



AGA0106

Astronomia de Posição

Prof. Rogério Monteiro

Movimento anual do Sol 2

Agradecimentos: Prof. Roberto Boczko

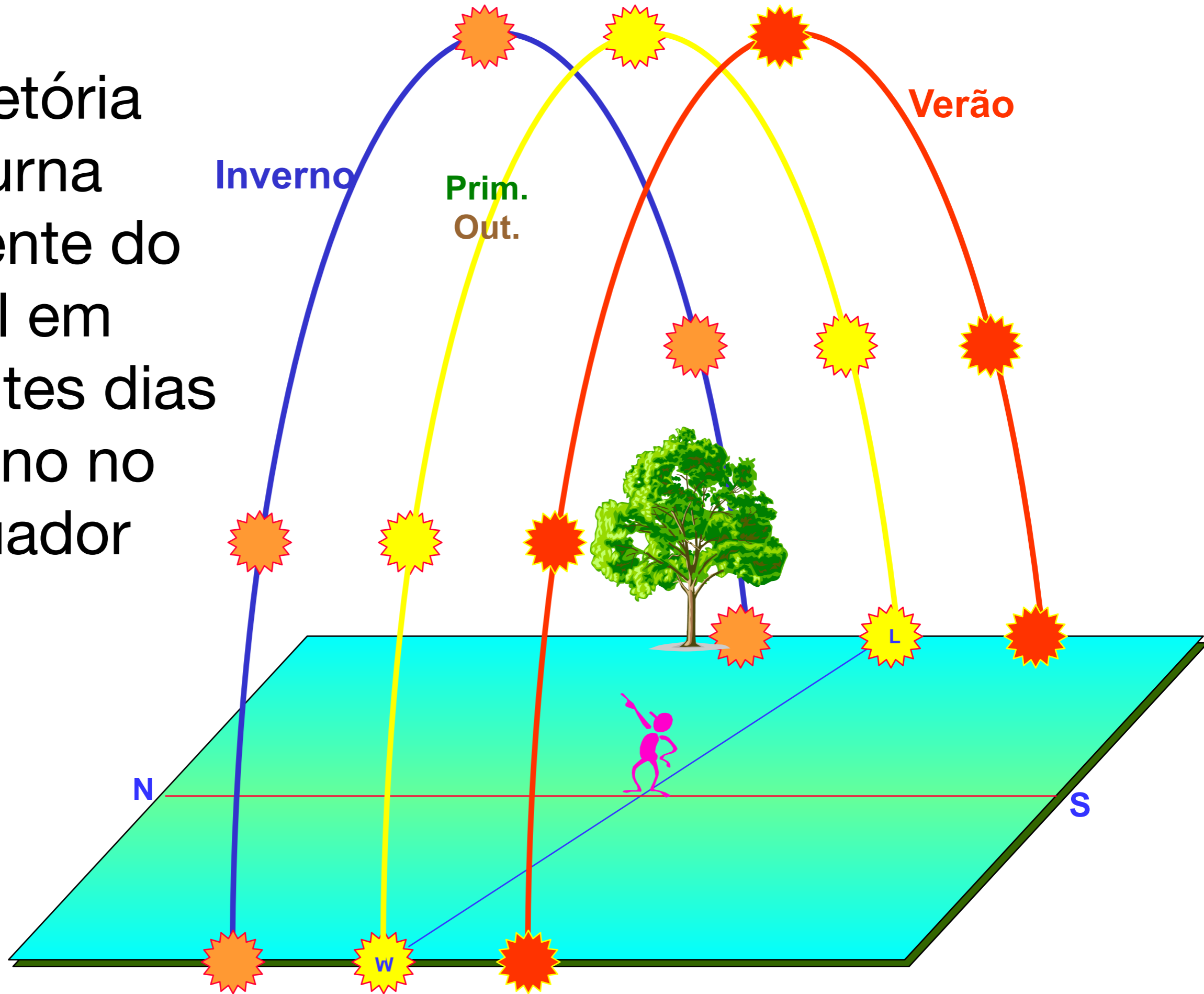
Aula A10

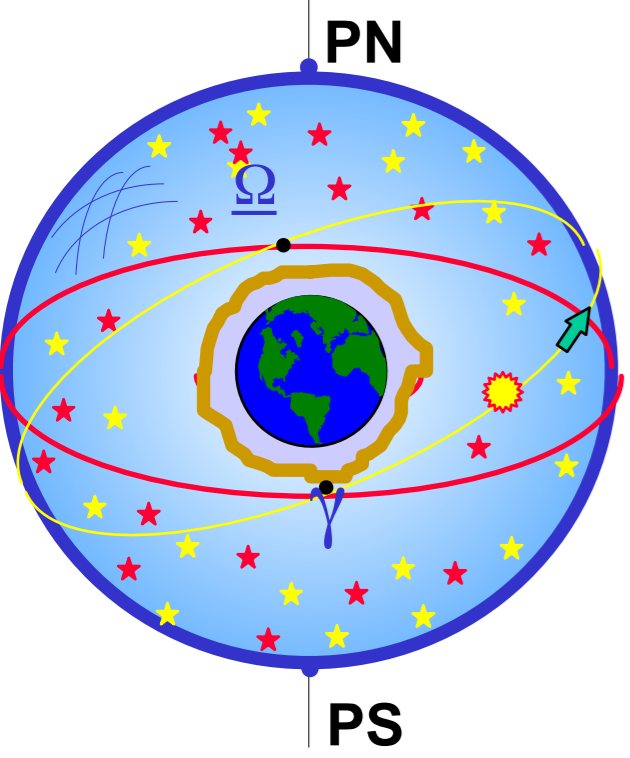
Tópicos da aula

- Sombra ao meio dia;
- O Sol da meia noite;
- Radiação solar e insolação;
- Movimento anual do Sol em relação às constelações.

Sombra ao meio-dia

Trajetória
diurna
aparente do
Sol em
diferentes dias
do ano no
equador





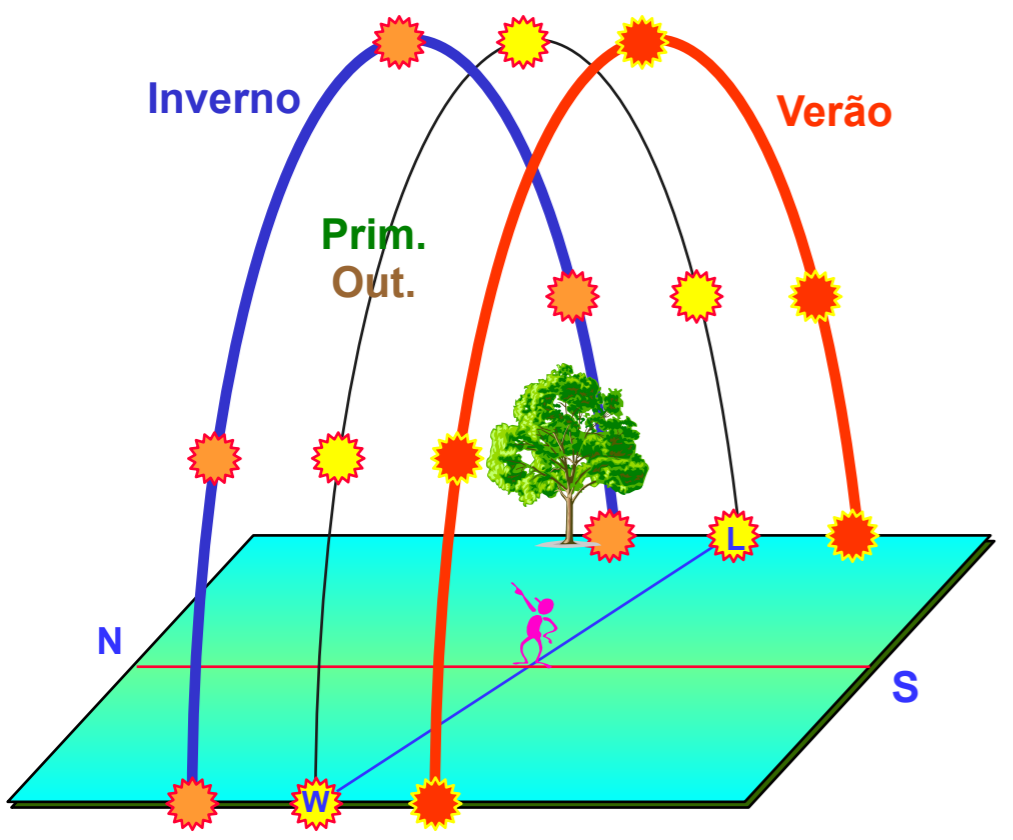
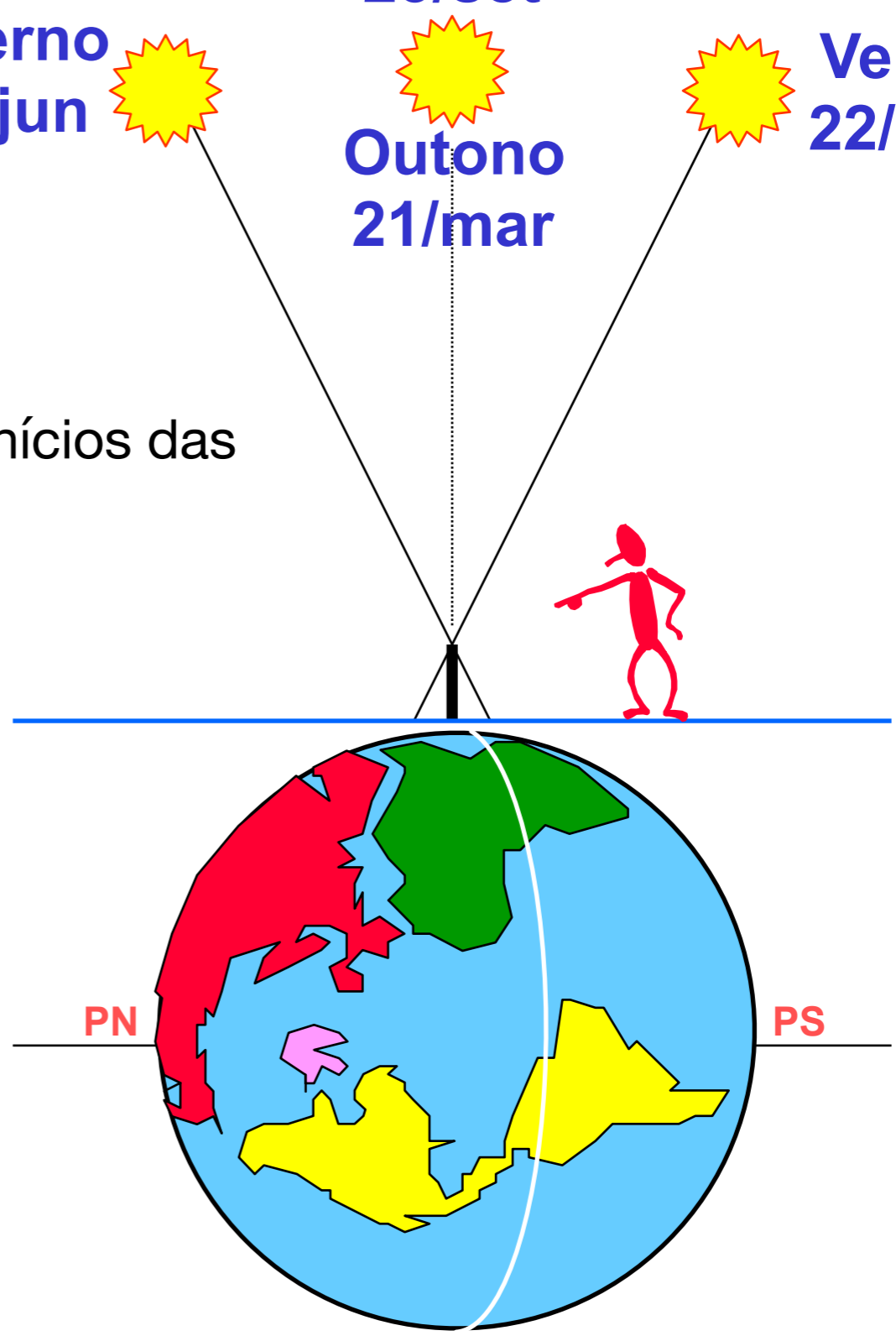
Inverno
 22/jun

Primavera
 23/set

Outono
 21/mar

Verão
 22/dez

Sombras, no equador, nos inícios das estações



Definição dos trópicos

Verão Boreal
22/jun



Primavera

23/set



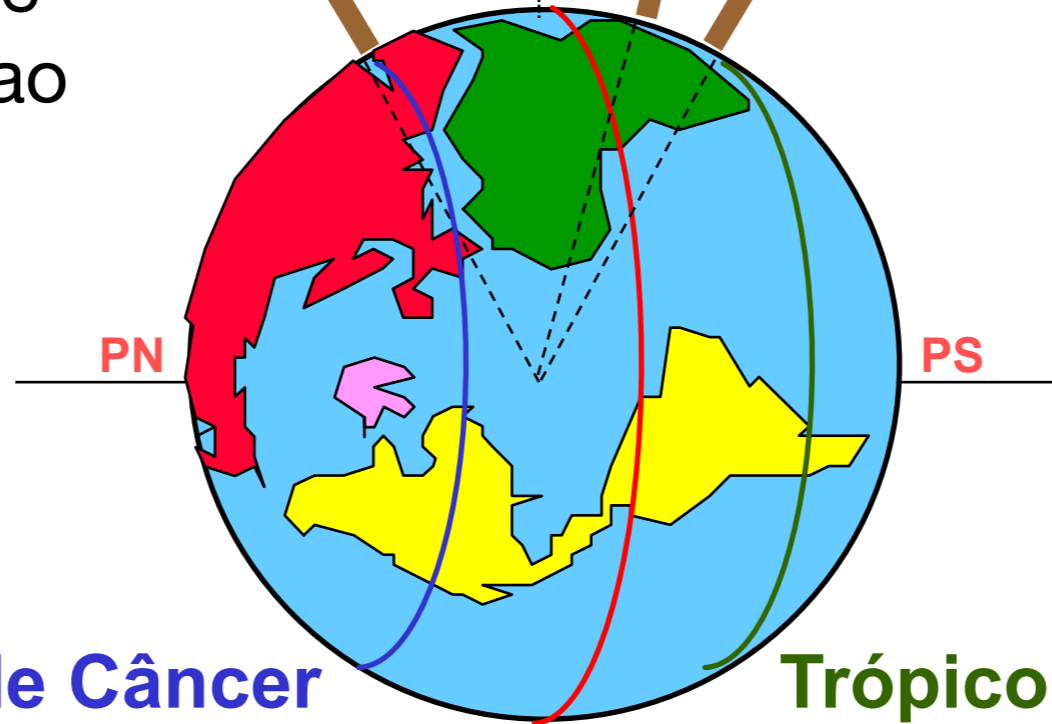
Outono
21/mar



Verão Austral
22/dez

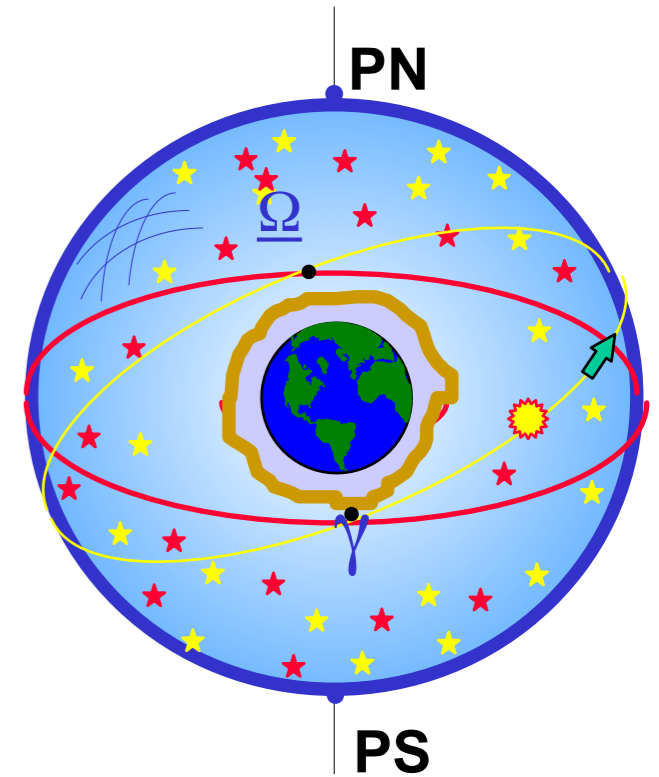


Locais da Terra onde, uma única vez por ano, a sombra de um poste vertical é um ponto ao meio-dia.

