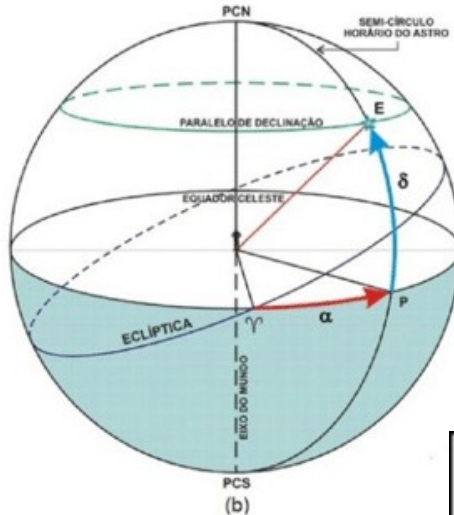
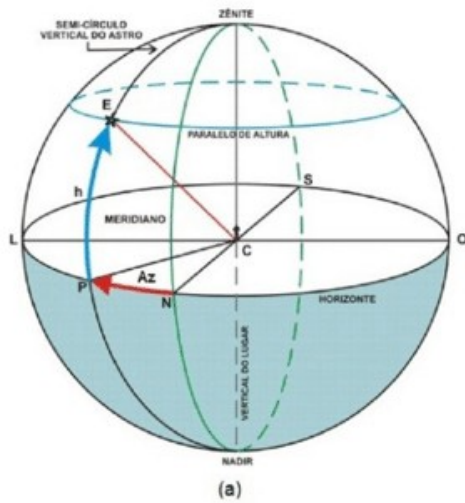
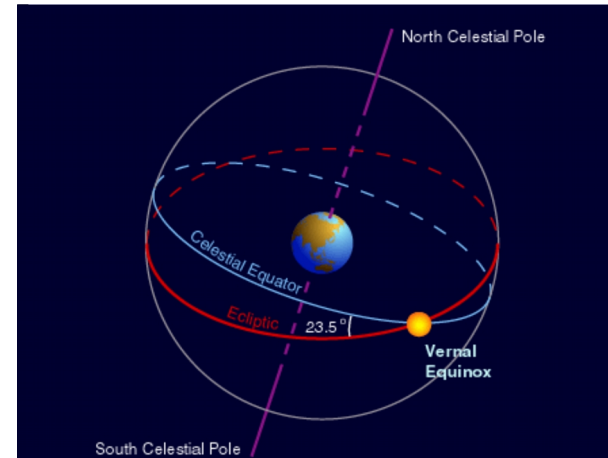
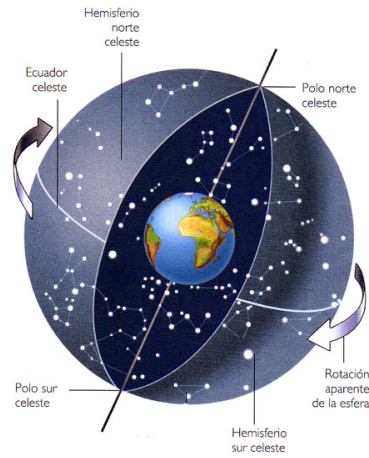
Esfera Celeste



Constelações (88 pela IAU em 1930)



