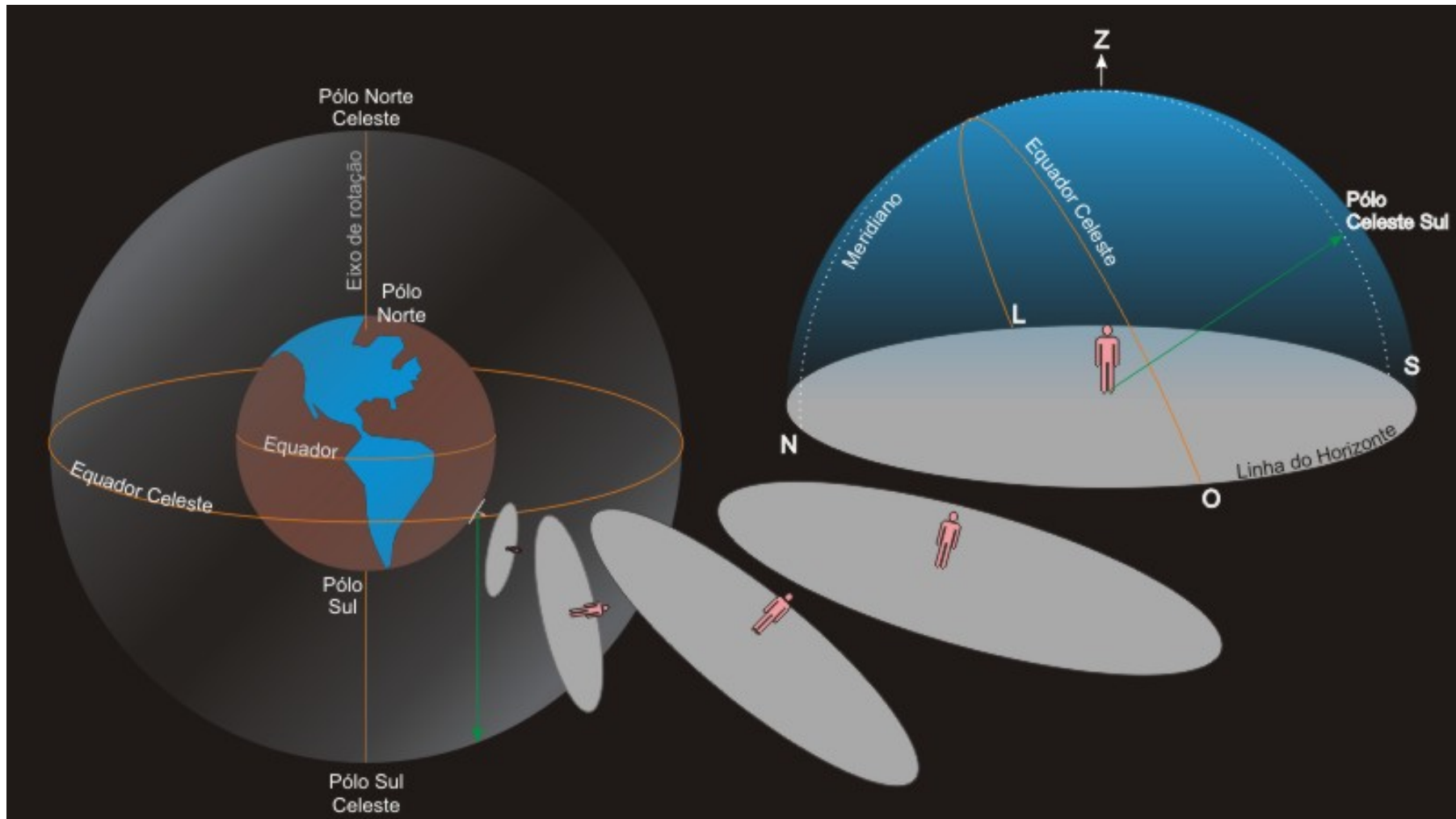


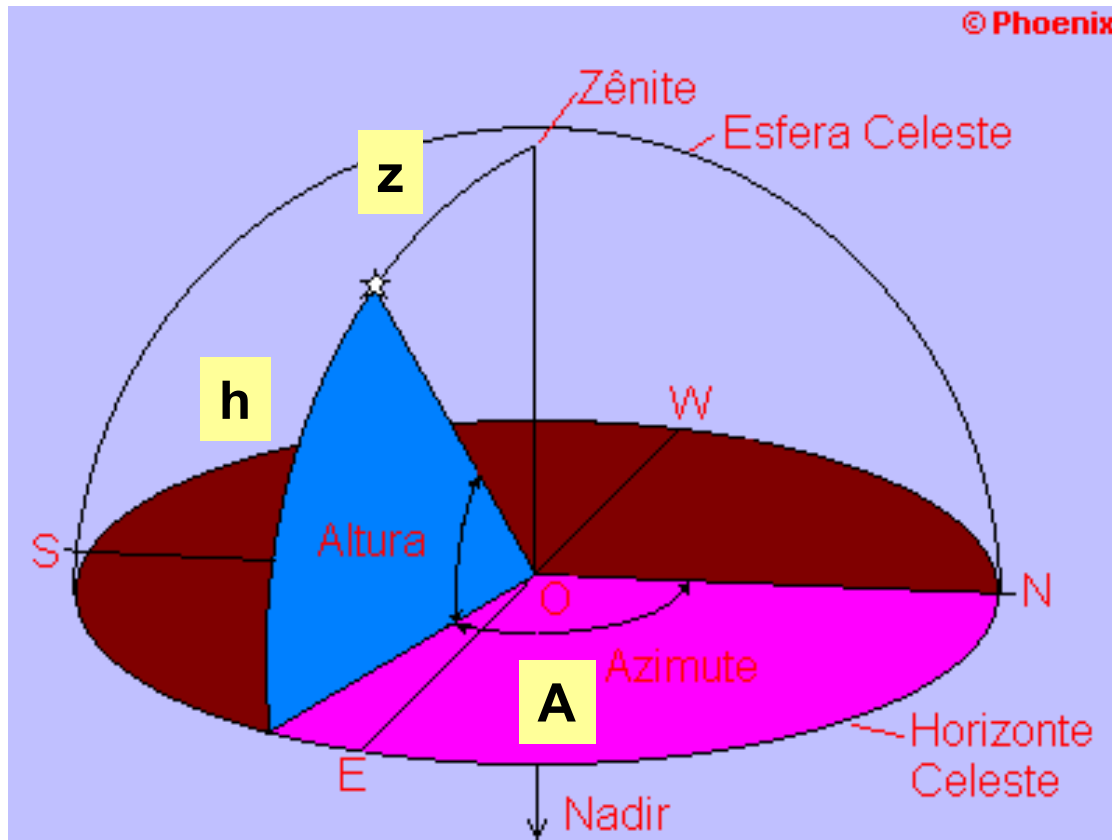
Esfera Celeste: estrelas “fixas”