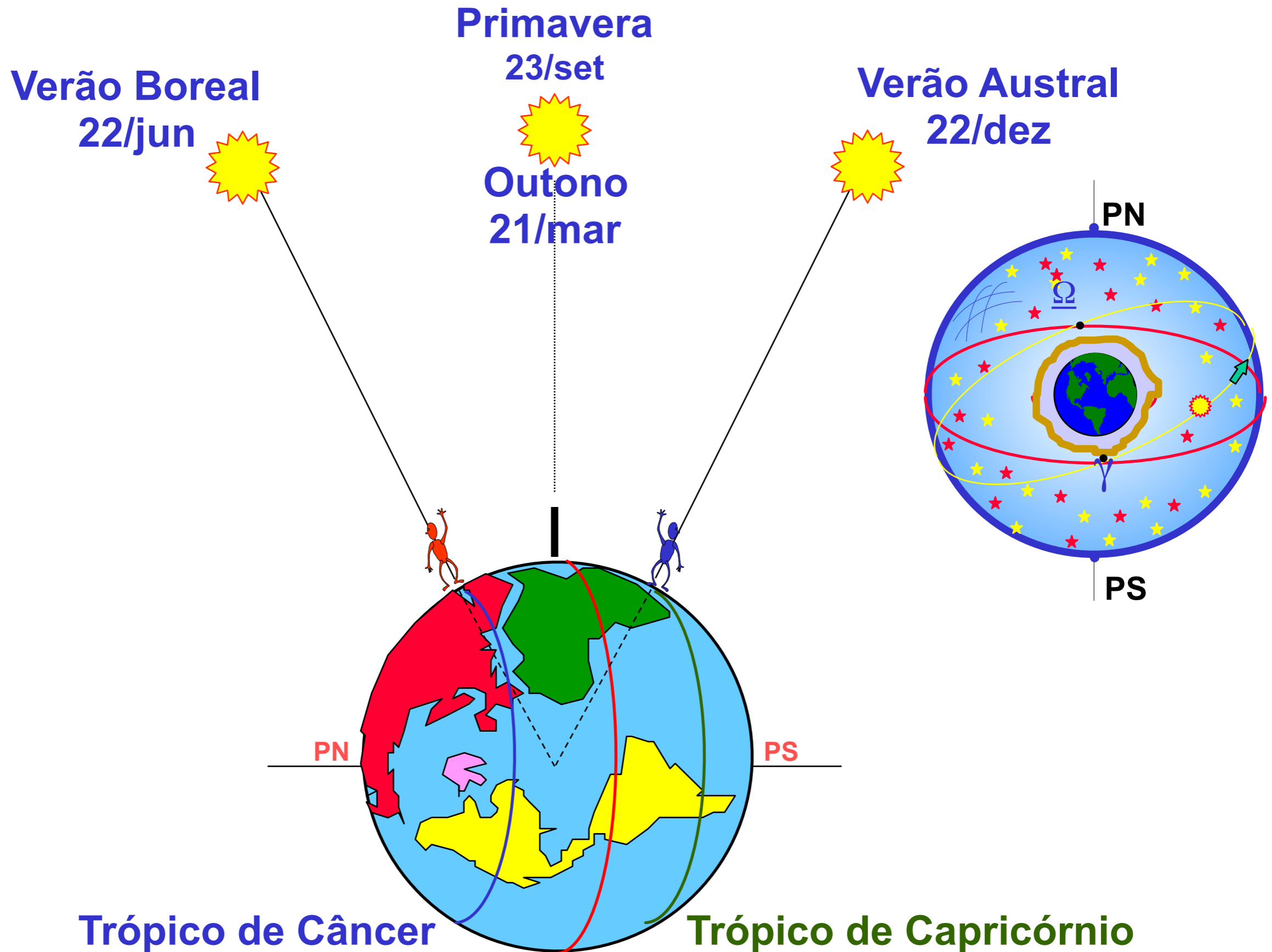


Trópico de Câncer

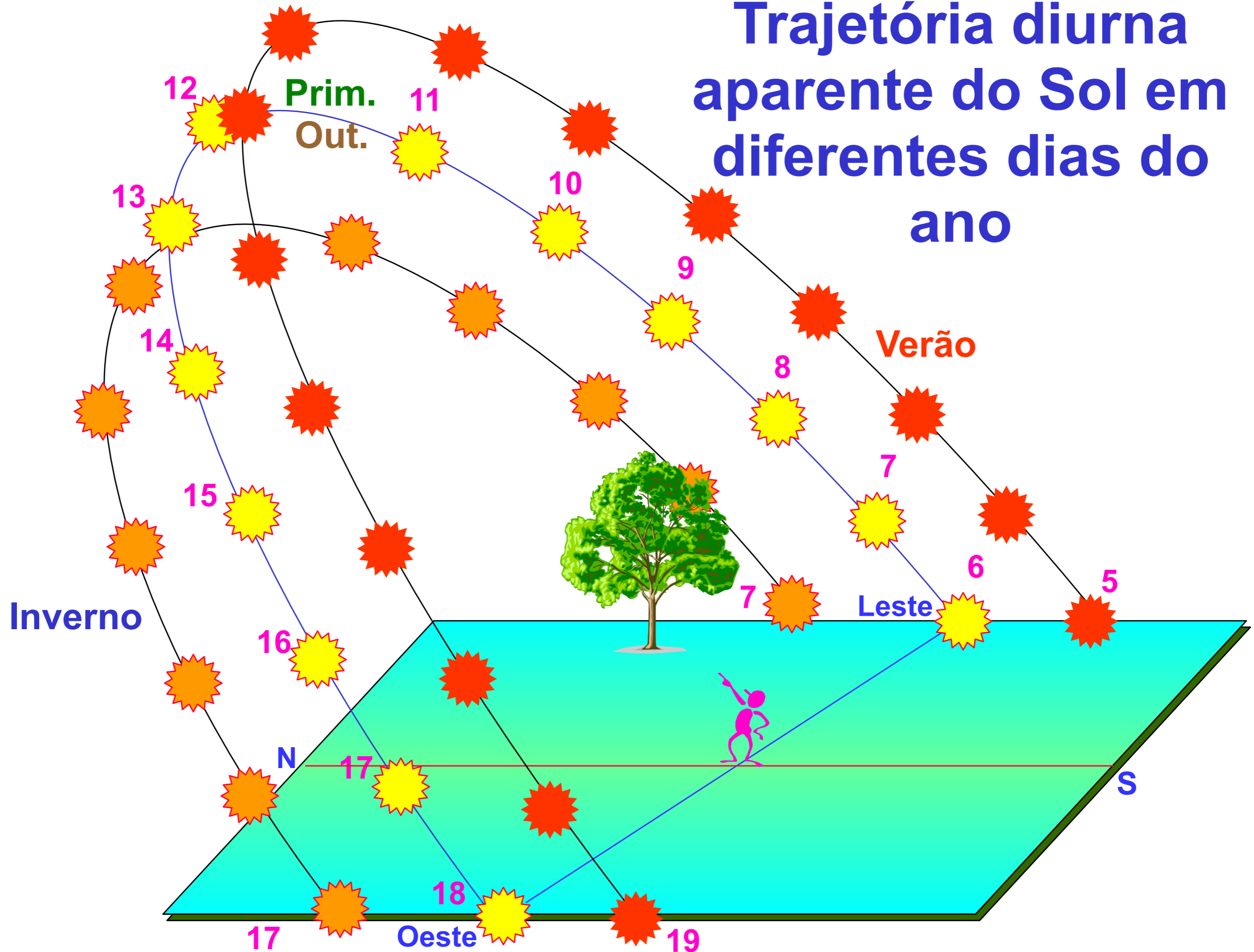
Trópico de Capricórnio

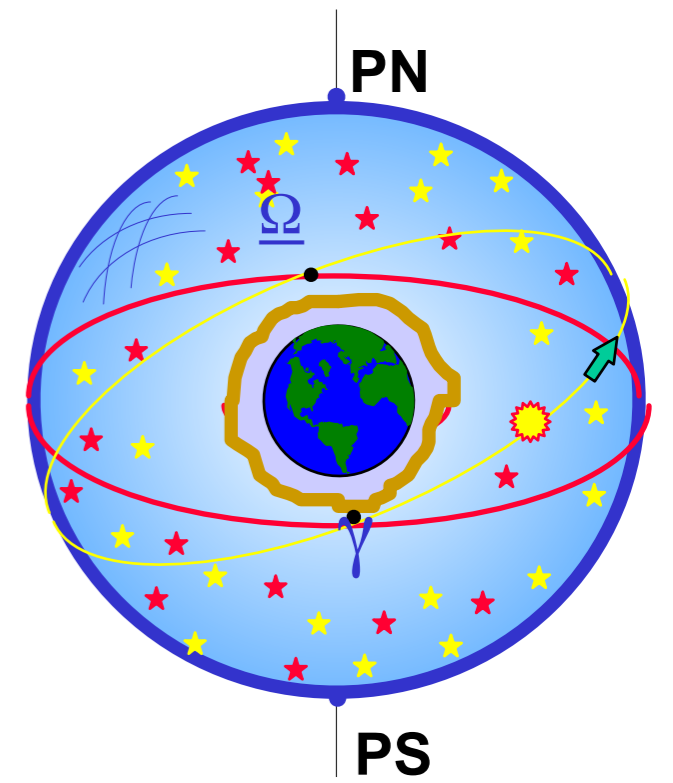
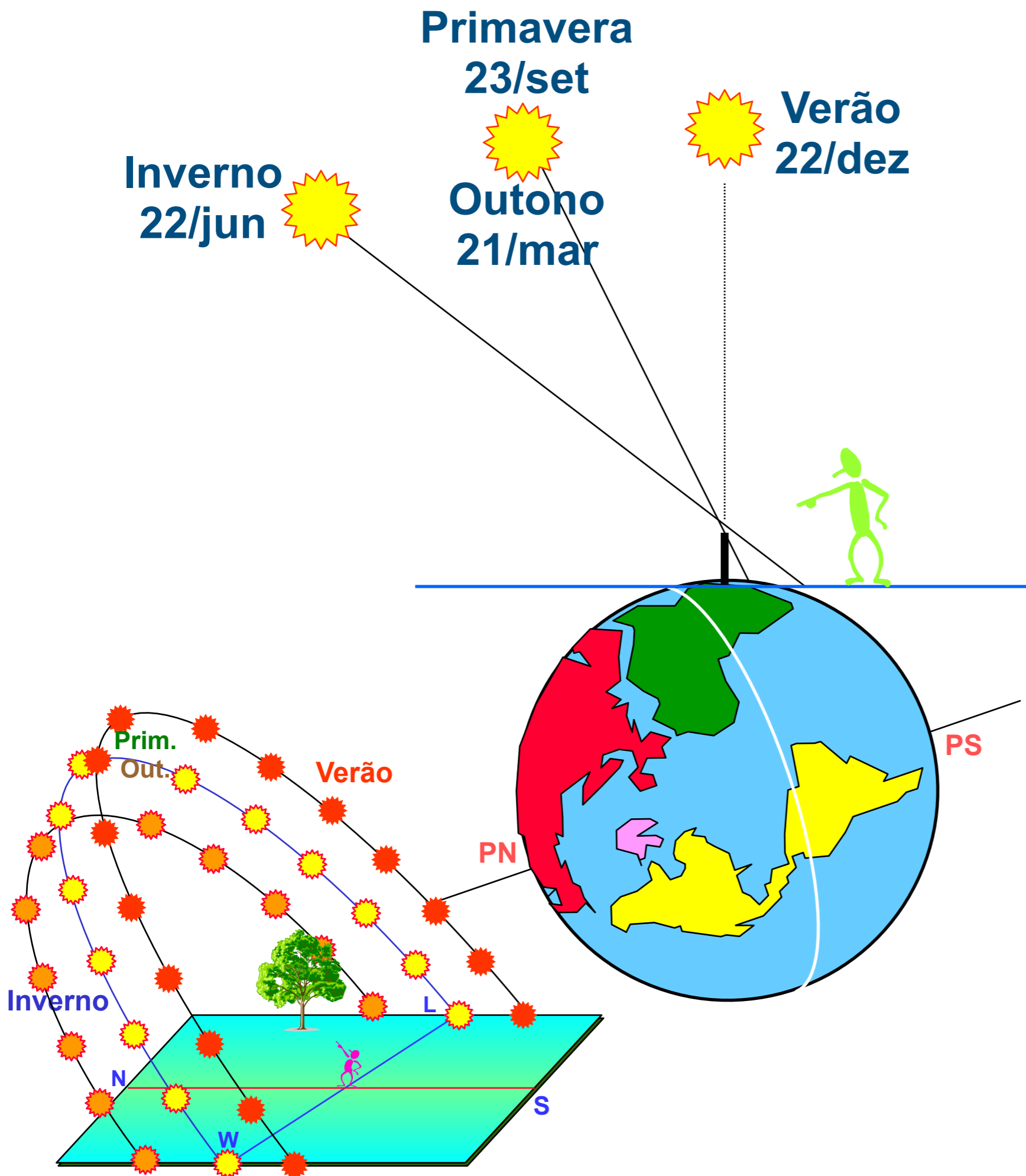


Sombras nos verões dos trópicos



Trajetória diurna aparente do Sol em diferentes dias do ano





Sombra nos
 trópicos nos
 inícios das
 diferentes
 estações

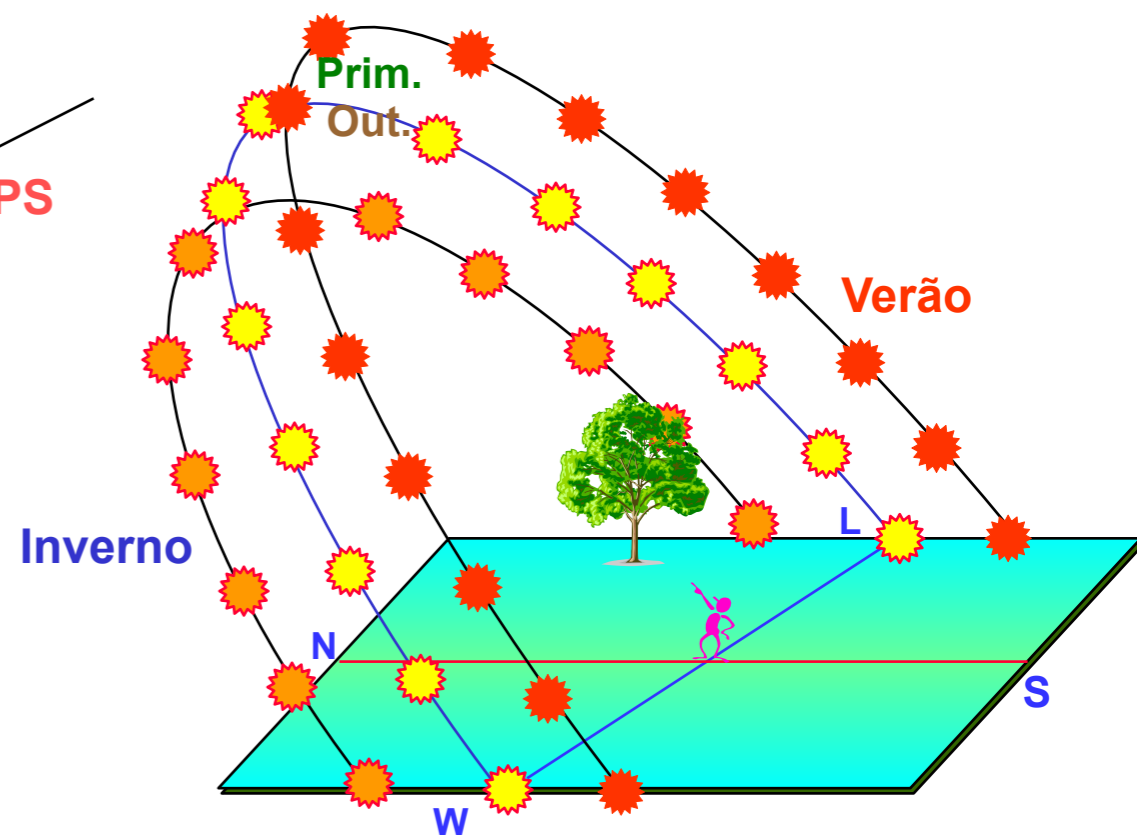
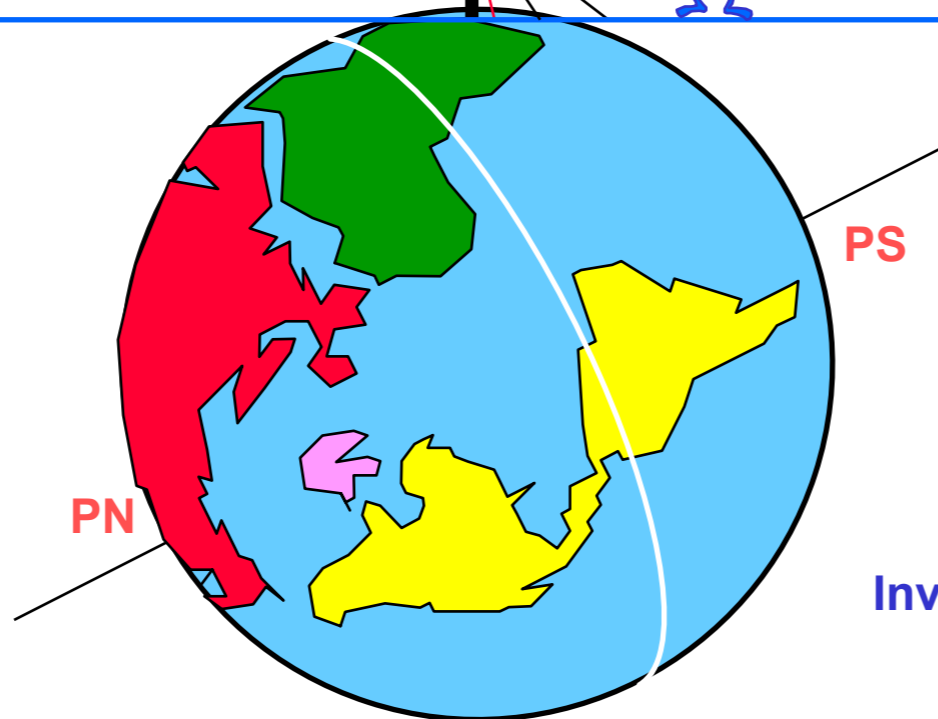
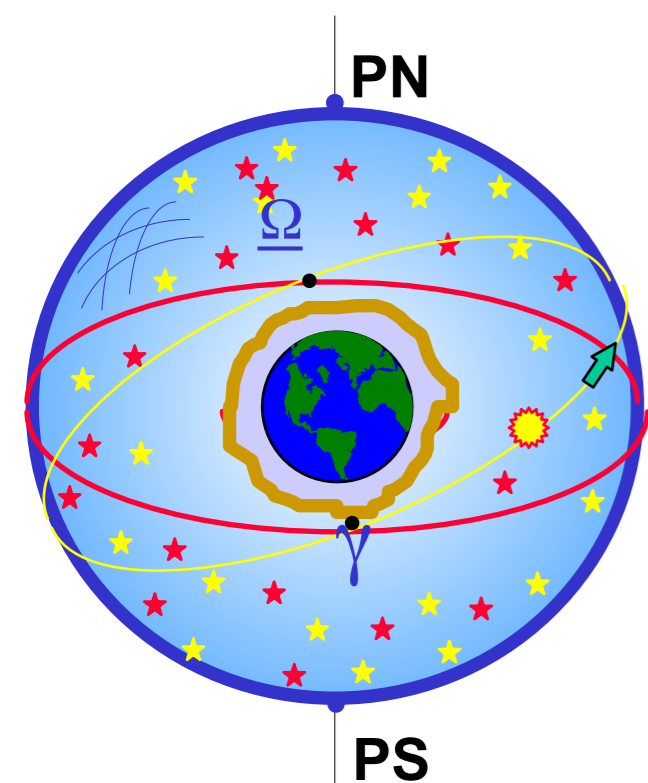
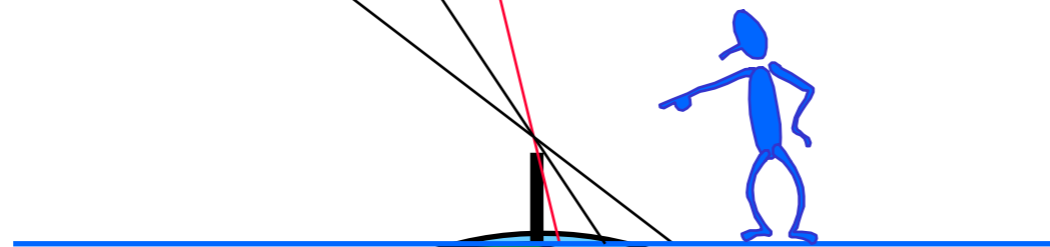
Primavera
23/set