Eclíptica

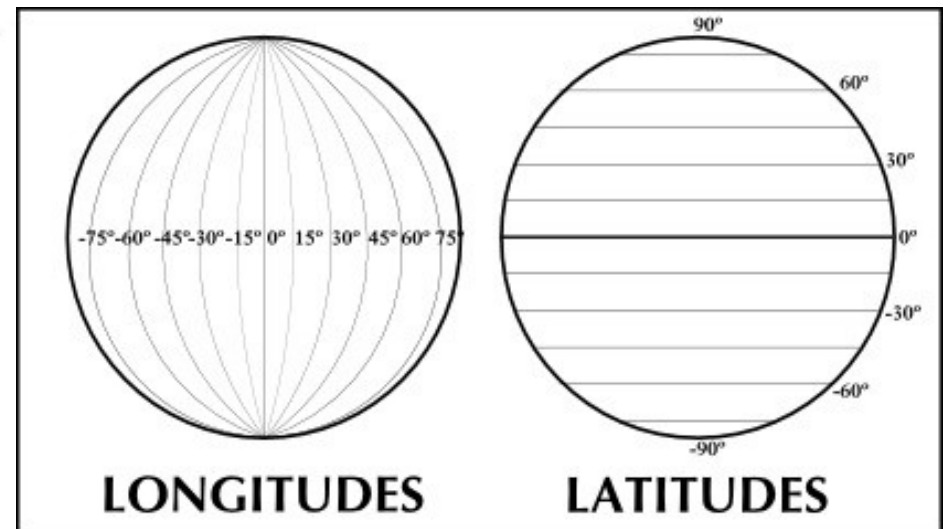


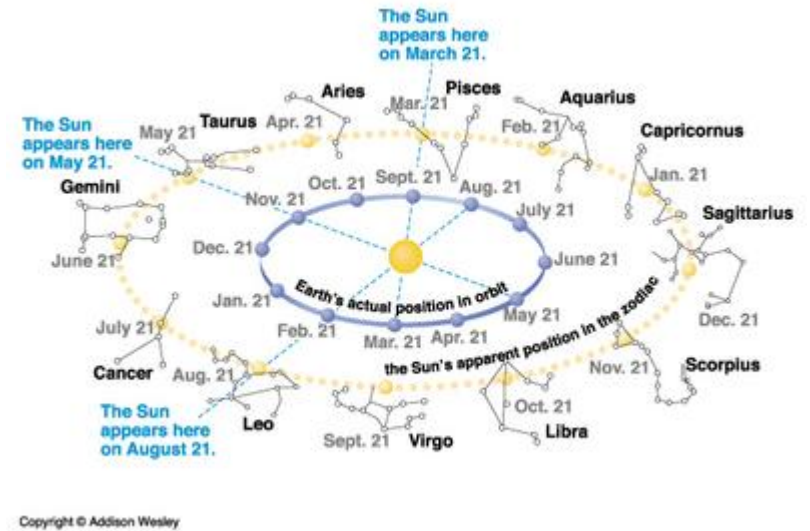
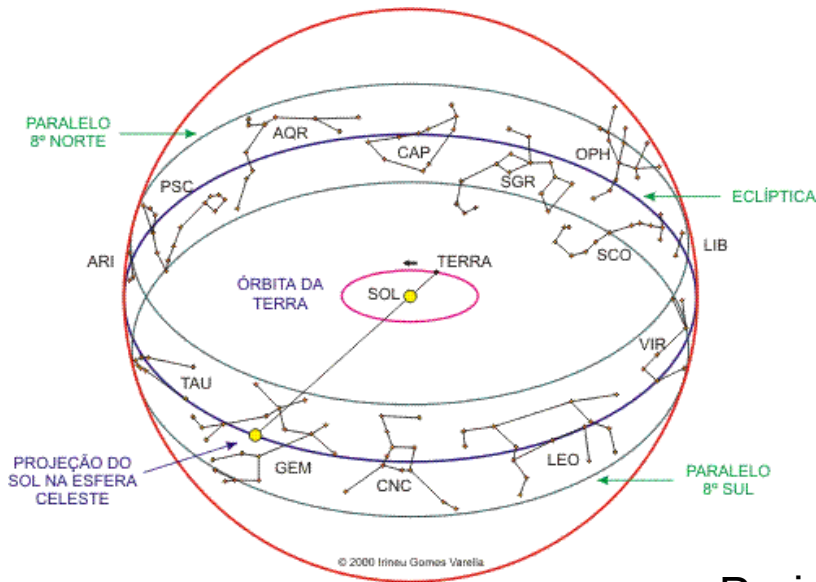
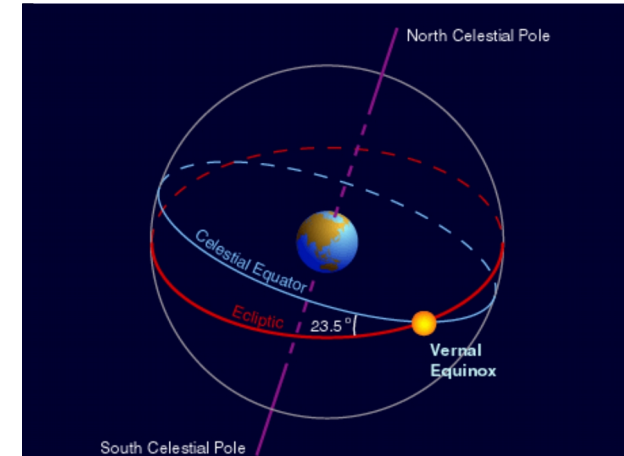
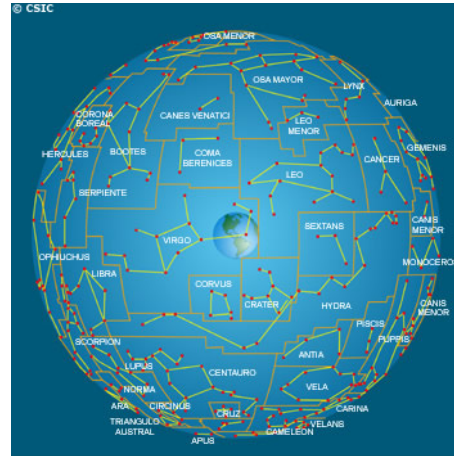
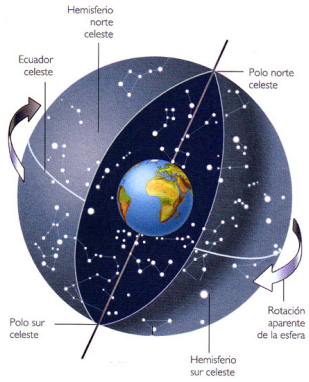
## Sistema de Coordenadas