<http://astro.if.ufrgs.br/coord/esferaceleste.jpg>

App interessante: **Google Sky Map**

Sistema Horizontal de Coordenadas



Coordenadas (ângulos):
altura (h): $-90^\circ \leq h \leq 90^\circ$
azimute (A) $0 \leq A \leq 360^\circ$
ambos medidos em graus

Também usado (bastante)
distância zenital (z):
 $0^\circ \leq z \leq 180^\circ$
 $z = 90^\circ - h$
também medida em graus

http://www.observatorio-phoenix.org/e_teorias/24_E01_1.gif

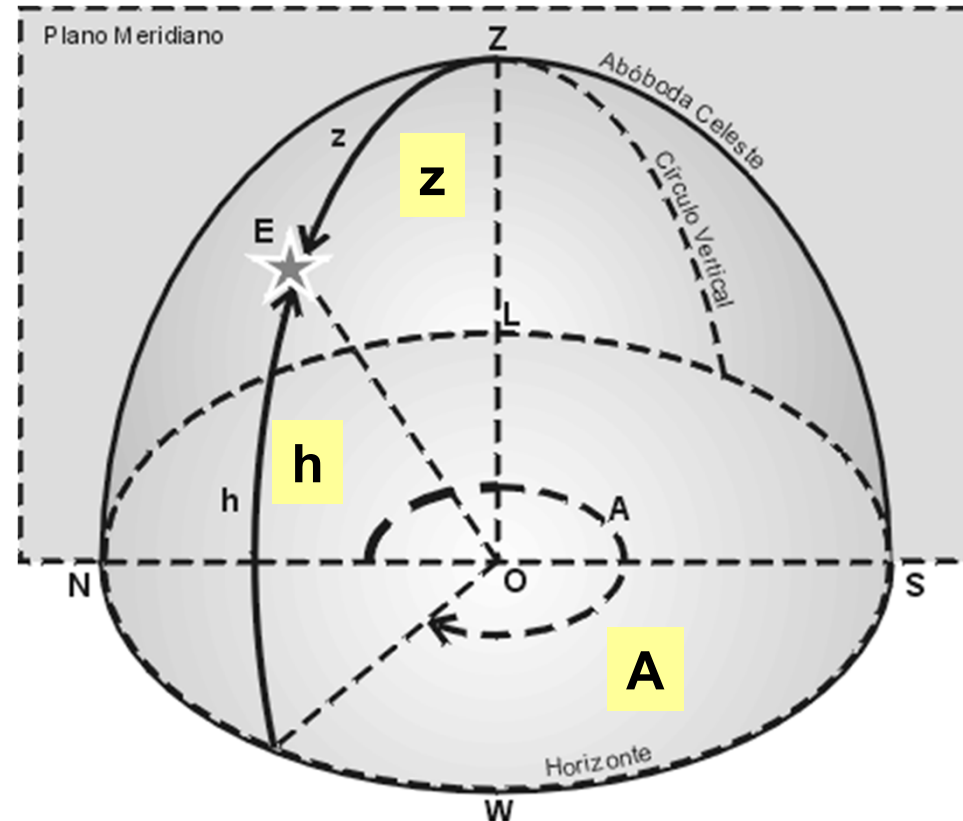
Coordenadas (A,h) de um objeto celeste (estrela, planeta, etc.) são sempre *relativas* ao ponto de observação.

Sistema Horizontal de Coordenadas

<http://www.if.ufrgs.br/oei/santiago/fis2005/textos/horizcrds.htm>

Pontos especiais:

- **Zênite (Z):** $h=+90^\circ$
- **Pontos cardeais** estão no *Plano horizontal* ($h=0$):
 - Norte (N): $A=0^\circ$ ou 360° , $h=0$
 - Leste (L): $A=90^\circ$, $h=0$
 - Sul (S): $A=180^\circ$, $h=0$
 - Oeste (O): $A=270^\circ$, $h=0$
- **Meridiano Local:** contém os pontos N, S e Z.



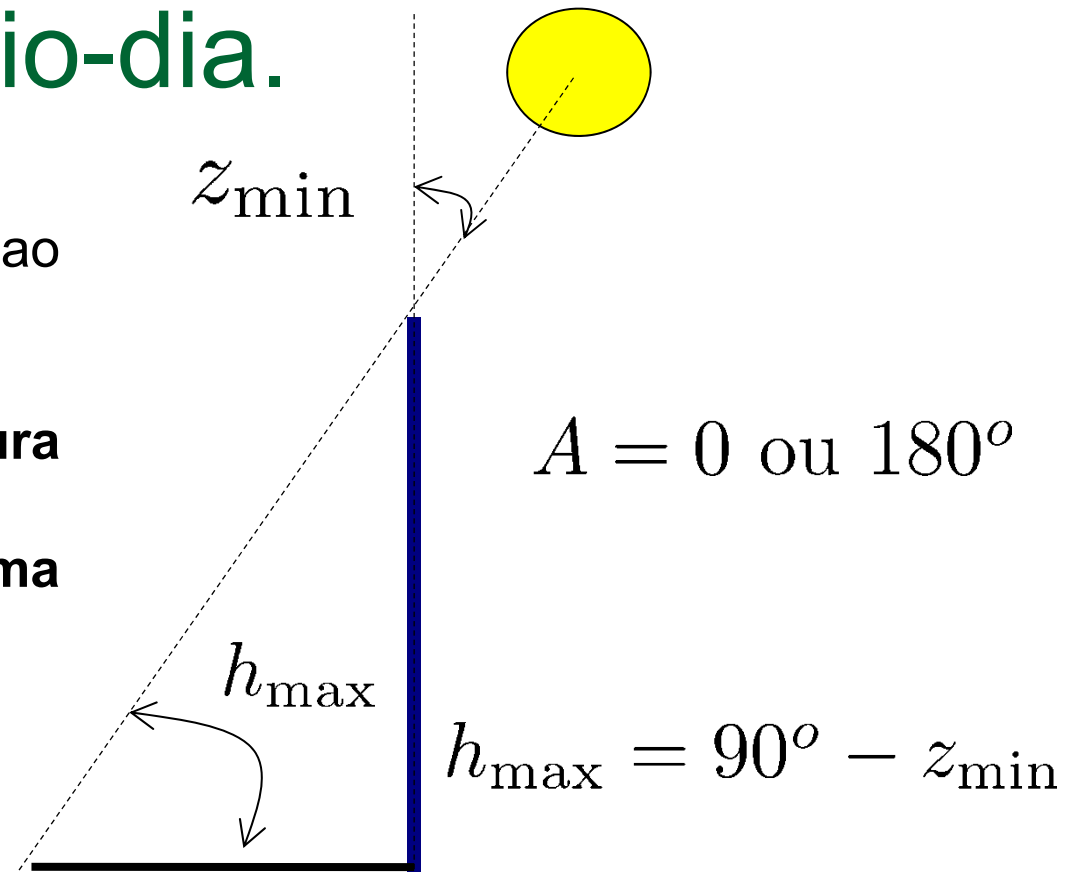
Coordenadas (A,h) de um objeto celeste (estrela, planeta, etc.) são sempre *relativas* ao ponto de observação.