Verão
22/dez

Inverno
22/jun

Outono
21/mar

Sombras além dos trópicos



Definição dos Círculos Polares

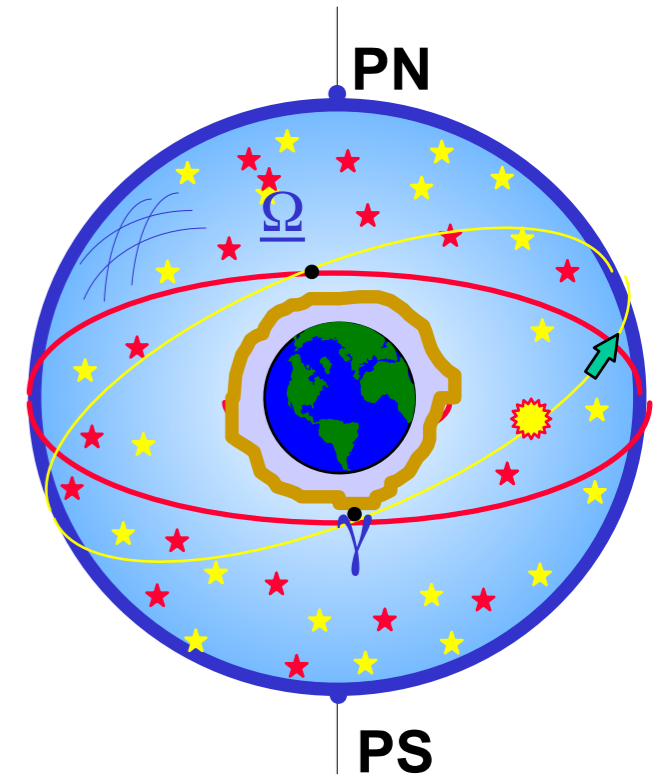
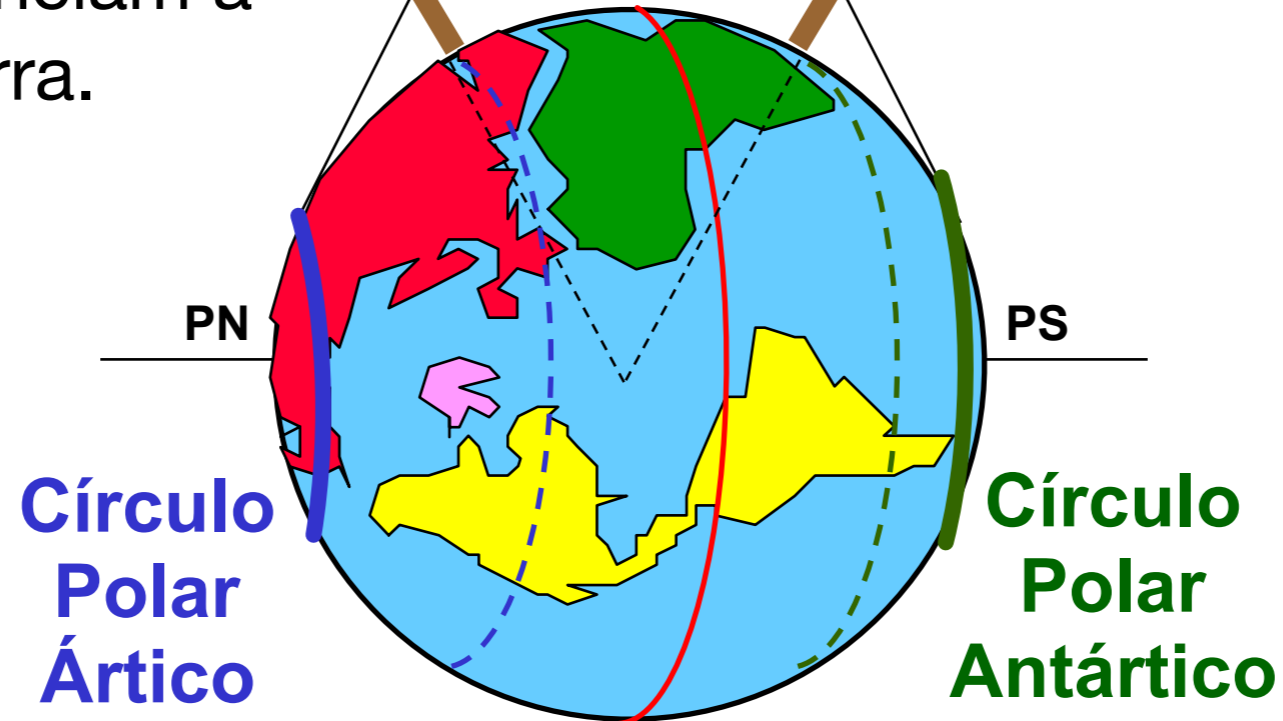
Verão Boreal
22/jun



Verão Austral
22/dez



São os locais da Terra onde os raios solares, ao meio-dia dos solstícios, tangenciam a superfície da Terra.



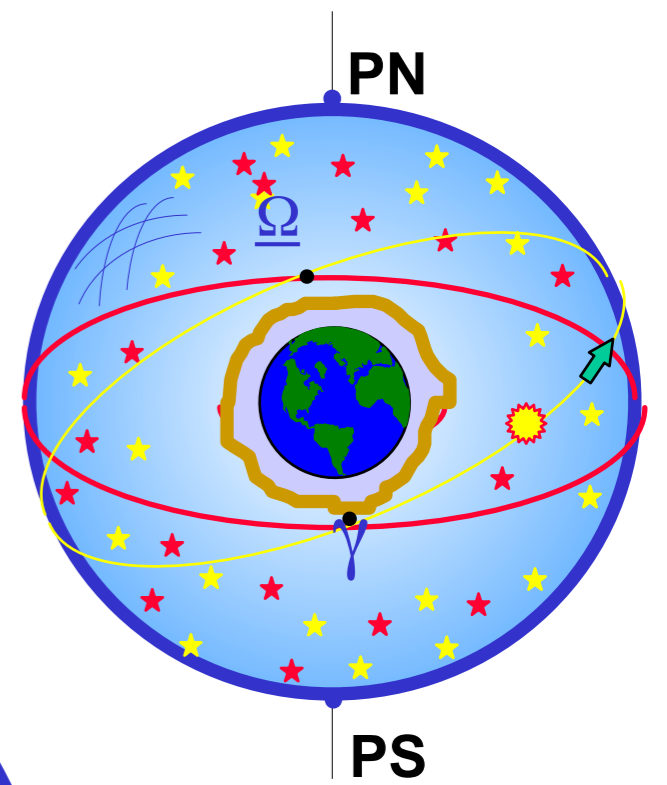
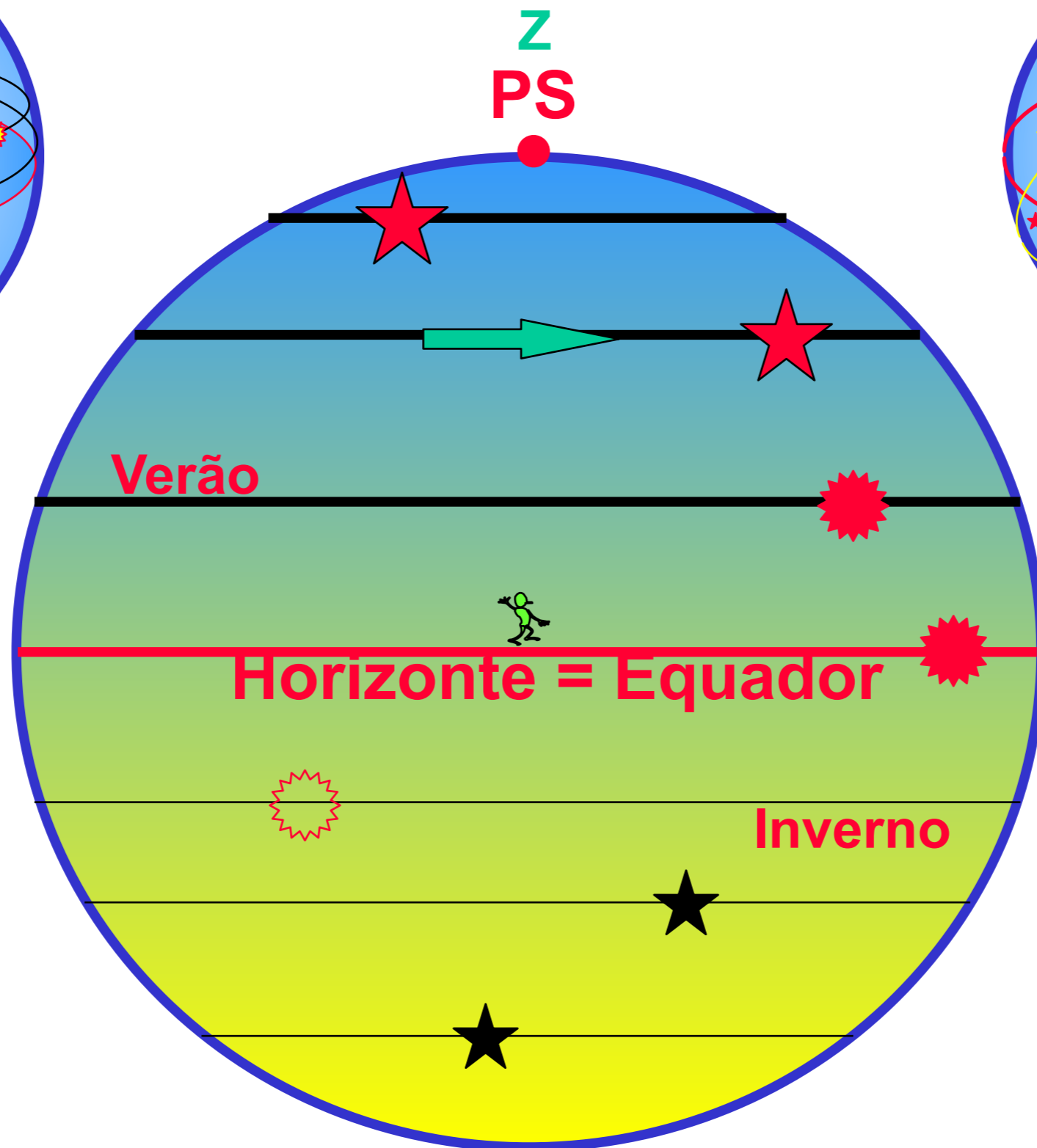
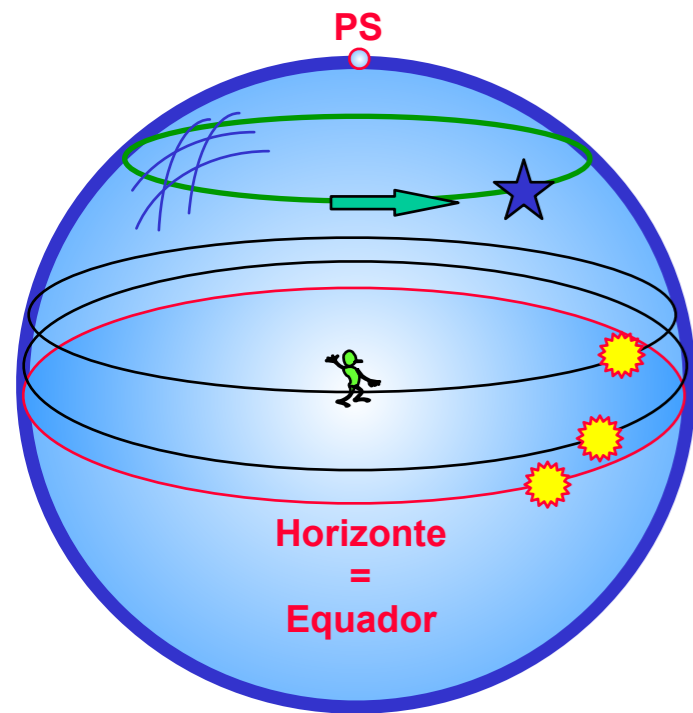
Estações do ano

- Decorrem da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano da órbita de translação;
- Se a latitude do observador estiver entre $23^{\circ}27'$ N e $23^{\circ}27'$ S ele verá, ao menos uma vez ao ano, o Sol passar pelo zênite.
- Fora desta zona, o Sol nunca passará pelo zênite.