(a) Horizontal: Altura  $h$  e Azimute  $A$

(b) Equatorial: Ascensão Reta  $\alpha$  e Declinação  $\delta$

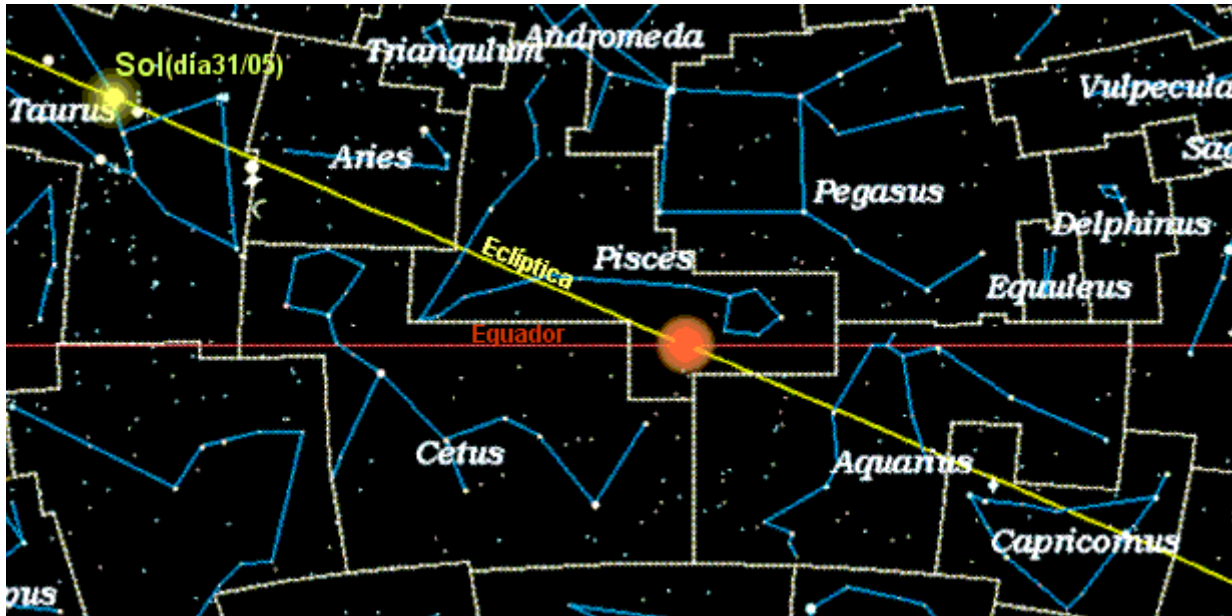
Coordenadas Geográficas: Latitude  $\lambda$   
Longitude  $\phi$