Sombra ao meio-dia.

Sol cruza o *Meridiano Local* ao meio-dia solar.

Essa corresponde a **altura máxima** do sol no dia.

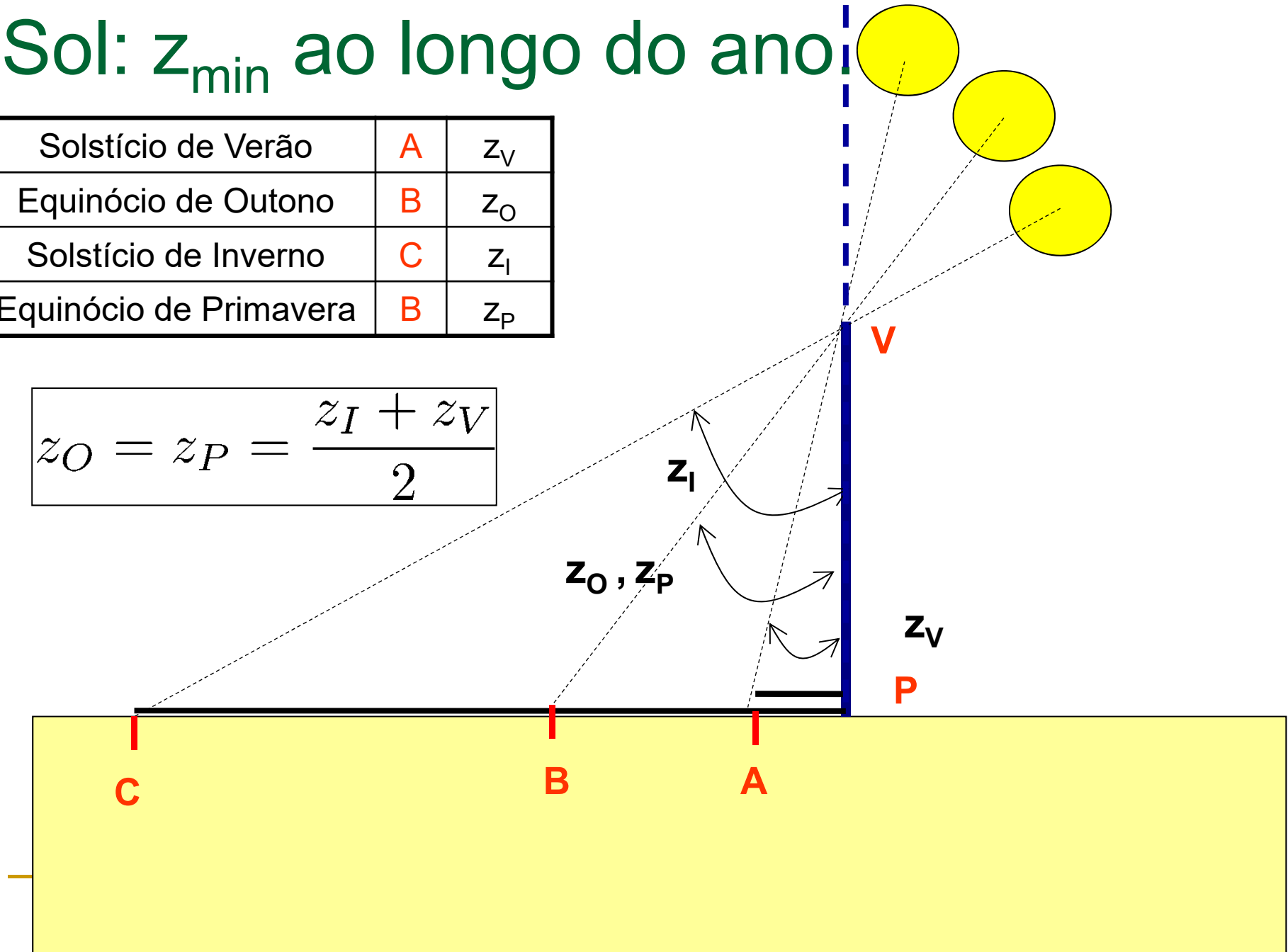
Ou à **distância zenital mínima** durante o dia.



Sol: z_{\min} ao longo do ano

Solstício de Verão	A	z_V
Equinócio de Outono	B	z_O
Solstício de Inverno	C	z_I
Equinócio de Primavera	B	z_P