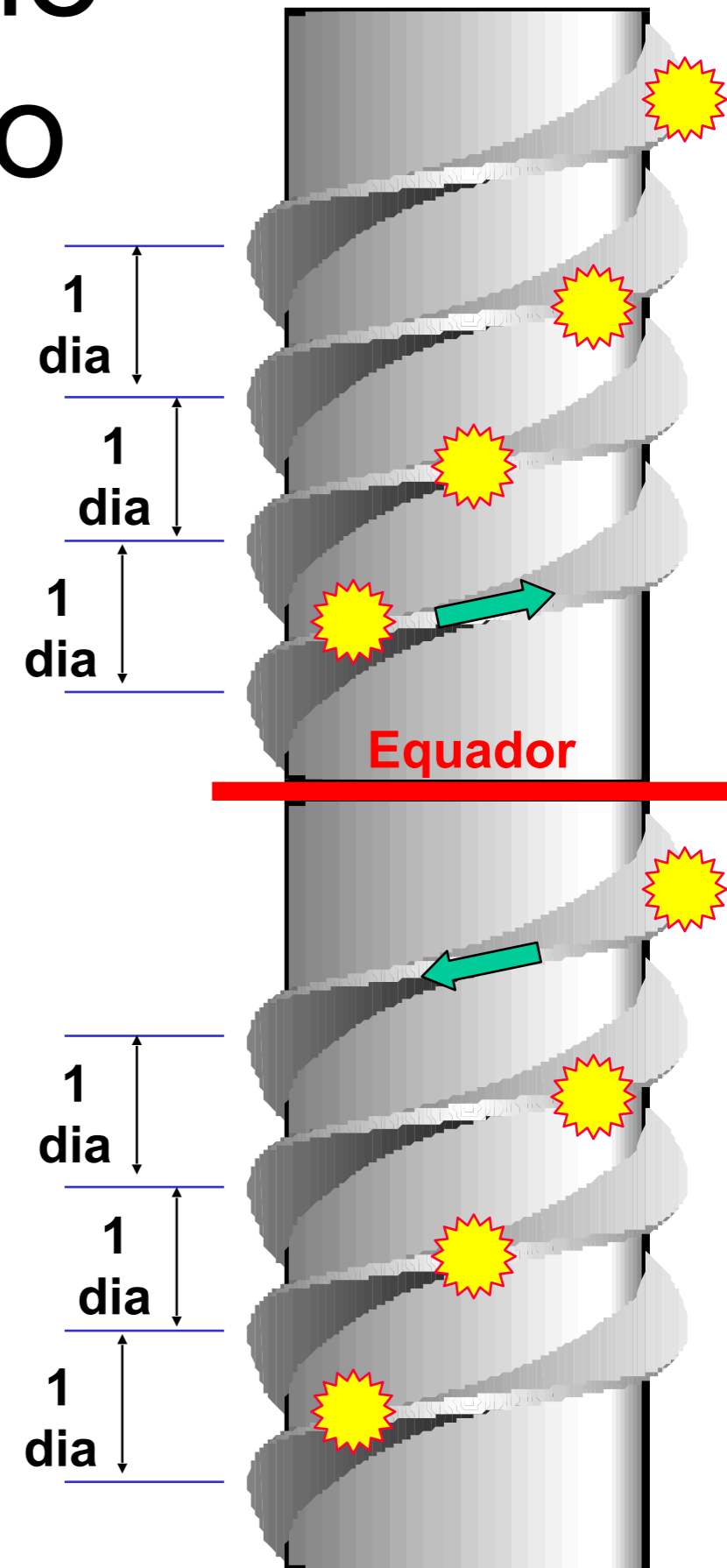
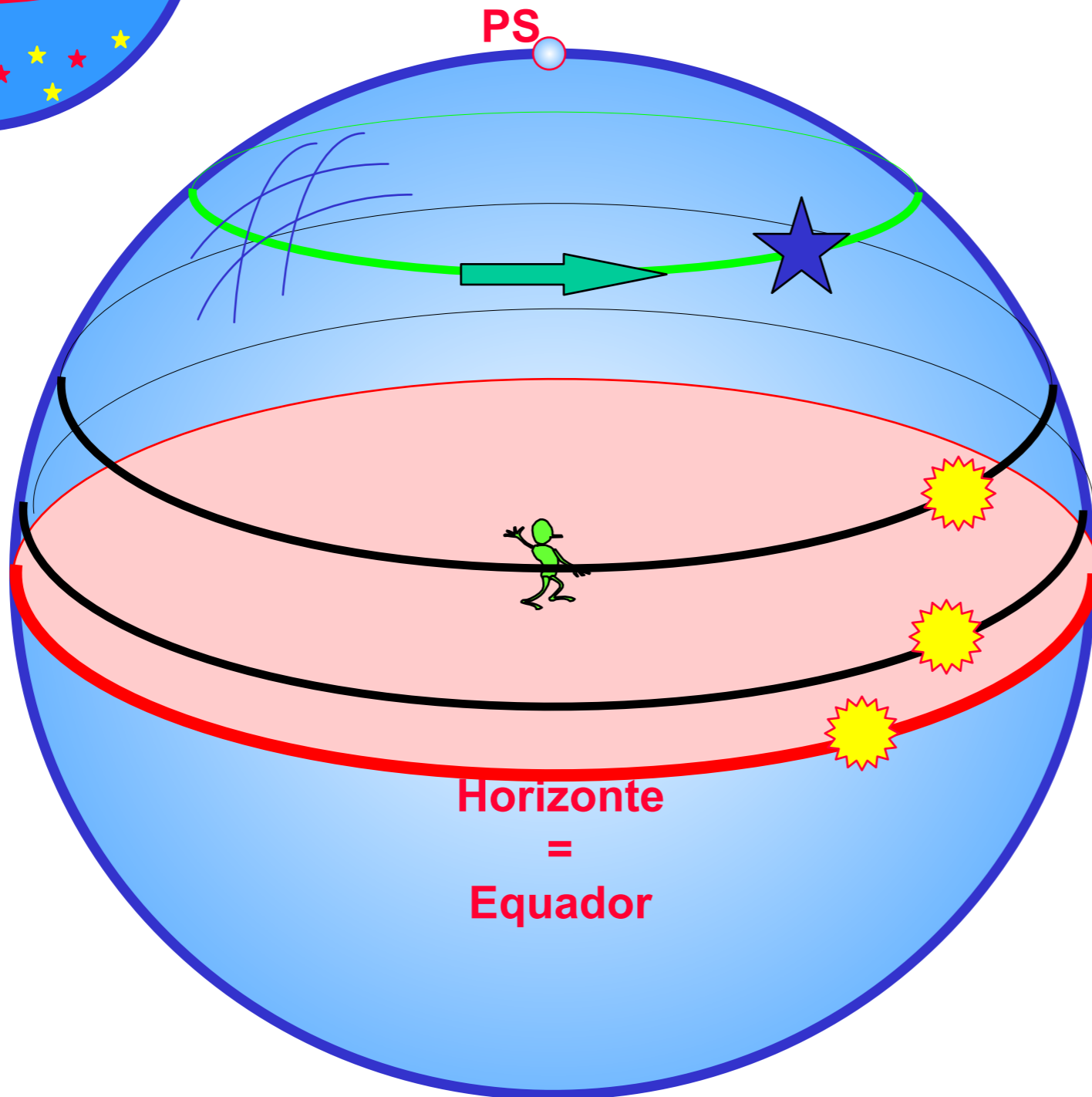
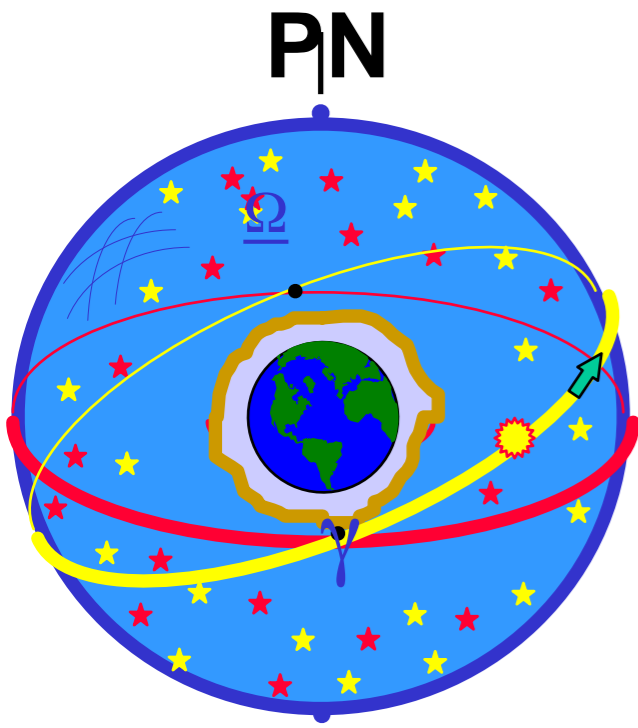
O Sol da meia noite

Movimento diurno aparente do Sol no Pólo Sul

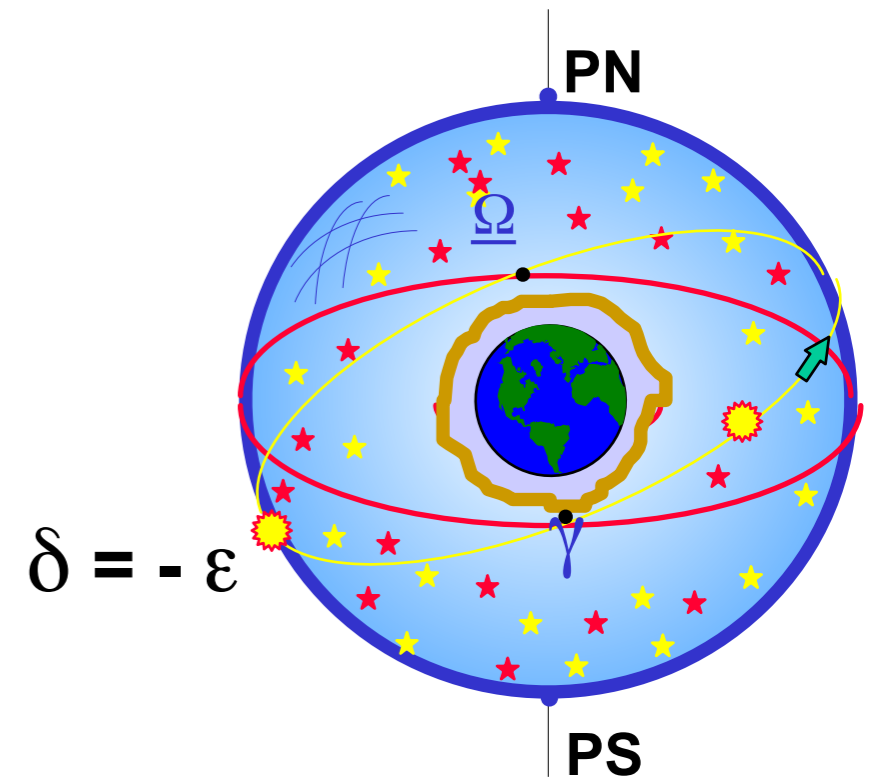
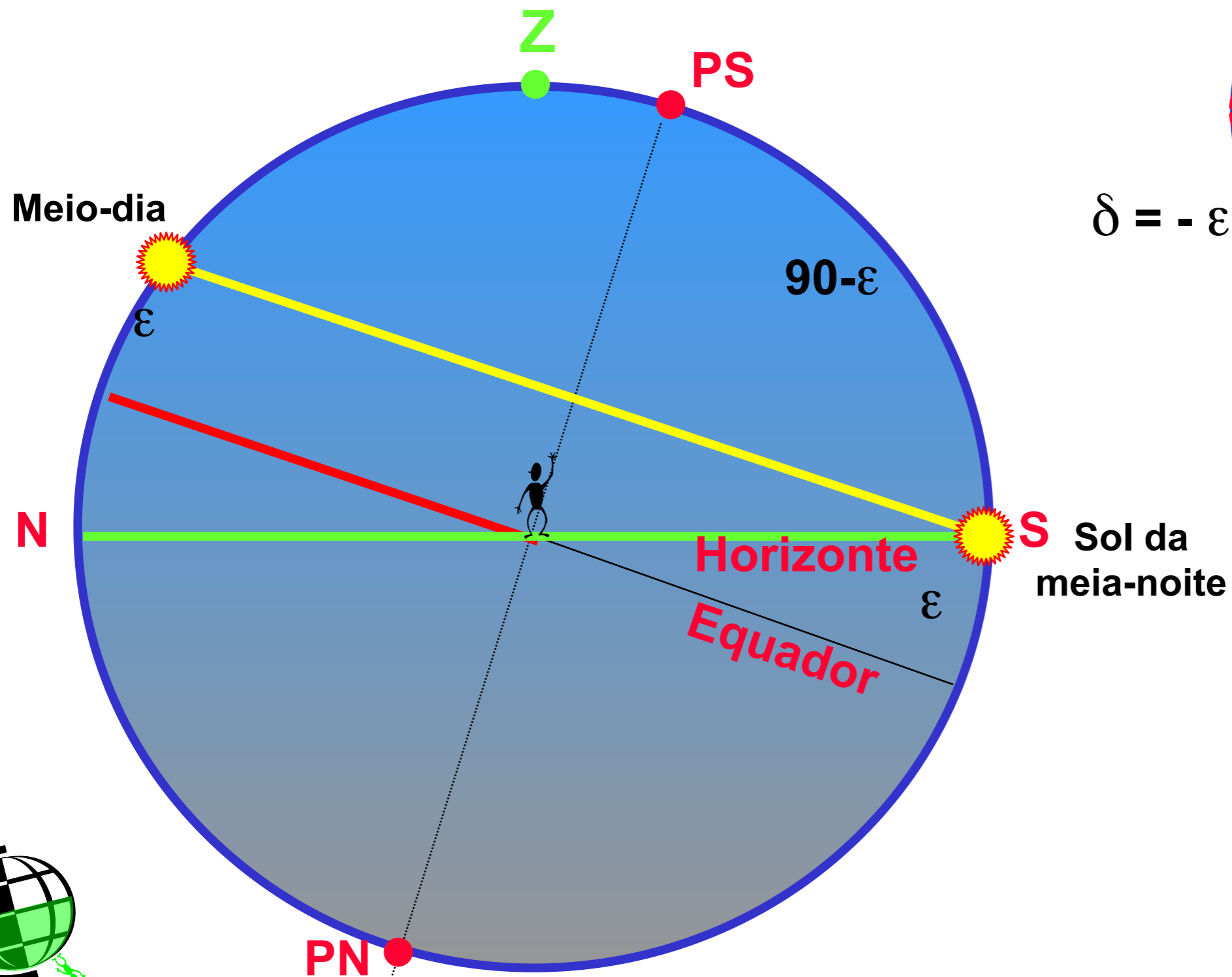
Sul



Movimento diurno aparente no Pólo Sul



Sol da meia-noite no hemisfério Sul



$$\varphi = - (90^\circ - \varepsilon)$$



Radiação solar e insolação

Radiação solar e insolação

- Insolação: fluxo (energia por unidade de tempo e por unidade de área) de energia solar que atinge a Terra;

$$L_{\odot} = 3.84 \times 10^{26} \text{ W}$$

luminosidade (potência) do Sol

$$C_{\odot} = \frac{L_{\odot}}{4\pi(1 \text{ UA})^2} = 1365 \text{ Wm}^{-2}$$

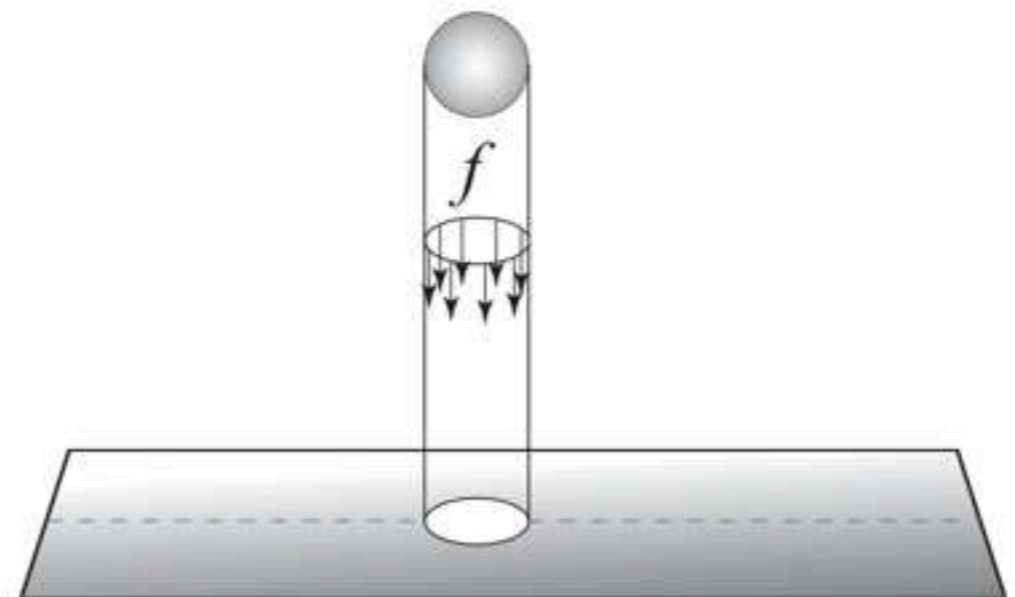
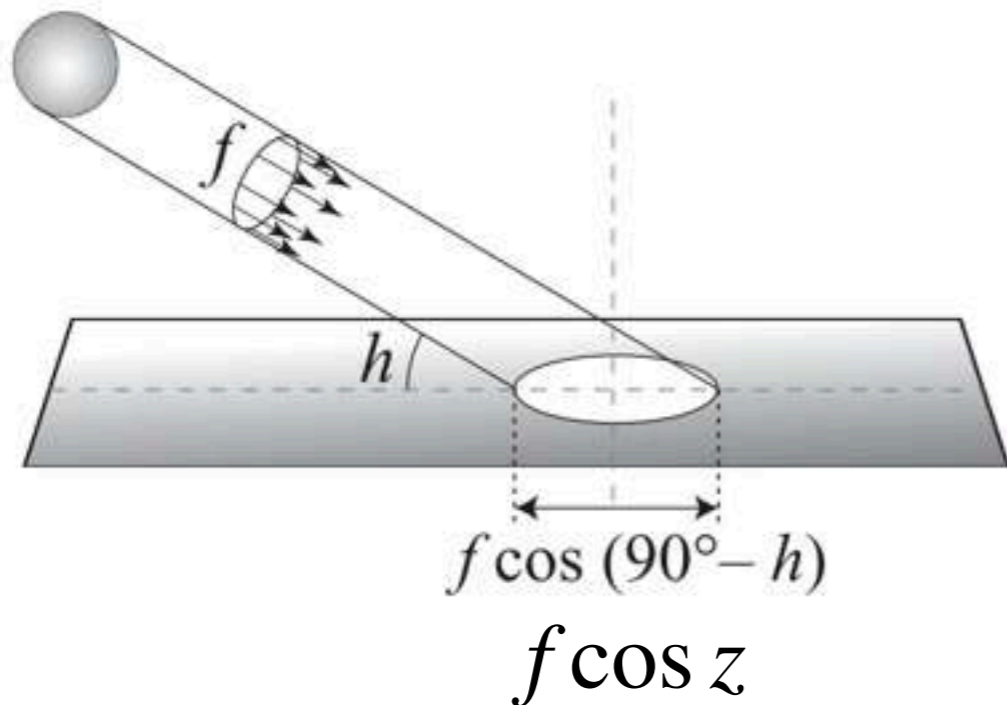
Fluxo recebido topo da atmosfera terrestre, num plano perpendicular aos raios solares