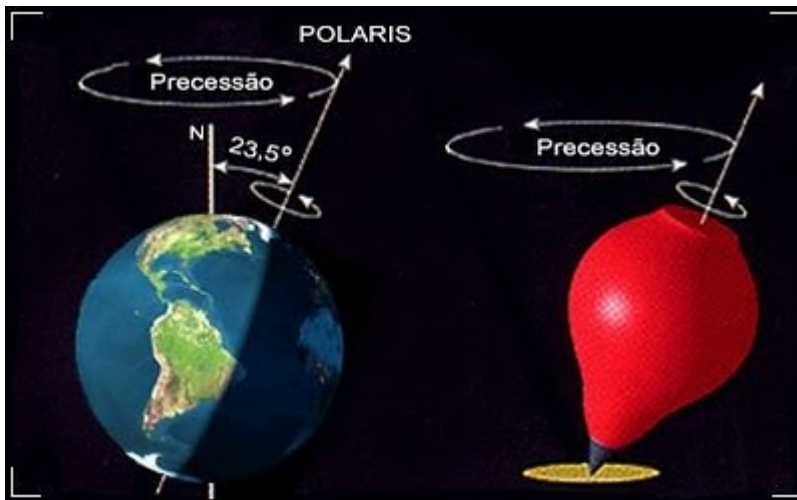


Projeção do Sol na Esfera Celeste => Zodíaco





No equinócio de outono, o Sol está em Peixes.

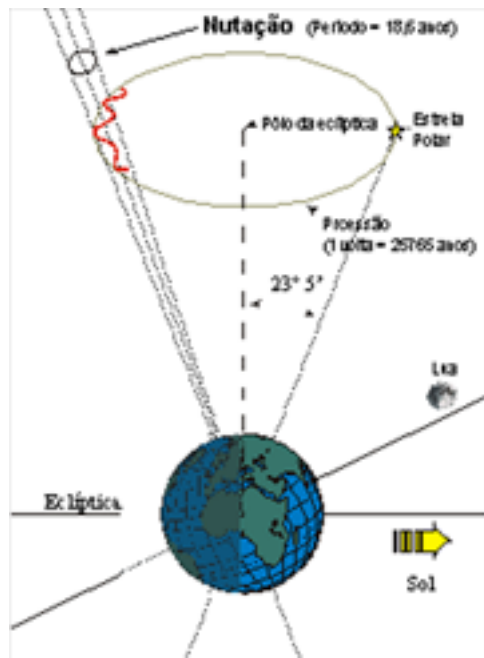


**Precessão dos Equinócios:** precessão do eixo de rotação da Terra.

Causado por torques gravitacionais devidos à Lua e ao Sol e é chamado de precessão luni-solar.