$$z_O = z_P = \frac{z_I + z_V}{2}$$

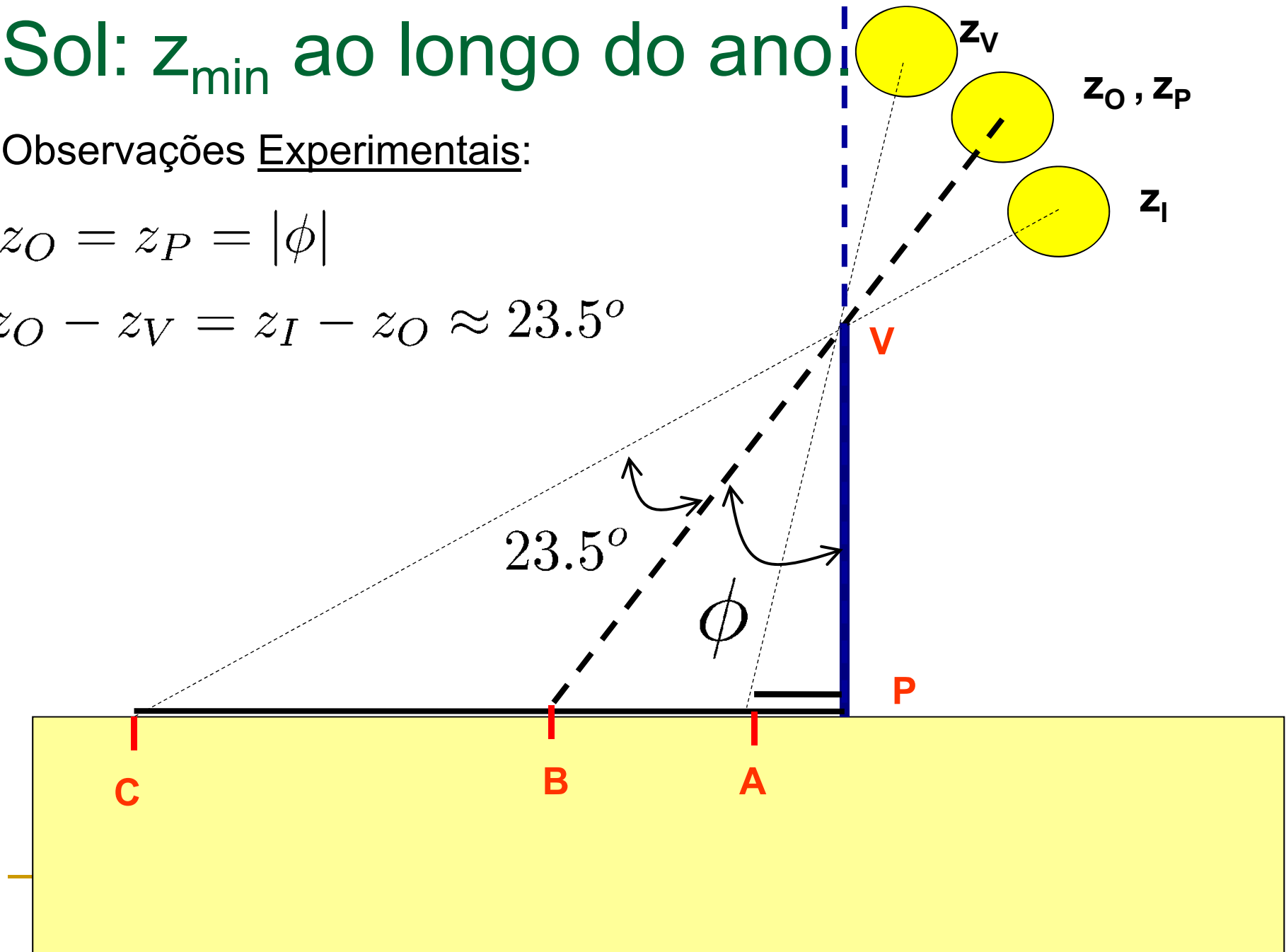


Sol: z_{\min} ao longo do ano

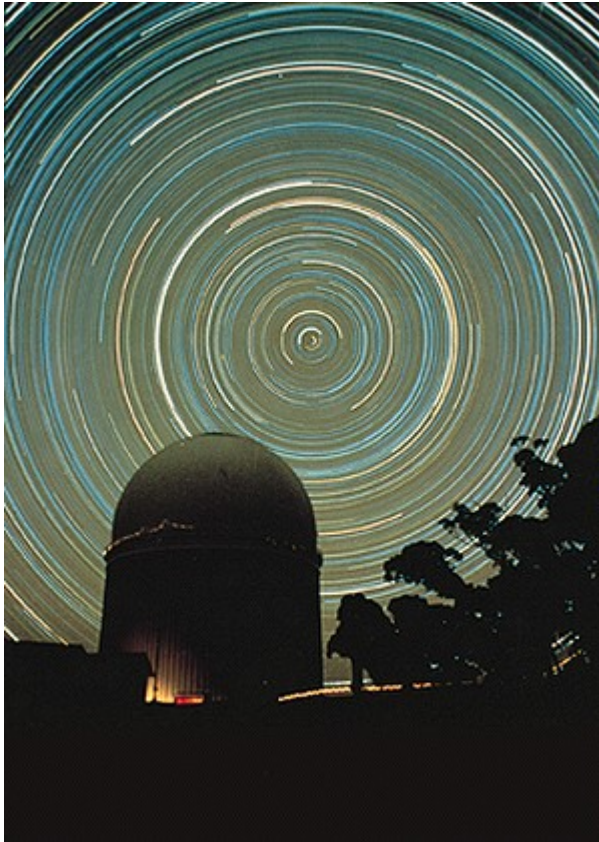
Observações Experimentais:

$$z_O = z_P = |\phi|$$

$$z_O - z_V = z_I - z_O \approx 23.5^\circ$$

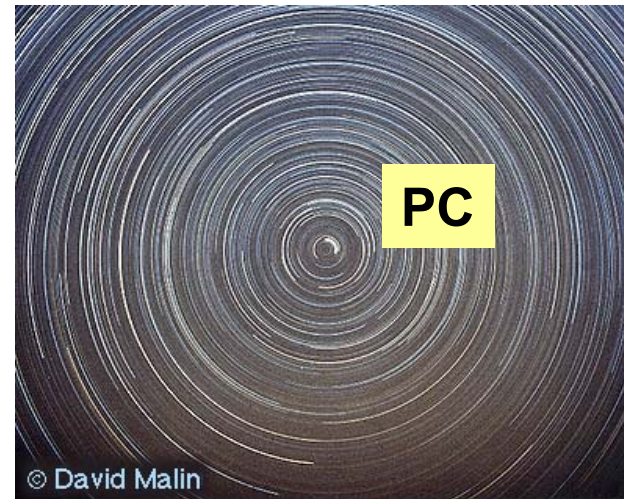


Movimento das estrelas no céu.



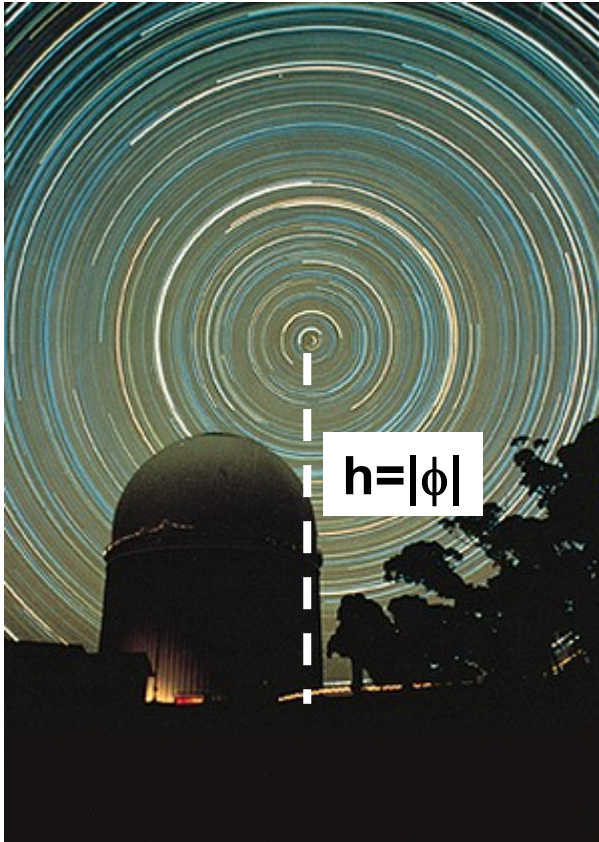
<http://astro.if.ufrgs.br/circumpolar.jpg>

- Movimento das estrelas durante o dia: de leste para oeste.
- Muitas “nascem” e “se põem”. Outras revolucionam em torno de um ponto no céu: o **Pólo Celeste (PC)**.



<https://www.youtube.com/watch?v=Fw2uktLZgLU>

Movimento das estrelas no céu.