A distância Terra-Sol é de 1 UA (unidade astronômica) ~ 150 milhões de km

Este valor é a constante solar

Radiação solar e insolação

- Na prática, a energia recebida no topo da atmosfera depende da latitude do observador, da posição aparente do Sol (veja abaixo) e da distância Terra-Sol



Apostila de Astronomia de Posição do Prof. Gastão Lima Neto (IAG-USP)

Radiação solar e insolação

- Além disso, devido à excentricidade da órbita da Terra ($e = 0.0167$), a distância Terra-Sol

$$F_{\odot} = C_{\odot} \left(\frac{1 \text{ UA}}{r} \right)^2 \cos z$$

insolação

distância zenital do Sol

distância Terra-Sol em unidades astronômicas

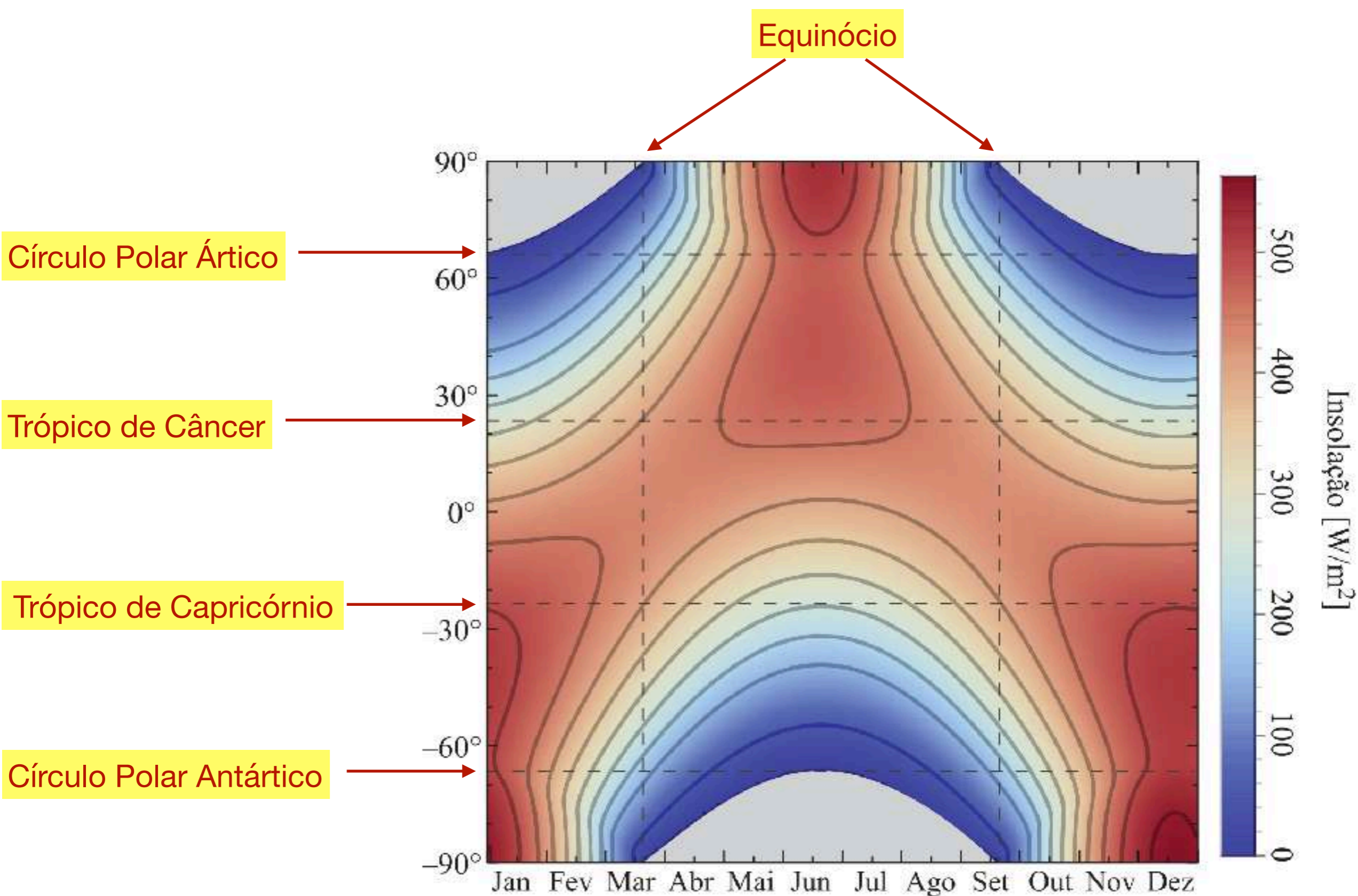
Radiação solar e insolação

- Vamos considerar agora o valor médio da insolação durante um dia. Para isso, iremos integrar a insolação instantânea entre o ângulo horário do nascer e pôr do Sol.

$$\begin{aligned}\overline{F}_{\odot} &= \frac{1}{2\pi} \int_{-H_d}^{+H_d} F_{\odot} dH = \\ &= \frac{C_{\odot}}{\pi} \left(\frac{1 \text{ UA}}{r} \right)^2 \int_0^{+H_d} [\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H] dH \\ \longrightarrow \overline{F}_{\odot} &= \frac{C_{\odot}}{\pi} \left(\frac{1 \text{ UA}}{r} \right)^2 [H_d \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \sin H_d]\end{aligned}$$

ângulo horário do Sol ao nascer

$$\cos H_d = -\tan \phi \tan \delta$$



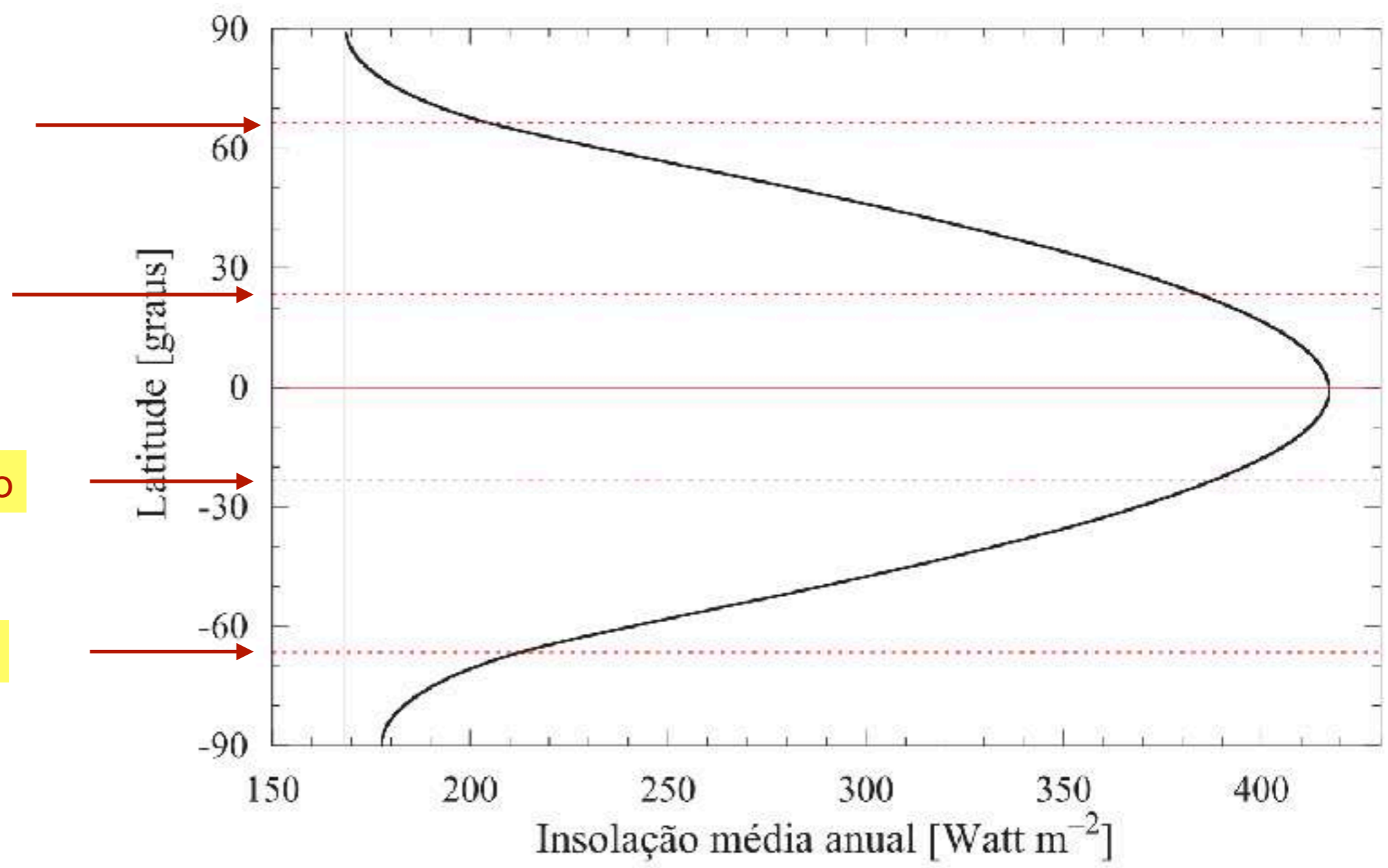
Insolação no topo da atmosfera em função das épocas no ano e da latitude. A cor cinza é quando o Sol está abaixo do horizonte durante todo o dia.

Círculo Polar Ártico

Trópico de Câncer

Trópico de Capricórnio

Círculo Polar Antártico



Insolação média anual em função da latitude. Note que o pólo Sul recebe uma quantidade de radiação solar um pouco maior que o pólo Norte. Isso se deve à excentricidade da órbita terrestre.

Animação: Sky Explorer

A órbita do Sol e a incidência de luz na superfície da Terra

https://astro.unl.edu/naap/motion1/orbits_light.html

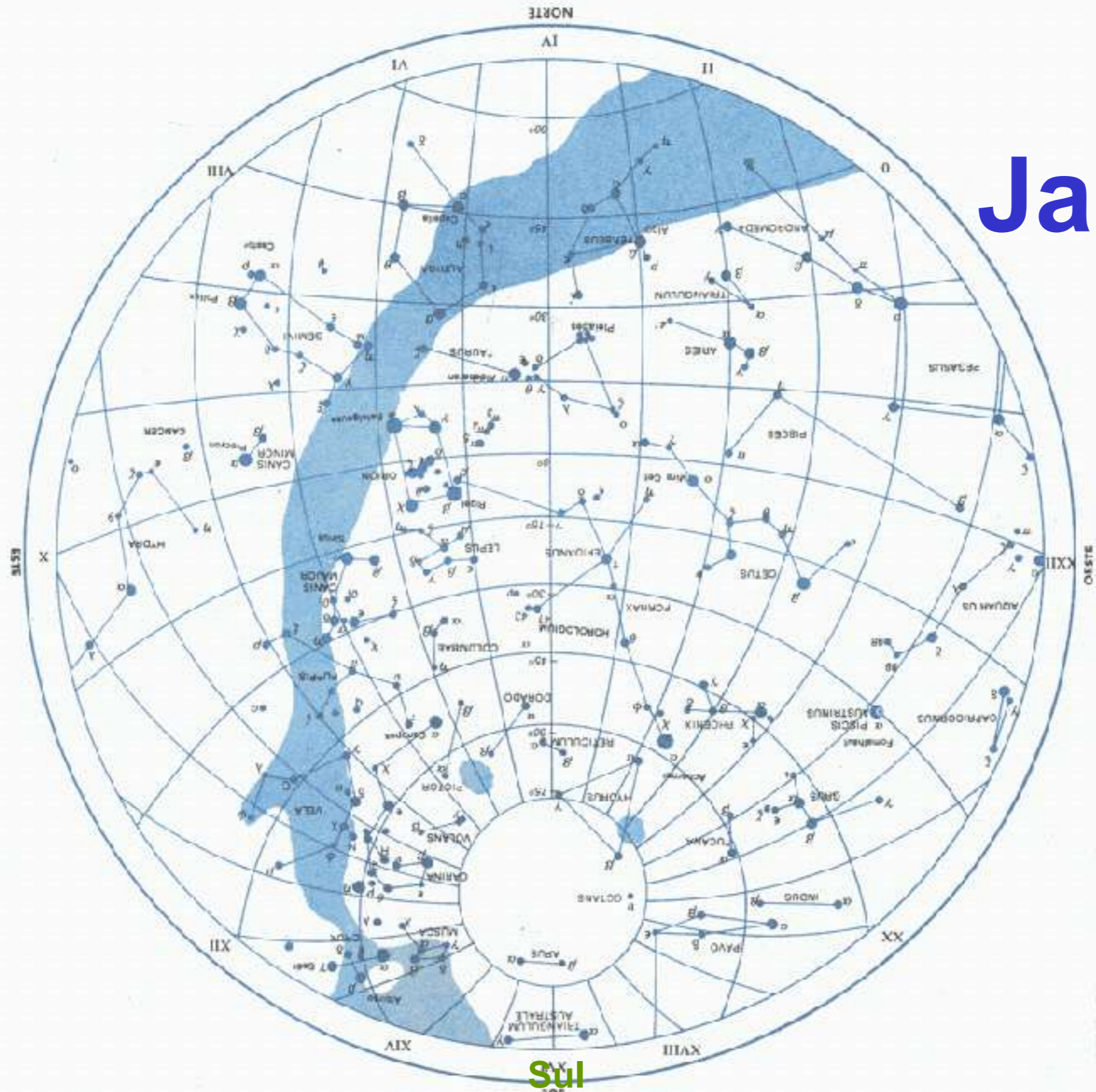
Animação: Sky Explorer

Simulador das estações do ano

[https://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/
seasons_ecliptic.html](https://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html)