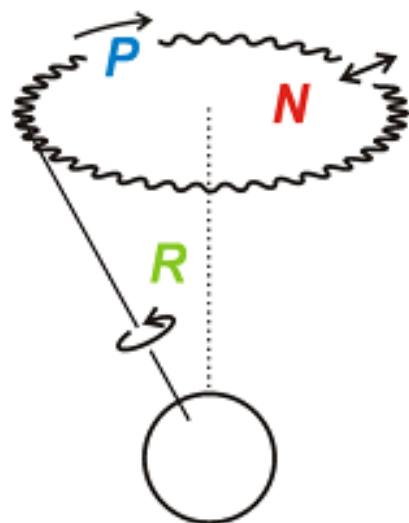
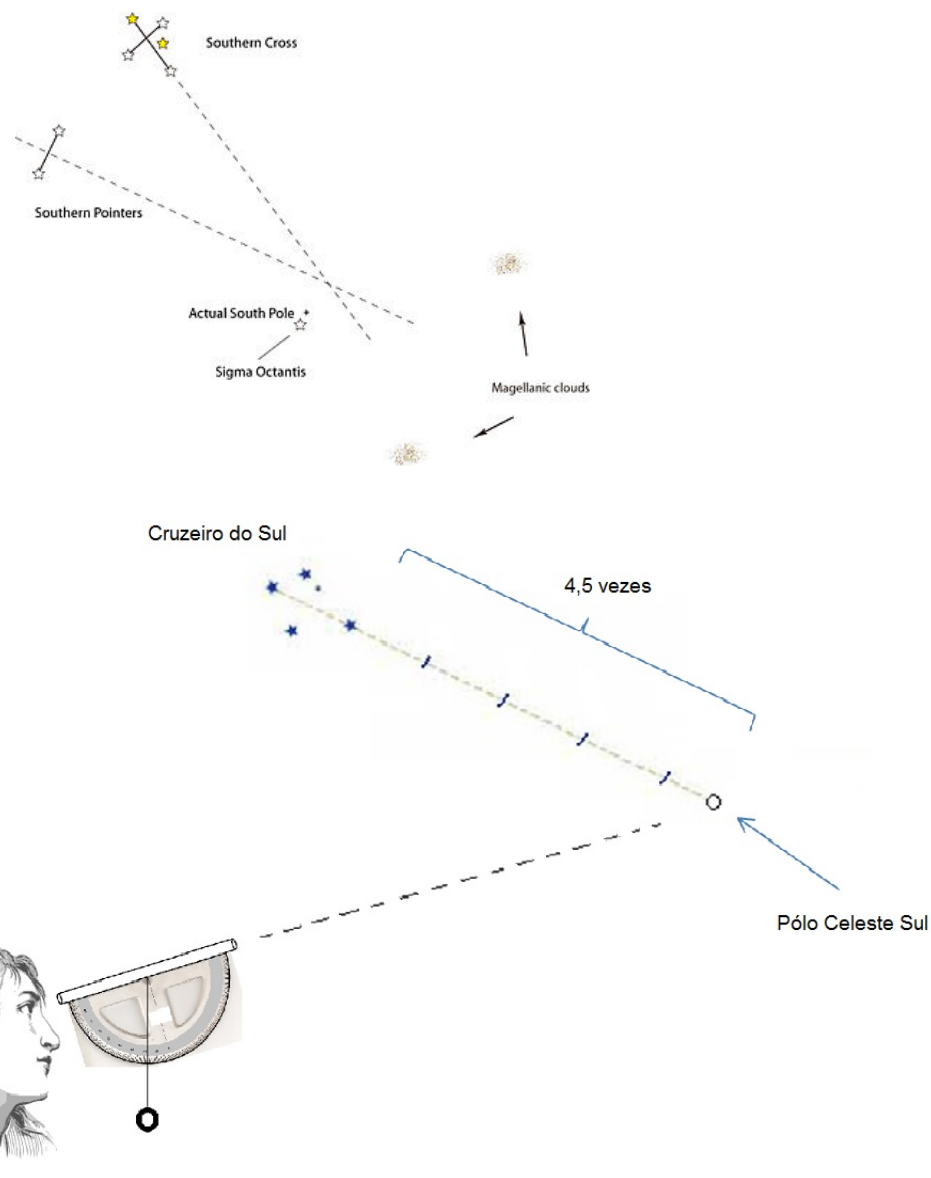
O eixo de rotação da Terra varre um cone no espaço de ângulo de vértice igual a  $23.5^\circ$  uma vez a cada 26.000 anos.





**Nutação:** pequena oscilação periódica do eixo de rotação da Terra com um ciclo de 18,6 anos.

Causada pela força gravitacional da Lua sobre a Terra.



R - movimento de Rotação  
 P - movimento de Precessão  
 N - movimento de Nutação