<http://astro.if.ufrgs.br/circumpolar.jpg>

Pólo Celeste (PC).

Coordenadas (depende do observador)

- PC Norte: Azimute $A=0^\circ$.

- PC Sul: Azimute $A=180^\circ$

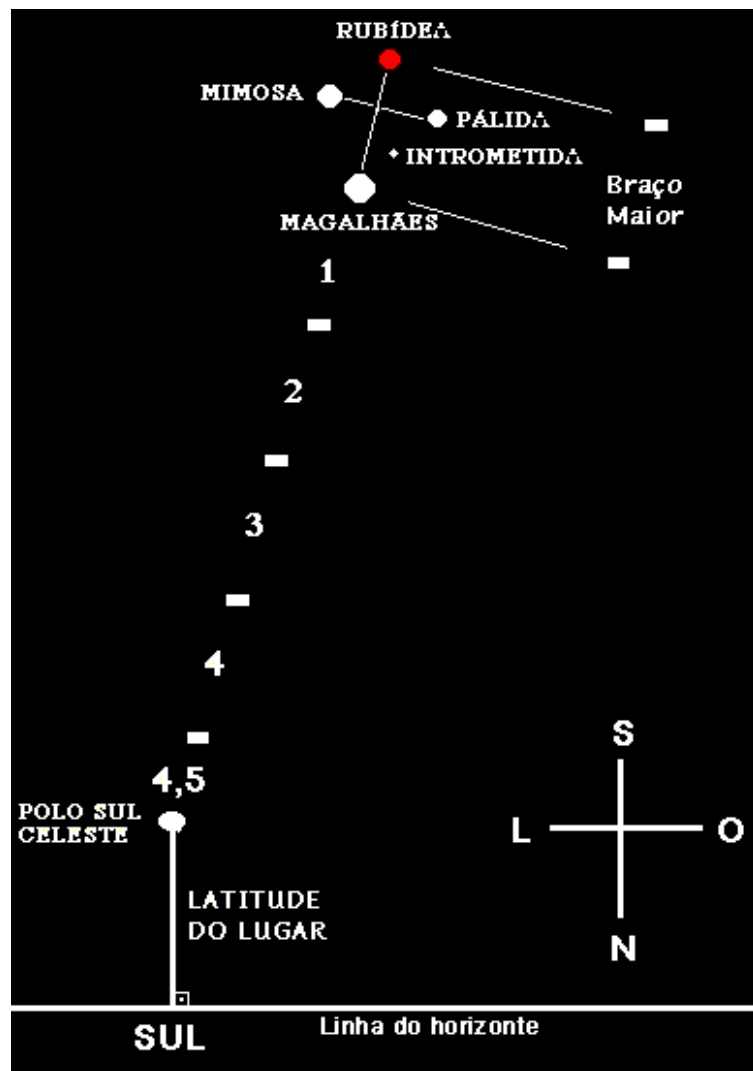
- Altura (h) do Pólo Celeste: $h=|\phi|$

onde ϕ é a Latitude do observador.

(Positiva no Hemisfério Norte e negativa no Hemisfério Sul)

http://astro.unl.edu/naap/motion2/animations/ce_hc.html

Como encontrar o Pólo Sul Celeste



1- Localize o **Cruzeiro do Sul**.

2- Prolongue mentalmente o braço maior da cruz **quatro vezes e meia** a partir da estrela mais brilhante do cruzado (“Acrux”, “Alpha Crucis” ou “Estrela de Magalhães”).

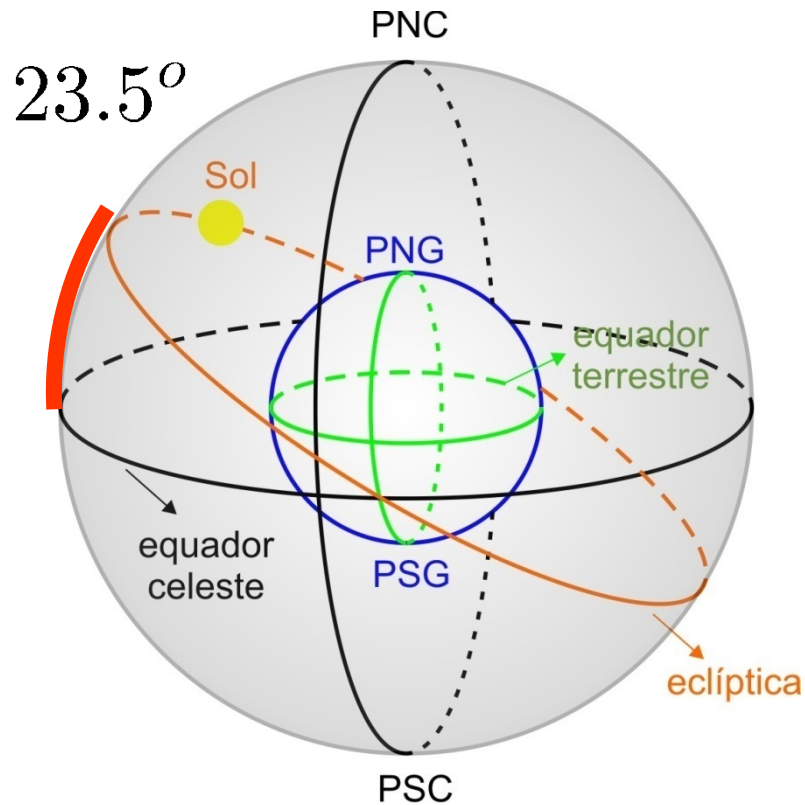
3- Esta será aproximadamente a posição do **Pólo Sul Celeste** no céu.

4- A projeção deste ponto no céu para o horizonte é a direção do **ponto cardinal Sul**.

5- Olhando para o Sul, você terá o Norte às suas costas, o Oeste à direita e o Leste à esquerda.