Movimento aparente do Sol com relação às constelações

Janeiro



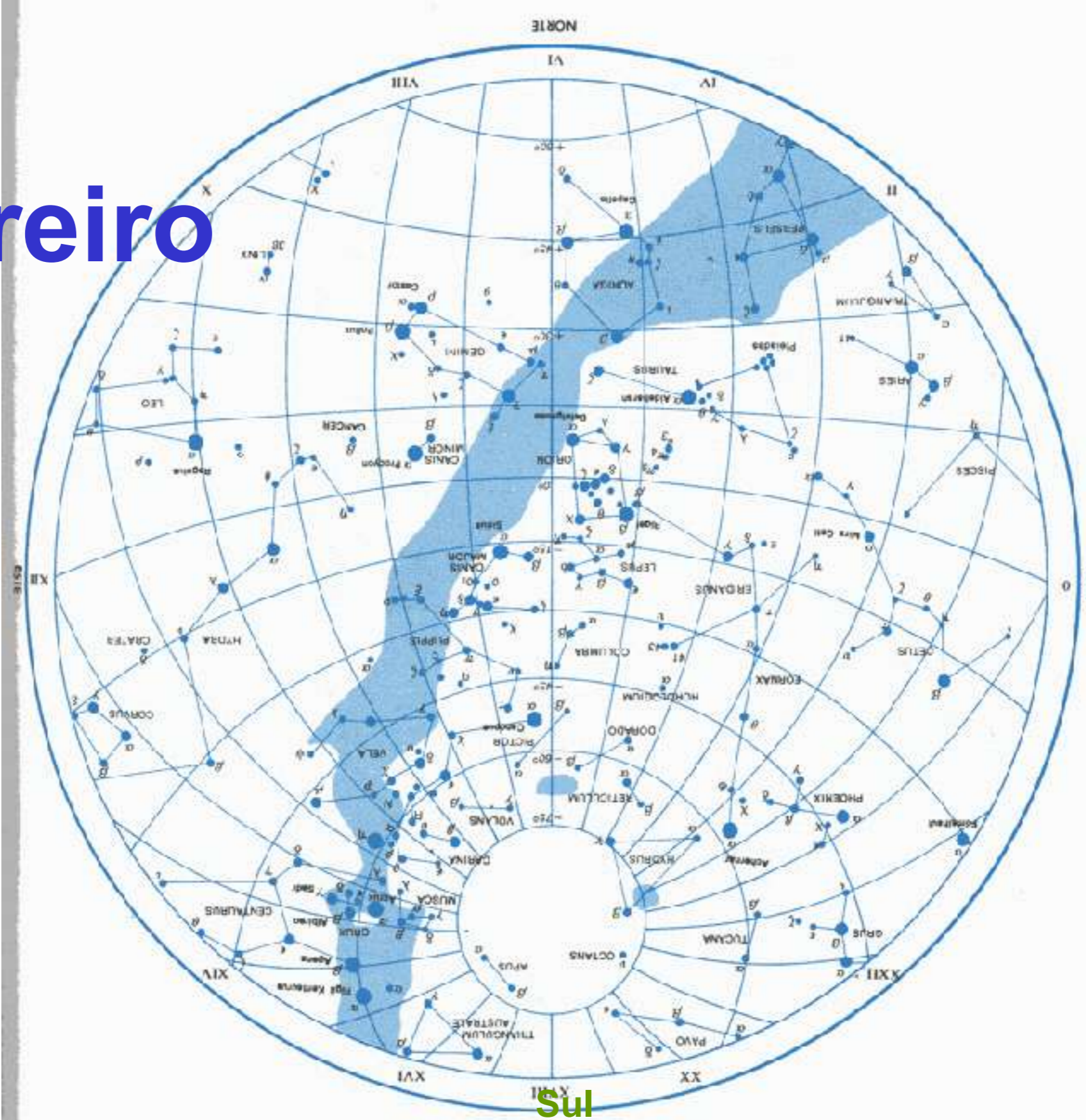
Leste

Sul



Oeste

Fevereiro



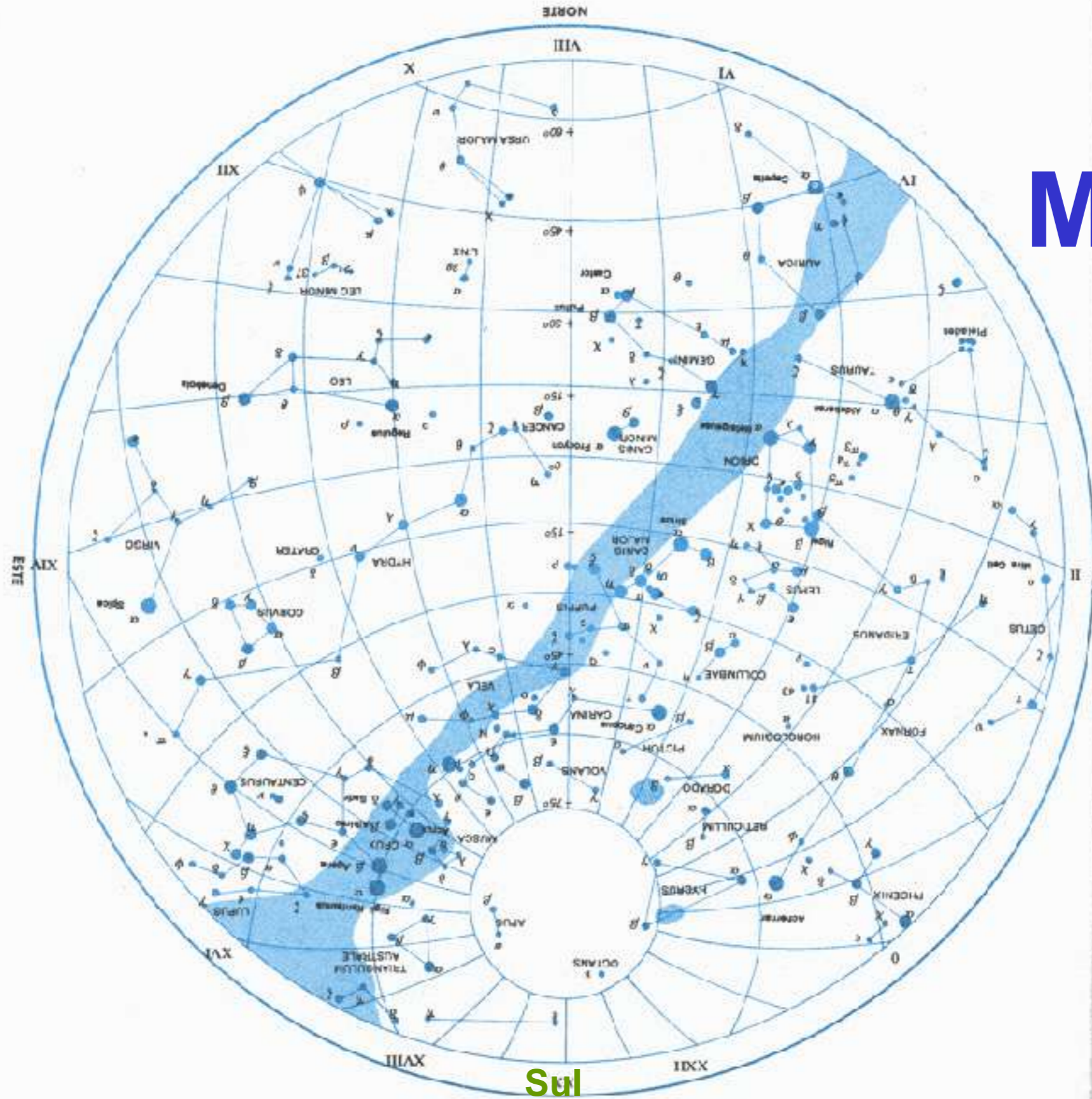
Leste



Sul

Oeste

Março

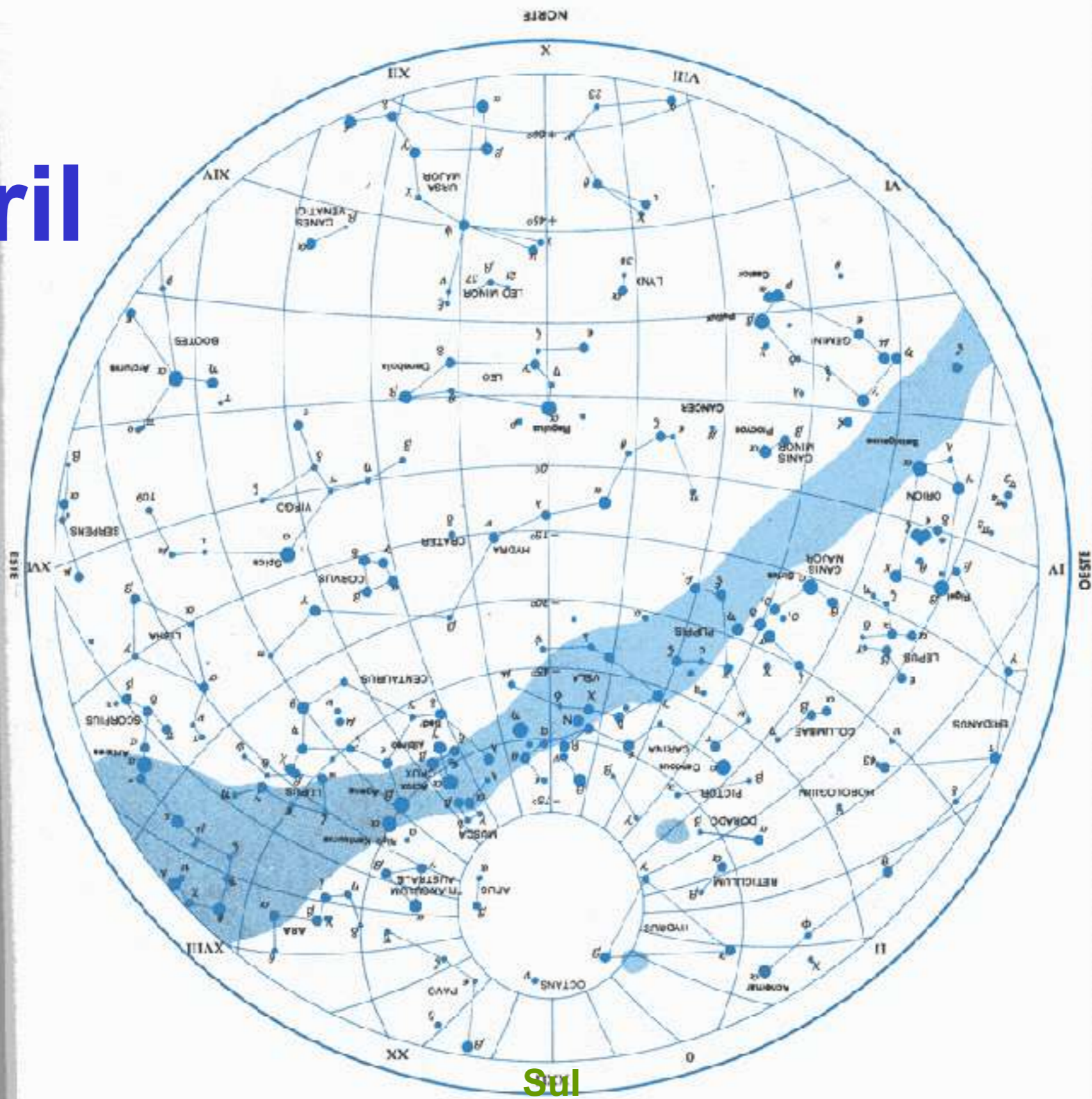


Leste



Oeste

Abril



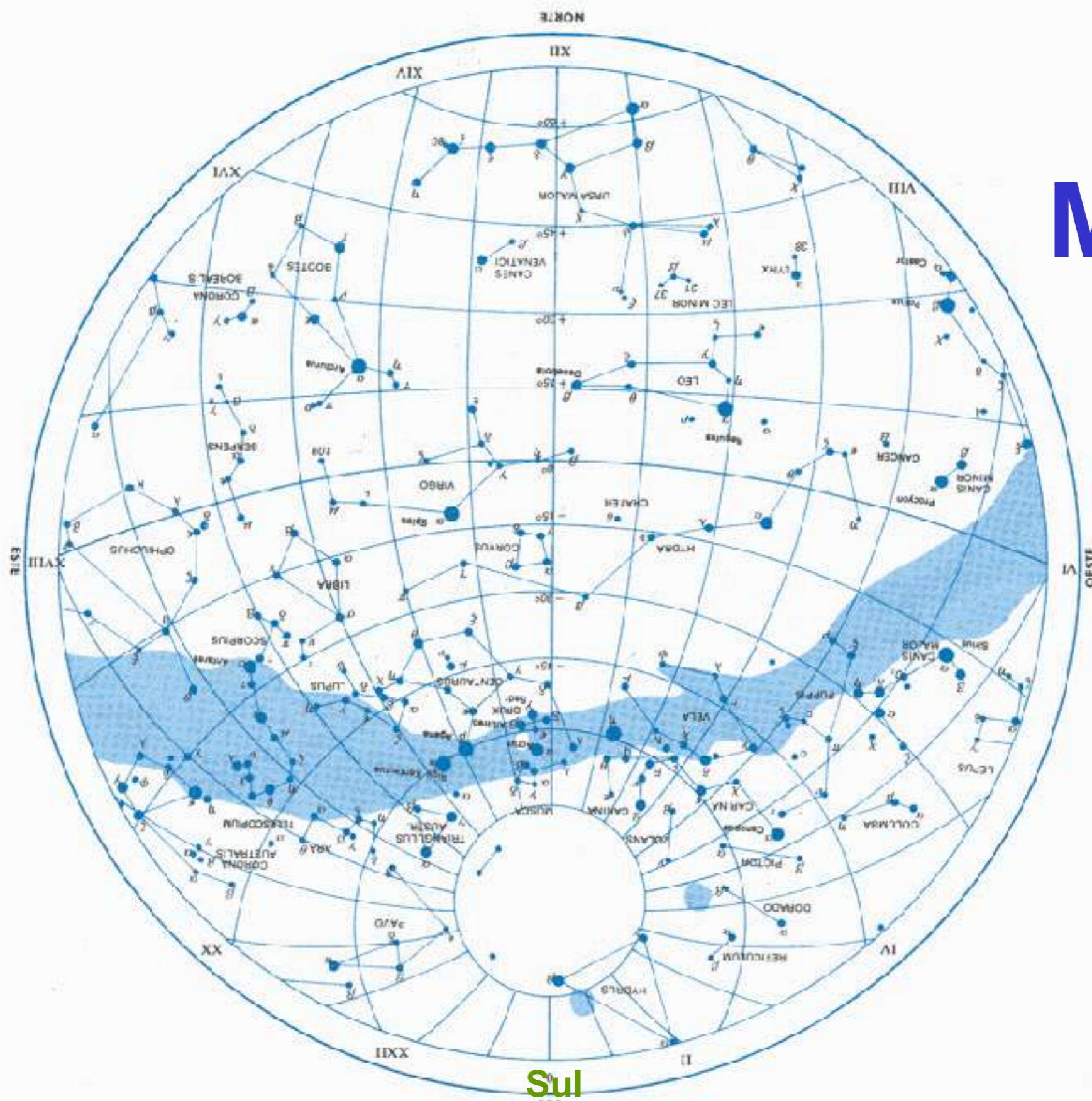
Leste

Sul



Oeste

Maio



Leste

Sul



Oeste

Junho

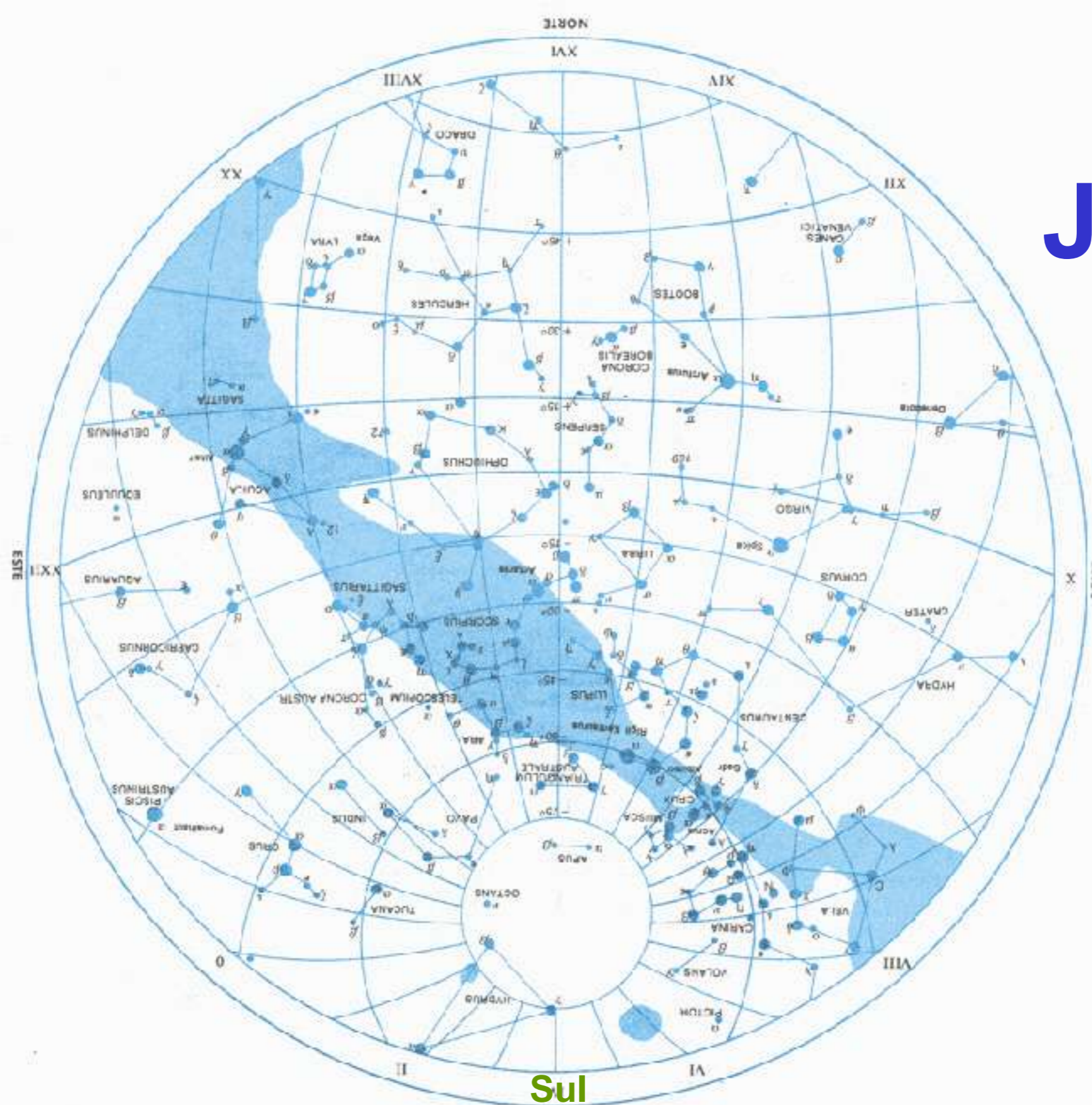


Leste



Oeste

Julho



Oeste

Agosto



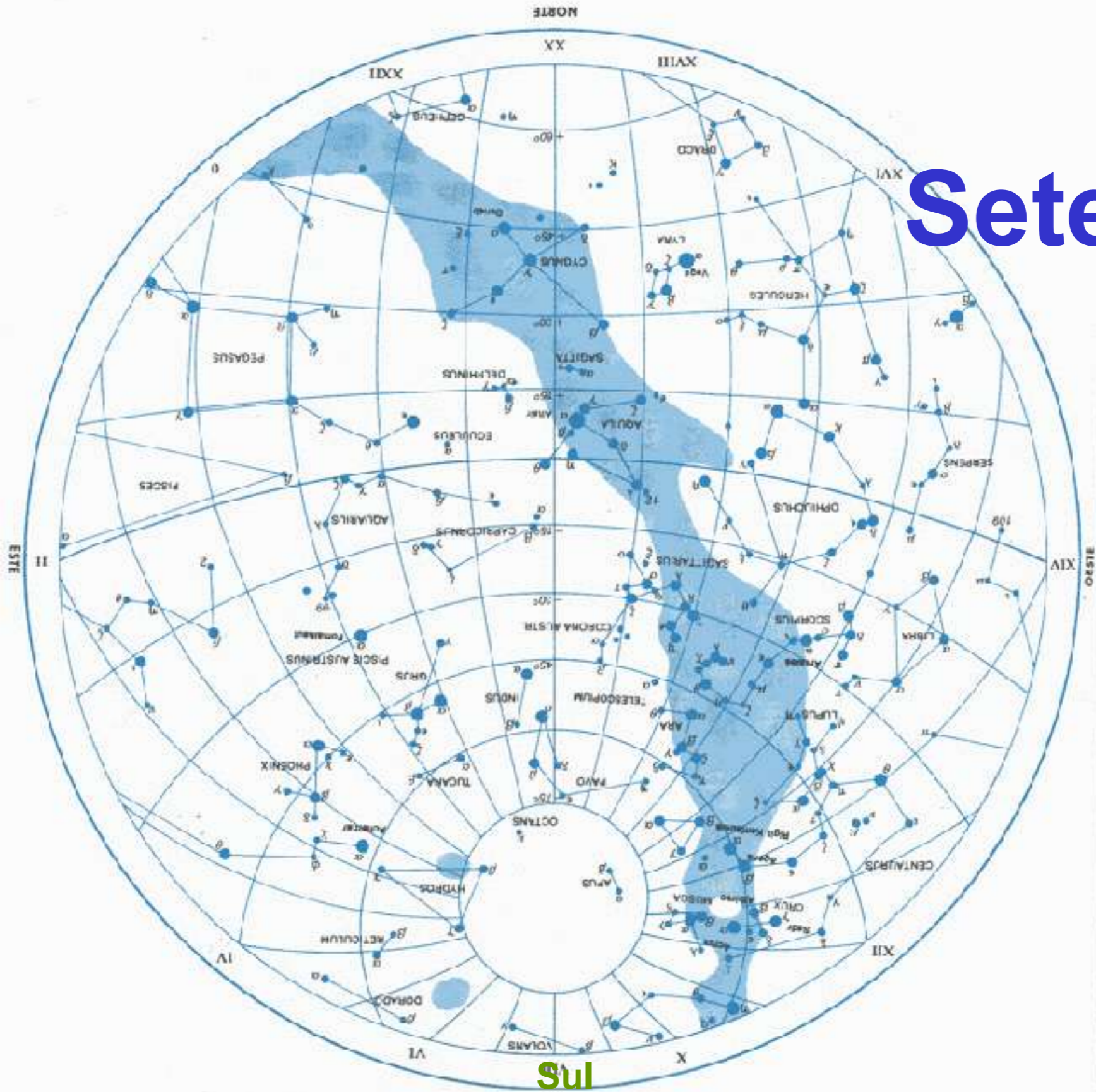
Leste



Sul

Oeste

Setembro



Leste



Oeste

Outubro



Leste

Sul



Oeste

Novembro



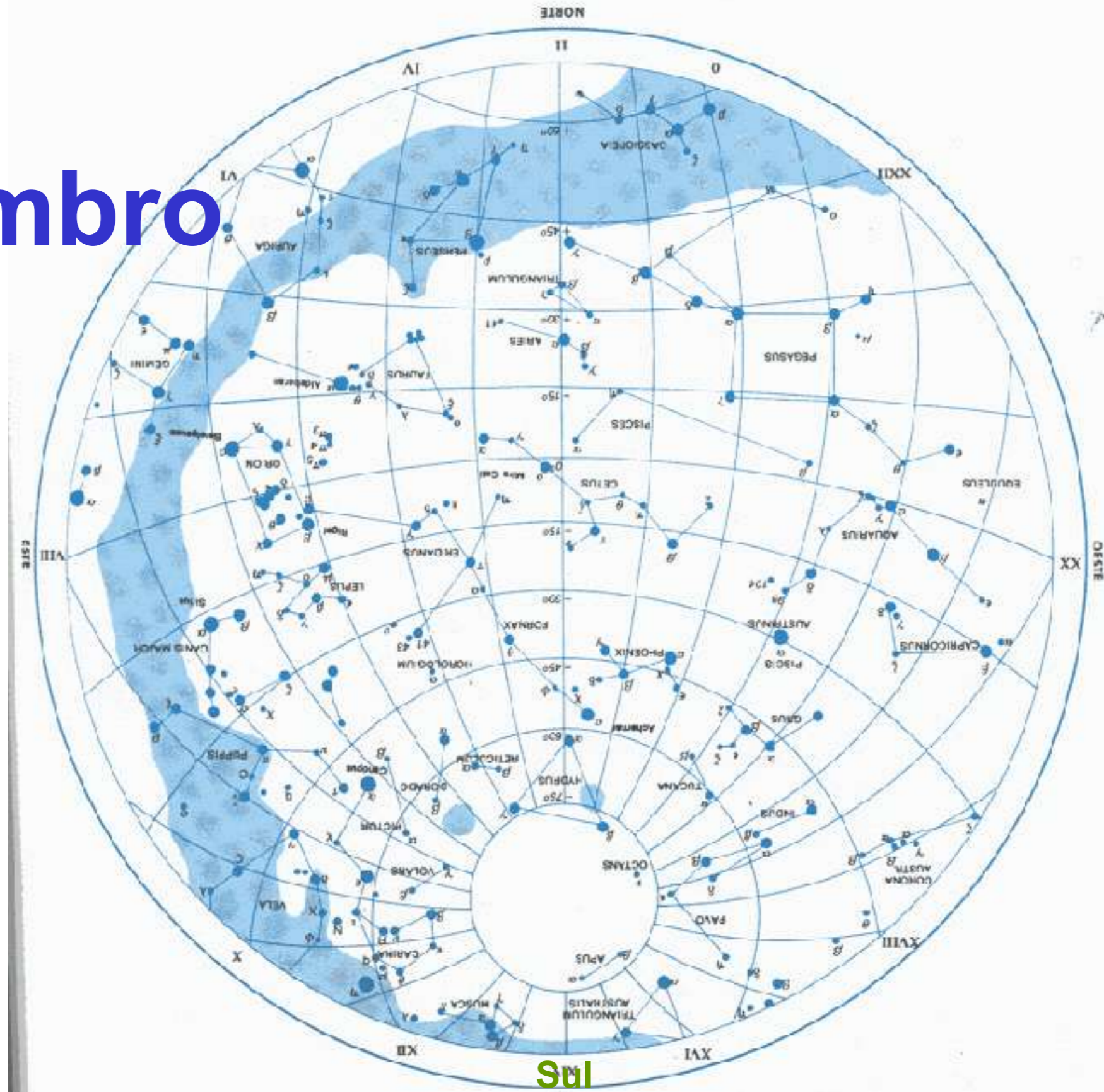
Leste

Sul



Oeste

Dezembro



Leste



Sul

Oeste

Horizonte visto no crepúsculo



Horizonte visto no crepúsculo



Lib

Vir

Horizonte visto no crepúsculo

Lib



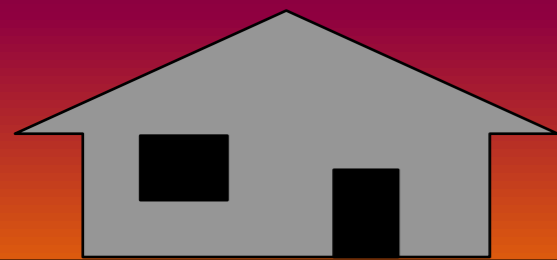
Vir

Horizonte visto no crepúsculo

Esc

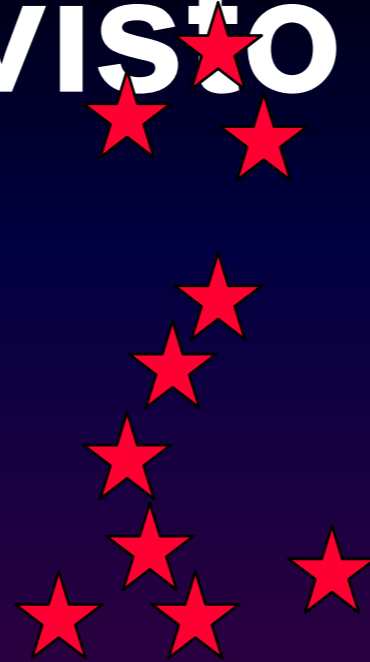
Lib

Vir

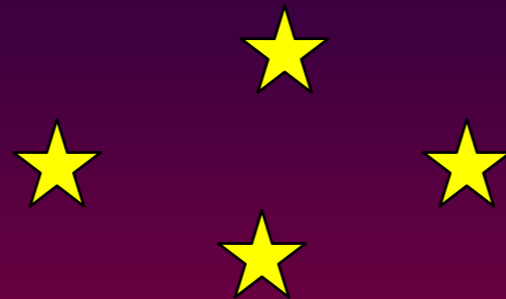


Horizonte visto no crepúsculo

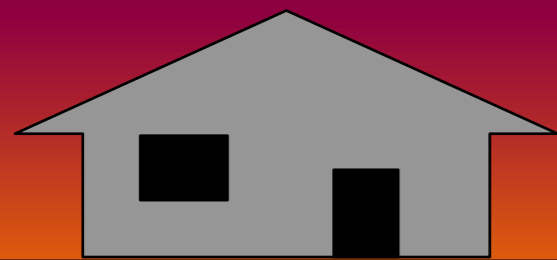
Esc



Lib

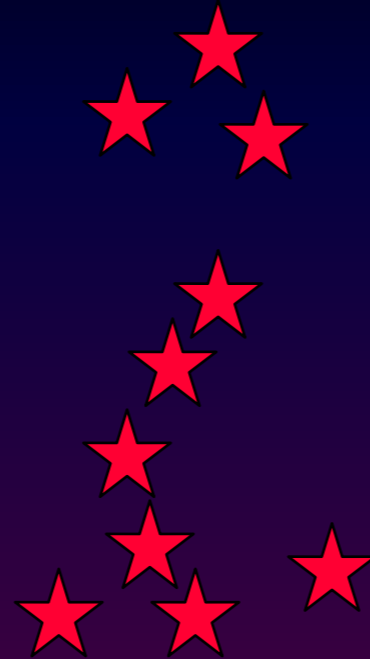


Vir

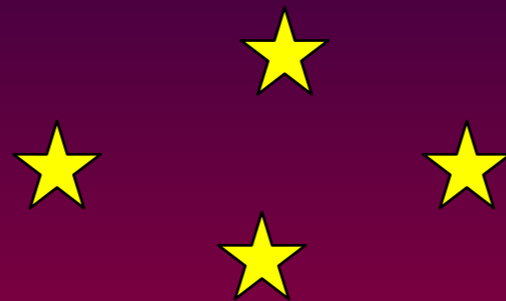


Horizonte visto no crepúsculo

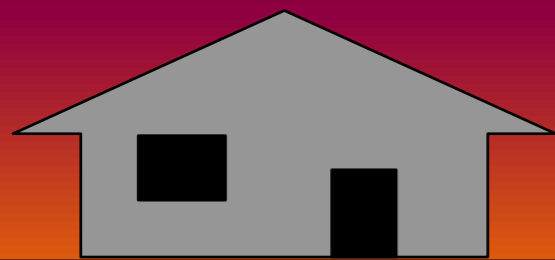
Esc



Lib

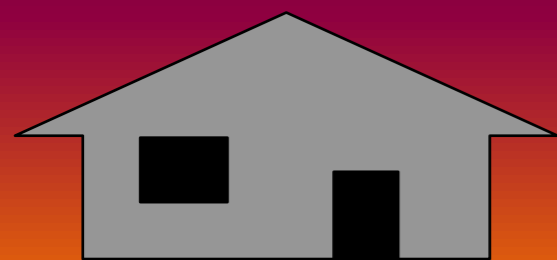


Vir



Horizonte visto no crepúsculo

2

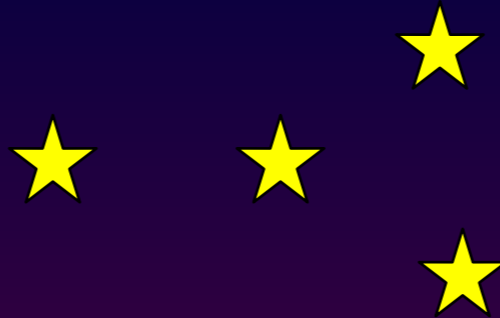
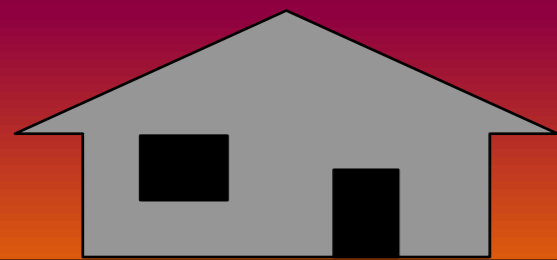