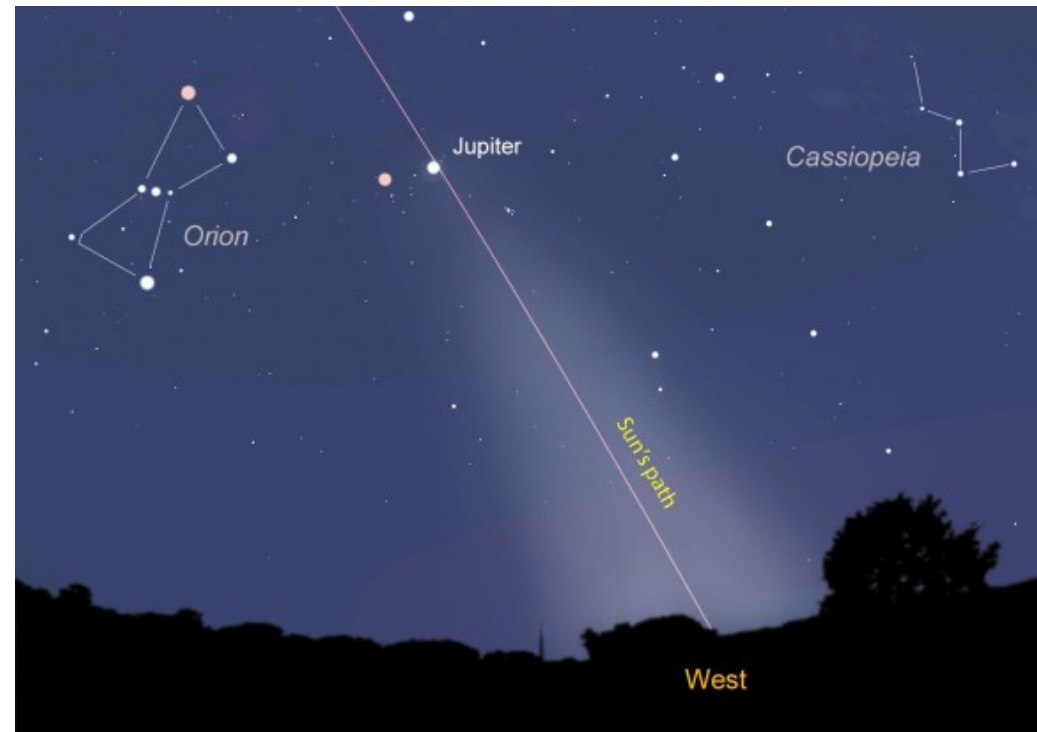
6- Altura (h) do Pólo Sul Celeste é a **Latitude** do local em que você está observando.

Movimento do Sol na Esfera Celeste



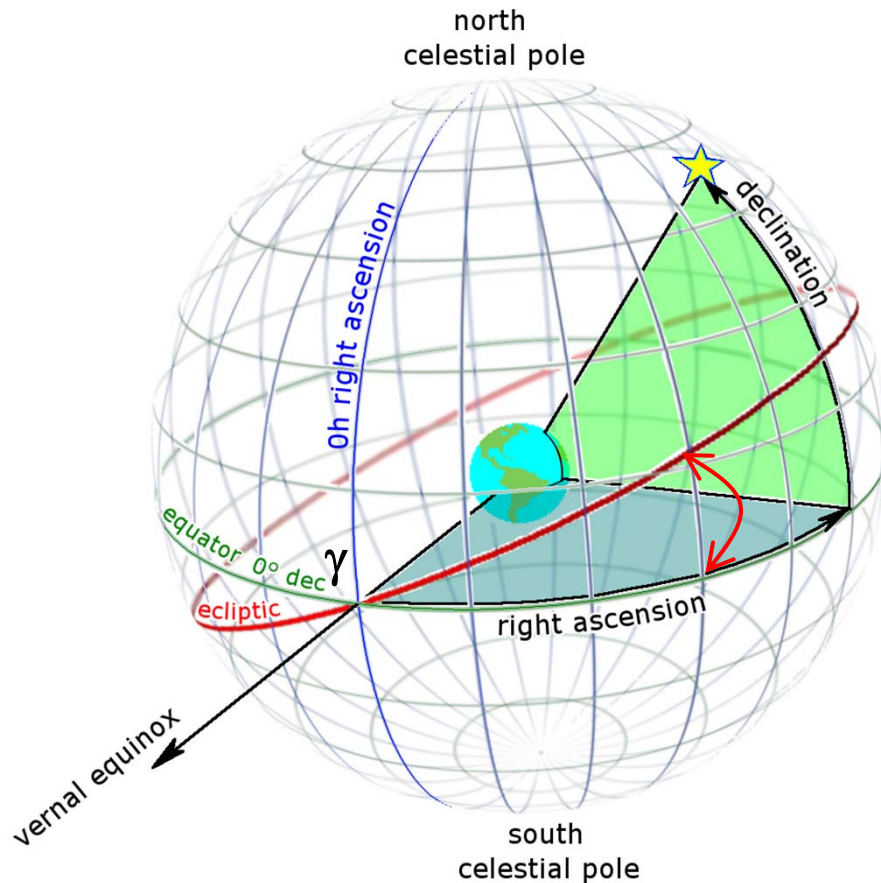
http://www.observatorio-phoenix.org/e_teorias/24_E01_1.gif

Ao longo do ano, a posição relativa do Sol em relação às estrelas e constelações **varia**.



<http://www.universetoday.com/100514/comet-panstarrs-crosses-paths-with-zodiacal-light/>

Sistema Equatorial de Coordenadas



Coordenadas (ângulos):

declinação (δ): $-90^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$

medida em graus

ascensão reta (α) $0 \leq \alpha \leq 24\text{h}$

medida em h, min, s.

23.5°

São medidos a partir do:

Equador celeste: **declinação $\delta=0$**

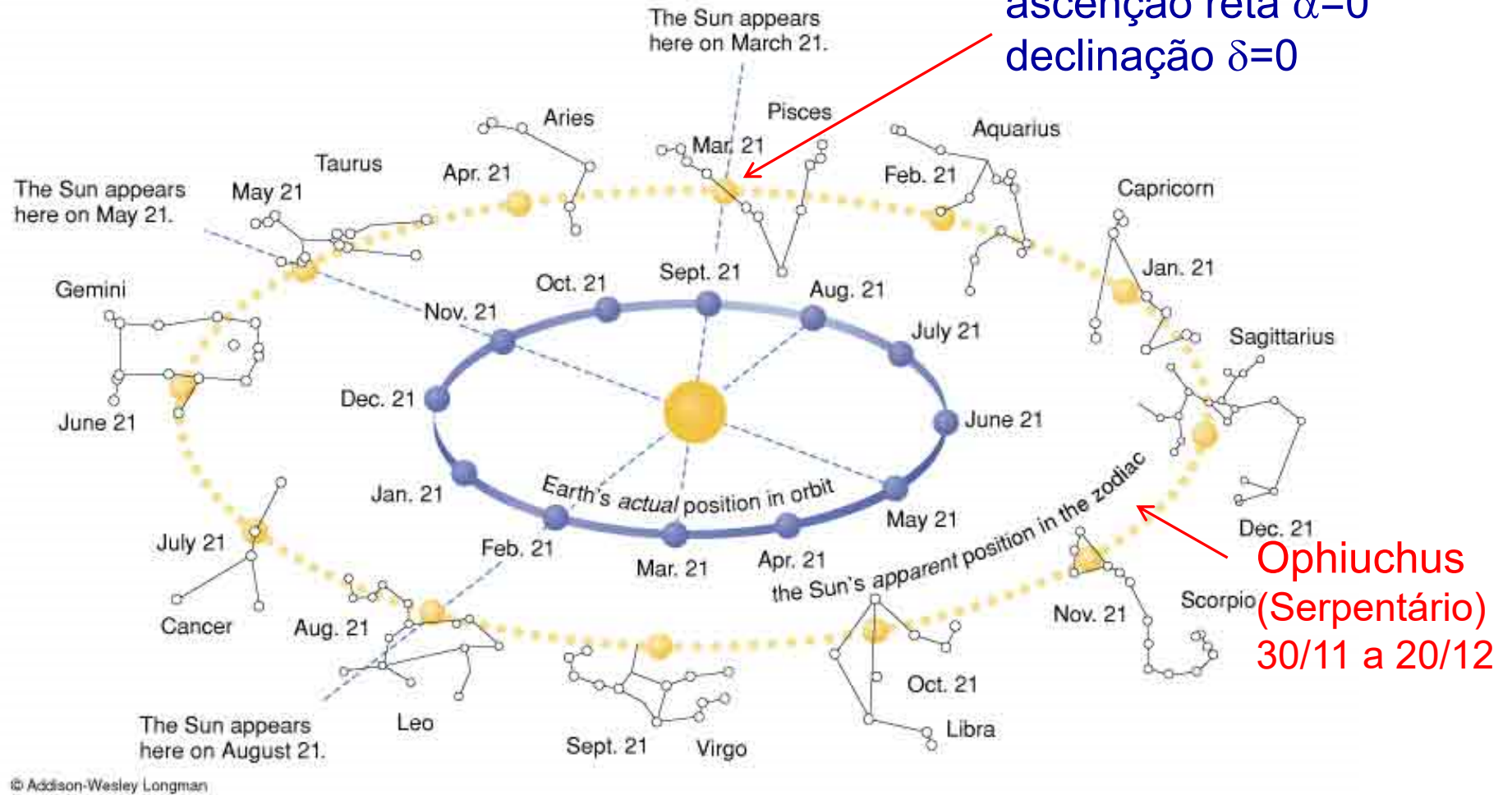
Meridiano do “Ponto γ ”: **ascensão reta $\alpha=0$**

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Ra_and_dec_on_celestial_sphere.png

Coordenadas (α, δ) de um objeto celeste (estrela, planeta, etc.) são sempre *absolutas* (as mesmas para todos os observadores).

Constelações da Eclíptica

“Ponto γ ”
ascensão reta $\alpha=0$
declinação $\delta=0$



Gravitação: da Antiguidade a Newton.

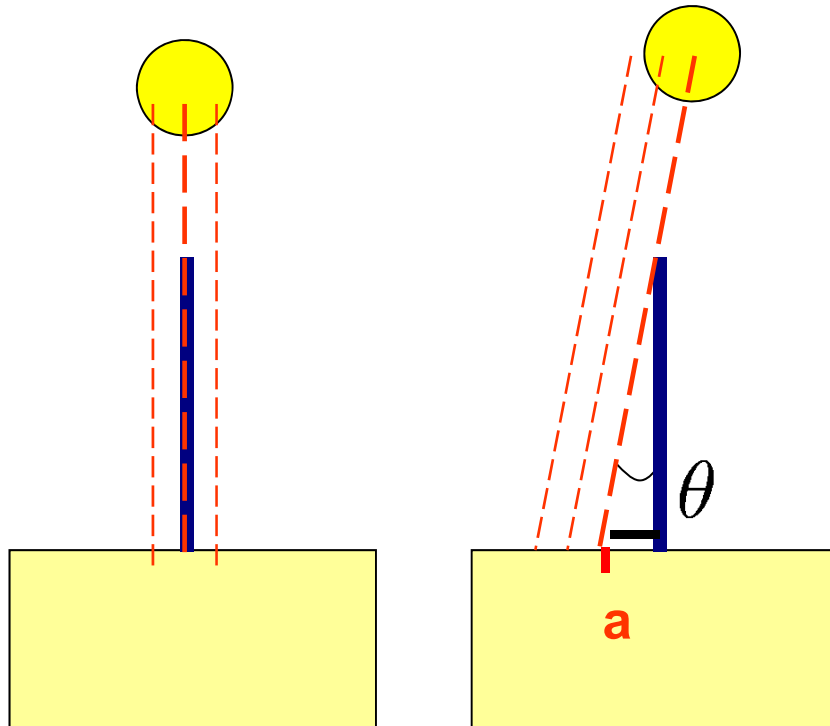
Linha do tempo

- ??? – Observação do movimento dos corpos celestes
- ~3000 a.c. - Primeiros calendários (Babilônios, Egípcios).
- ~600-480 a.c. – Início da “Era Grega” (Tales de Mileto, Pitágoras)
- ~480-330 a.c. – “Física” aristolética (Platão e Aristóteles)
- ~330-60 a.c. – Euclides; Raio da Terra por Erástotenes; Distância da Terra ao Sol por Aristarco; Distância Terra-Lua por Hiparco.
- séc II d.c. - “Almagesto” de Ptolomeu;
 Ocidente: **Idade média (~1100 anos)**; Oriente: **Árabes, hindus**, etc.
- séc XVI – “*De revolutionibus*” de Copérnico (1543); Tycho Brahe
- séc. XVII – Leis de Kepler (~1620); *Diálogo* de Galileu (1632).
- **1687** – Publicação dos *Principia* de Isaac Newton.

A Terra é Redonda?

Eratóstenes, séc III a.c.

Ao meio-dia (menor sombra)



-Siene (atual Aswan, Egito) fica praticamente na latitude do Trópico de Câncer.

-No solstício de Verão, o Sol está no Zênite (não há sombra) ao meio-dia.

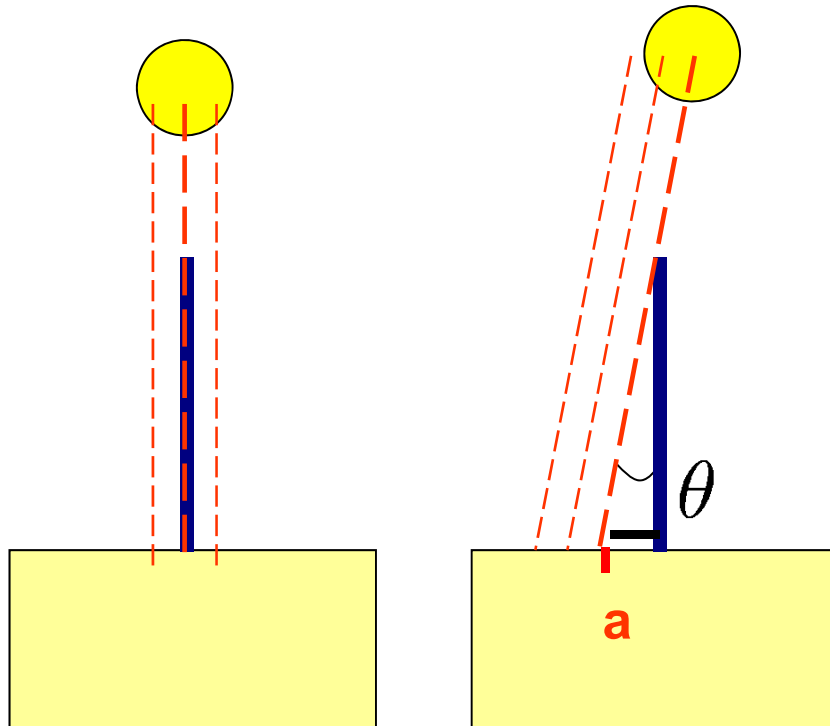
- Nesse mesmo dia e horário, o ângulo do Sol é 7.2° em Alexandria (ao norte).

Siene: sol a pino (0°) Alexandria: ângulo

$$\theta = 7.2^\circ \text{ ou } \theta = 360^\circ/50 = 2\pi/50 \text{ rad}$$

Tarefa 2: Medindo o raio da Terra

Ao meio-dia (menor sombra)



Siene: sol a pino (0°) Alexandria: ângulo

$$\theta = 7.2^\circ \text{ ou } \theta = 360^\circ/50 = 2\pi/50 \text{ rad}$$

-Siene (atual Aswan, Egito) fica praticamente na latitude do Trópico de Câncer.

-No solstício de Verão, o Sol está no Zênite (não há sombra) ao meio-dia.

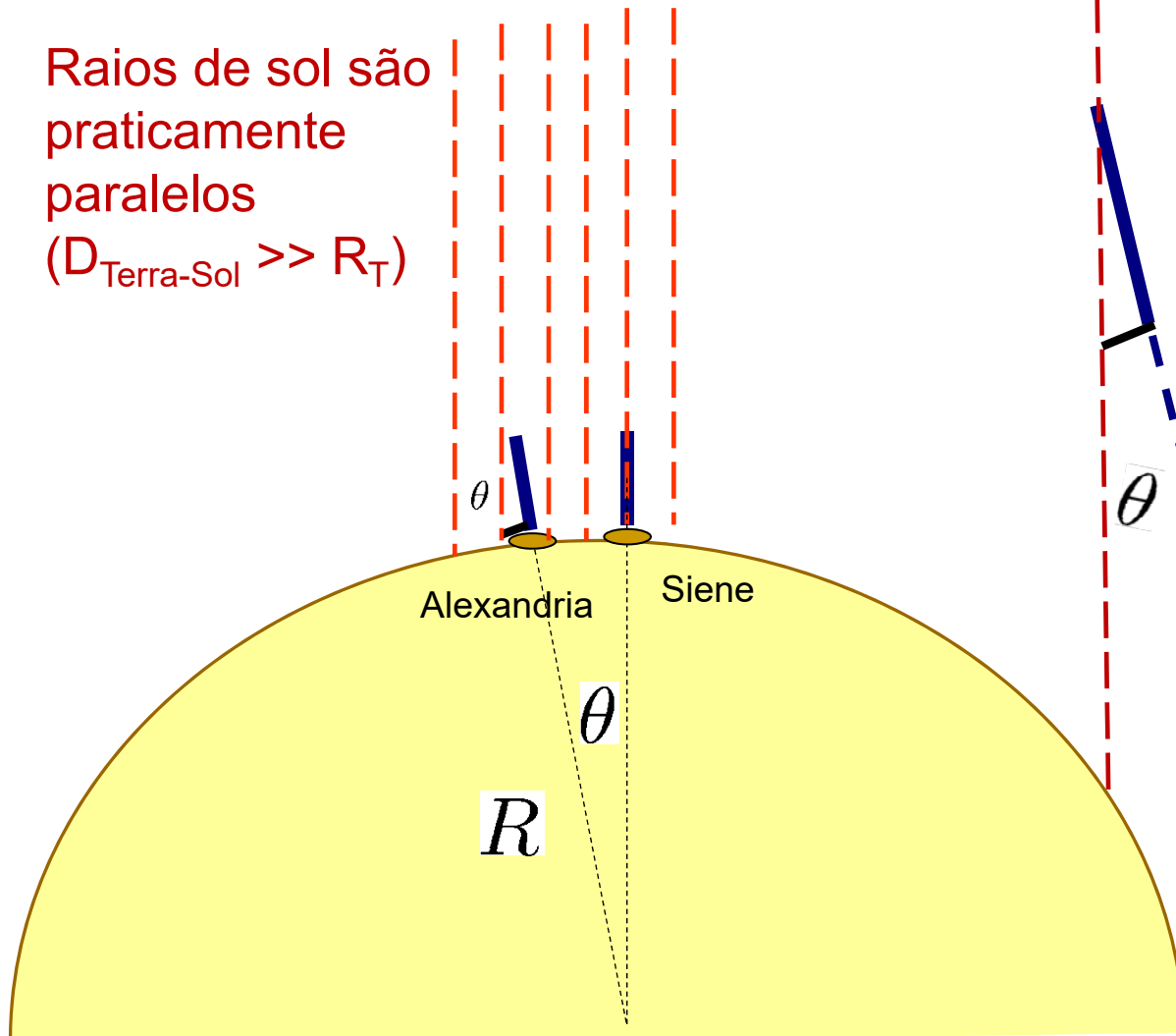
- Nesse mesmo dia e horário, o ângulo do Sol é 7.2° em Alexandria (ao norte).

- **Se a distância entre Siene e Alexandria é 925 km , calcule o raio da Terra.**

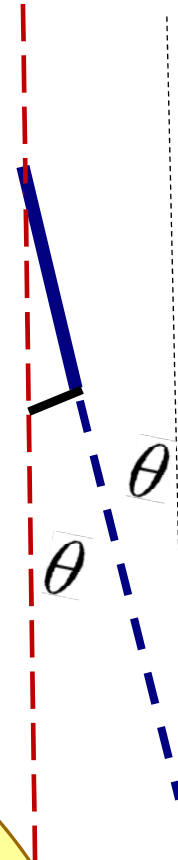
Eratóstenes, séc III a.c.

Dicas:

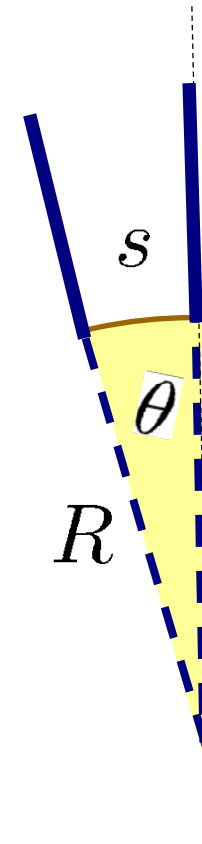
Raios de sol são praticamente paralelos
($D_{\text{Terra-Sol}} \gg R_T$)



Retas paralelas



Arco de círculo



$$s = \theta \cdot R$$

θ em radianos