Esc

Lib

Horizonte visto no crepúsculo

3

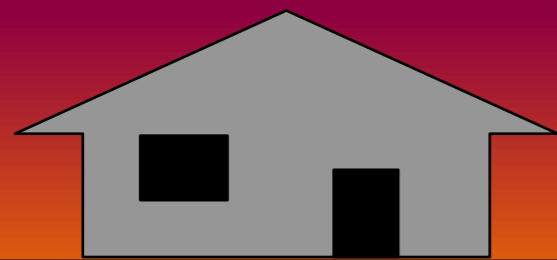


Sag

Esc

Horizonte visto no crepúsculo

4

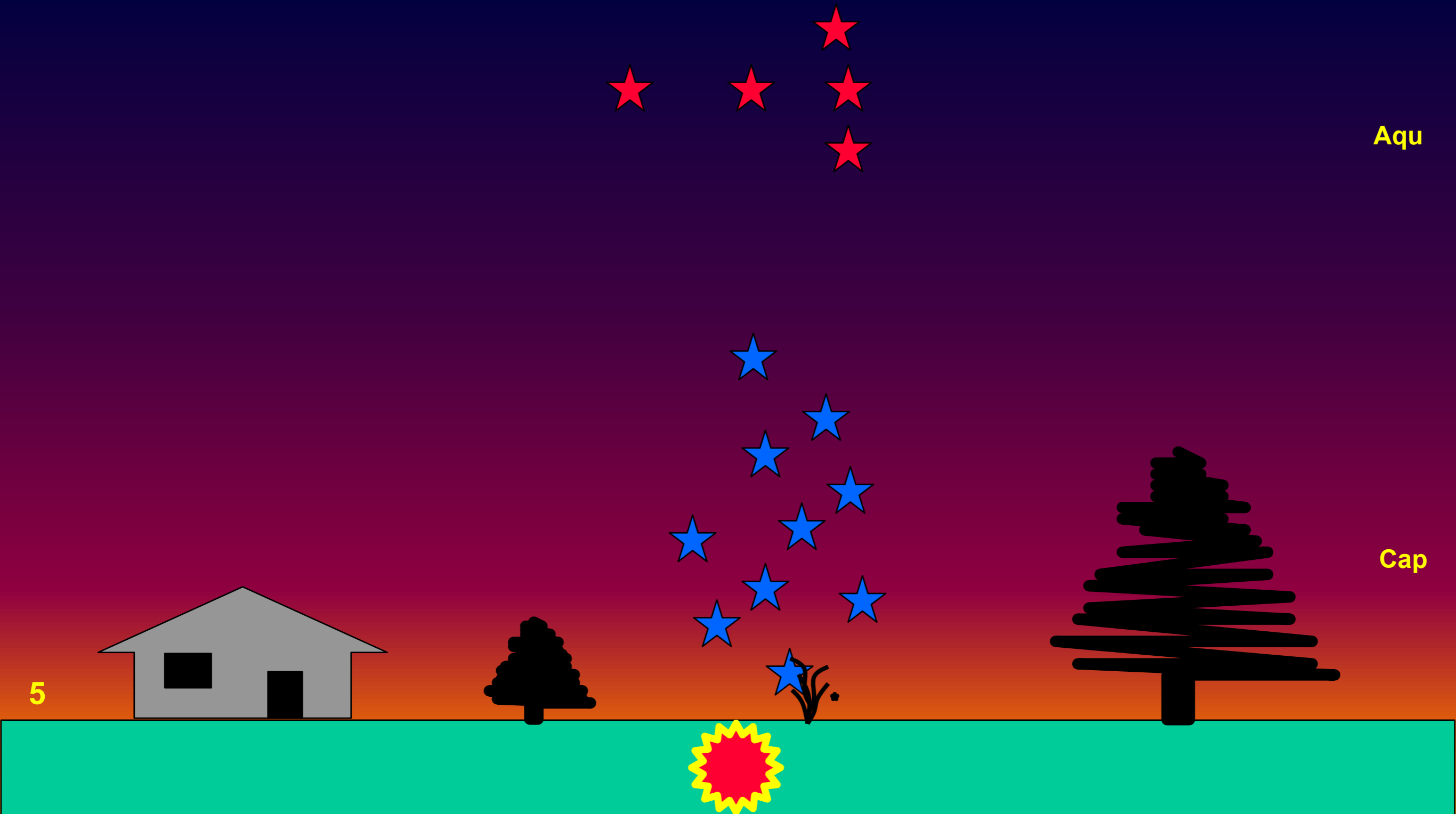


Cap

Sag



Horizonte visto no crepúsculo



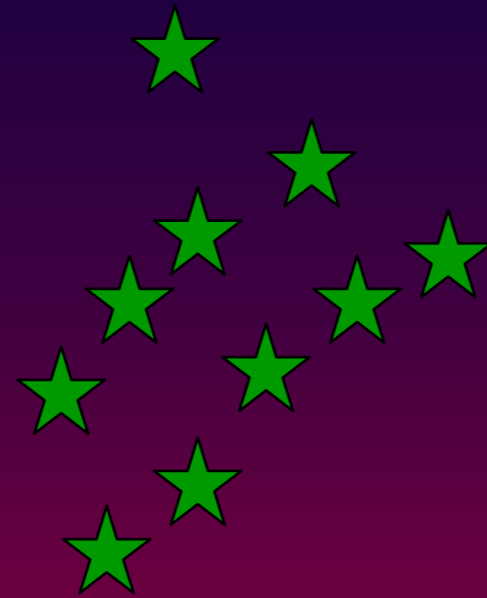
5

Aqu

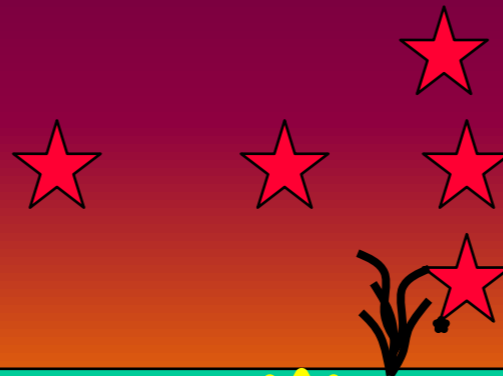
Cap

Horizonte visto no crepúsculo

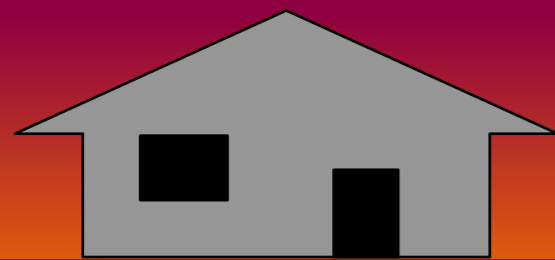
Pei



Aqu

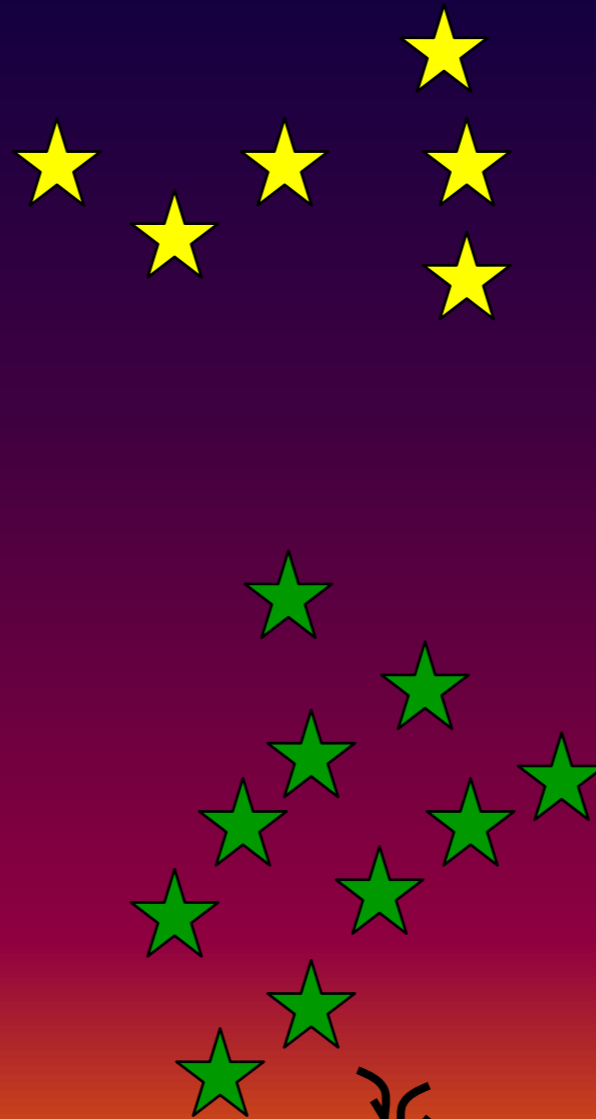
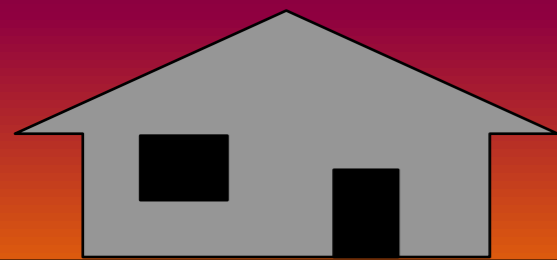


6



Horizonte visto no crepúsculo

7

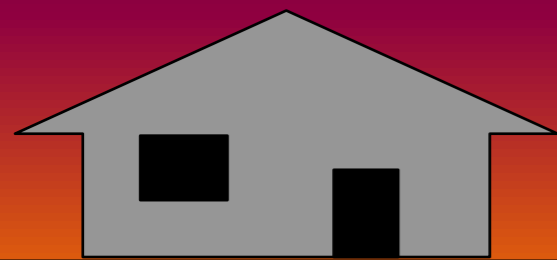


Ári

Pei

Horizonte visto no crepúsculo

8

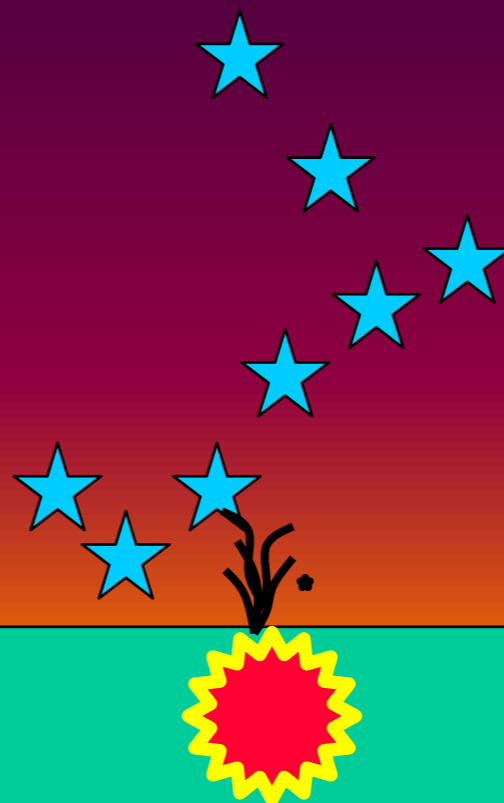
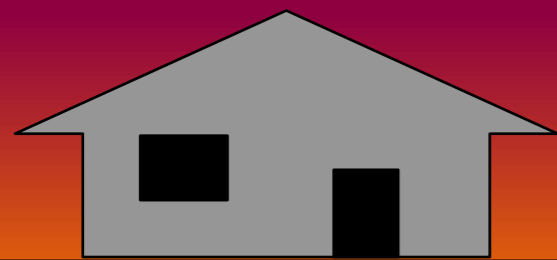


Tou

Ári

Horizonte visto no crepúsculo

9



Gêm

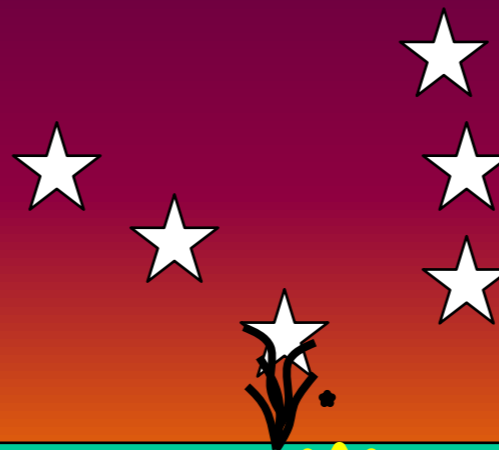
Tou

Horizonte visto no crepúsculo

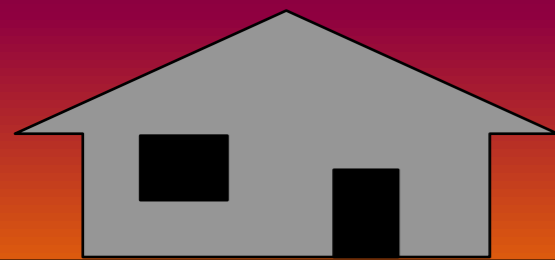
Cân



Gêm



10



Horizonte visto no crepúsculo

Leã

Cãn

11



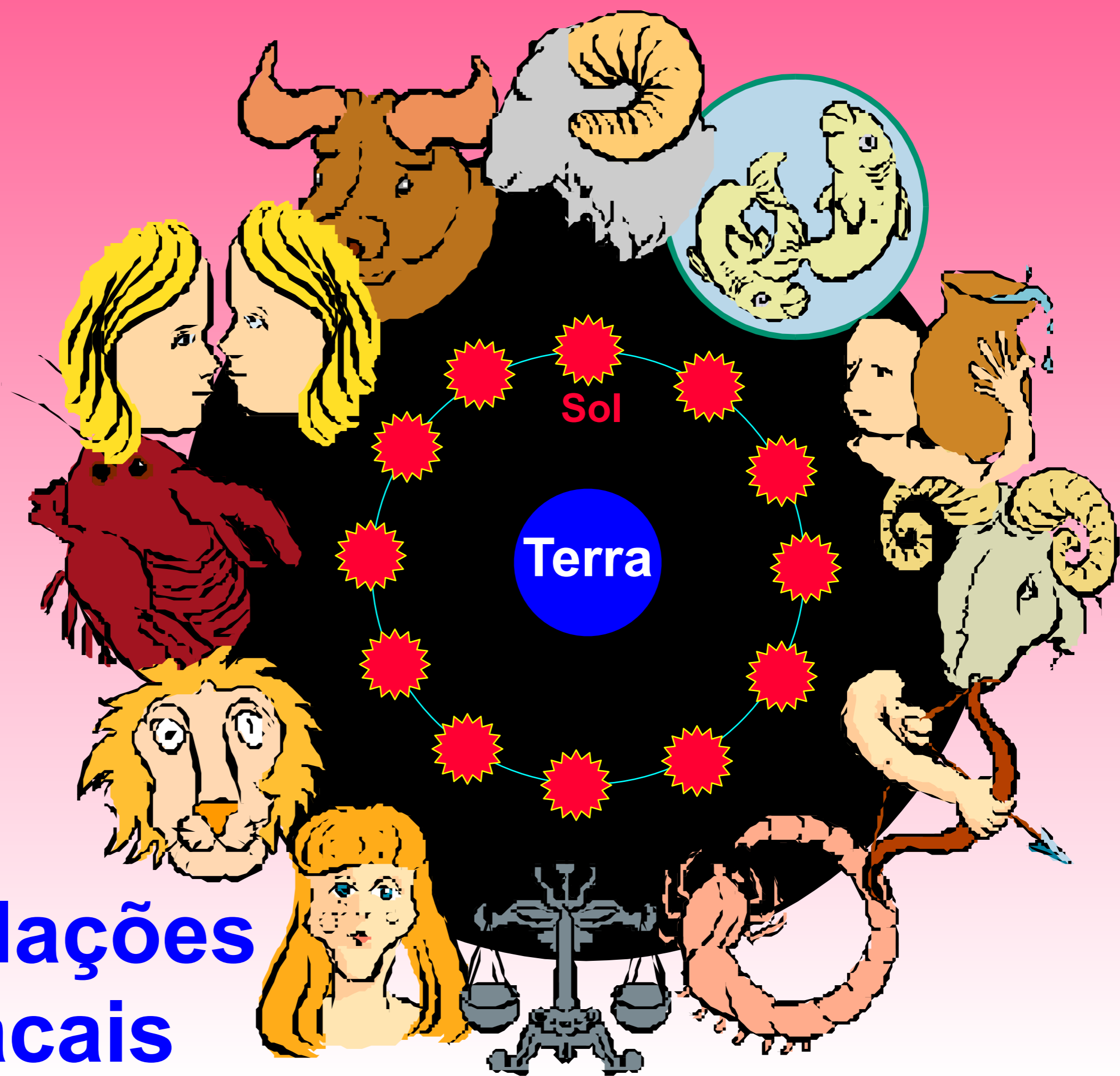
Horizonte visto no crepúsculo



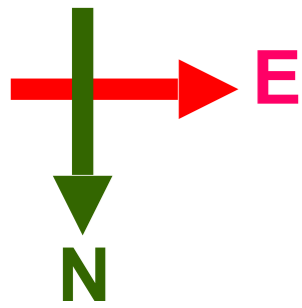
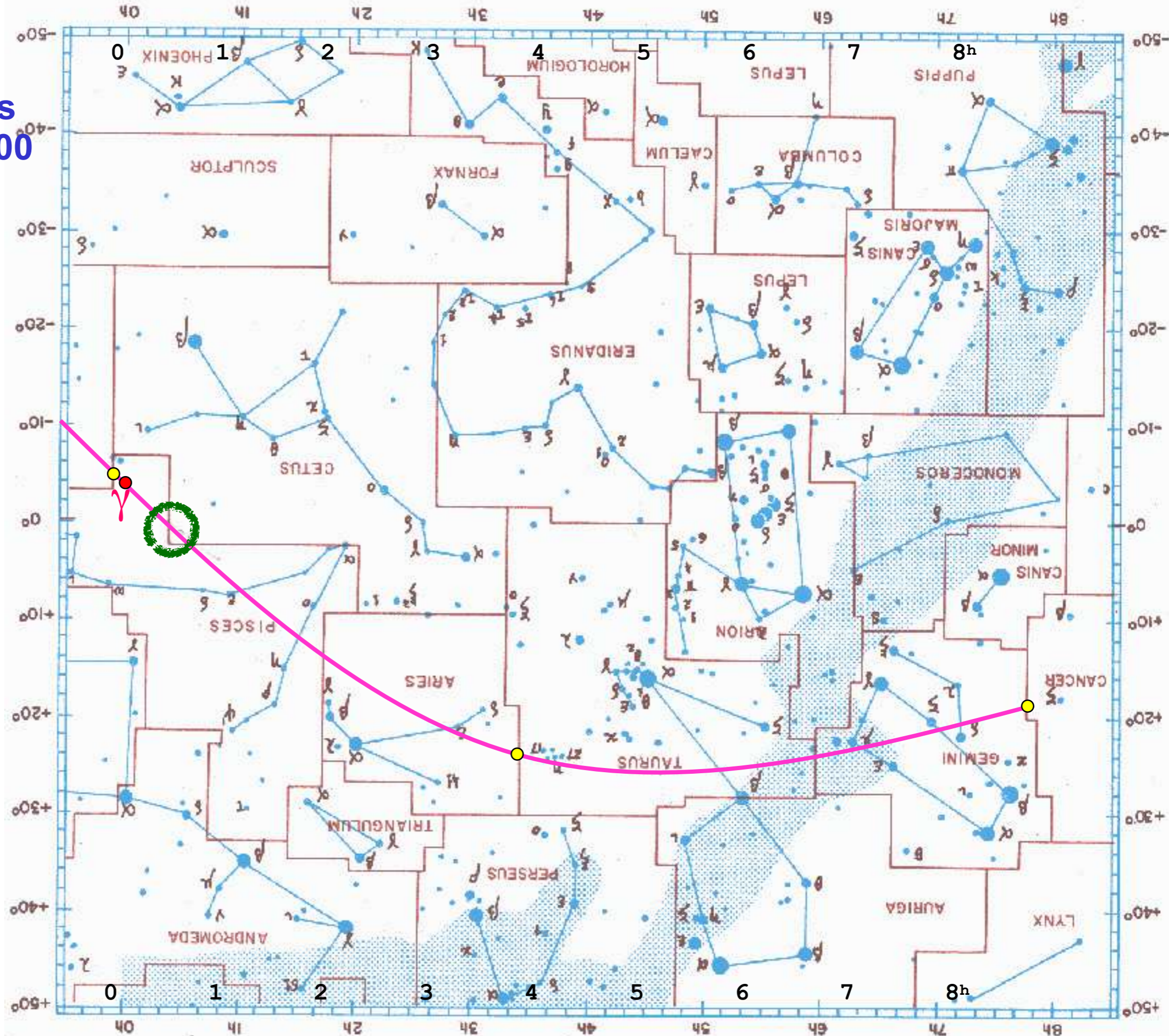
Horizonte visto no crepúsculo



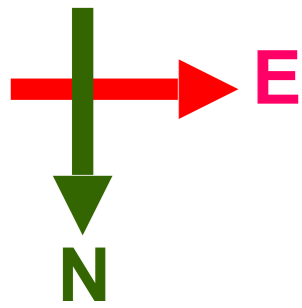
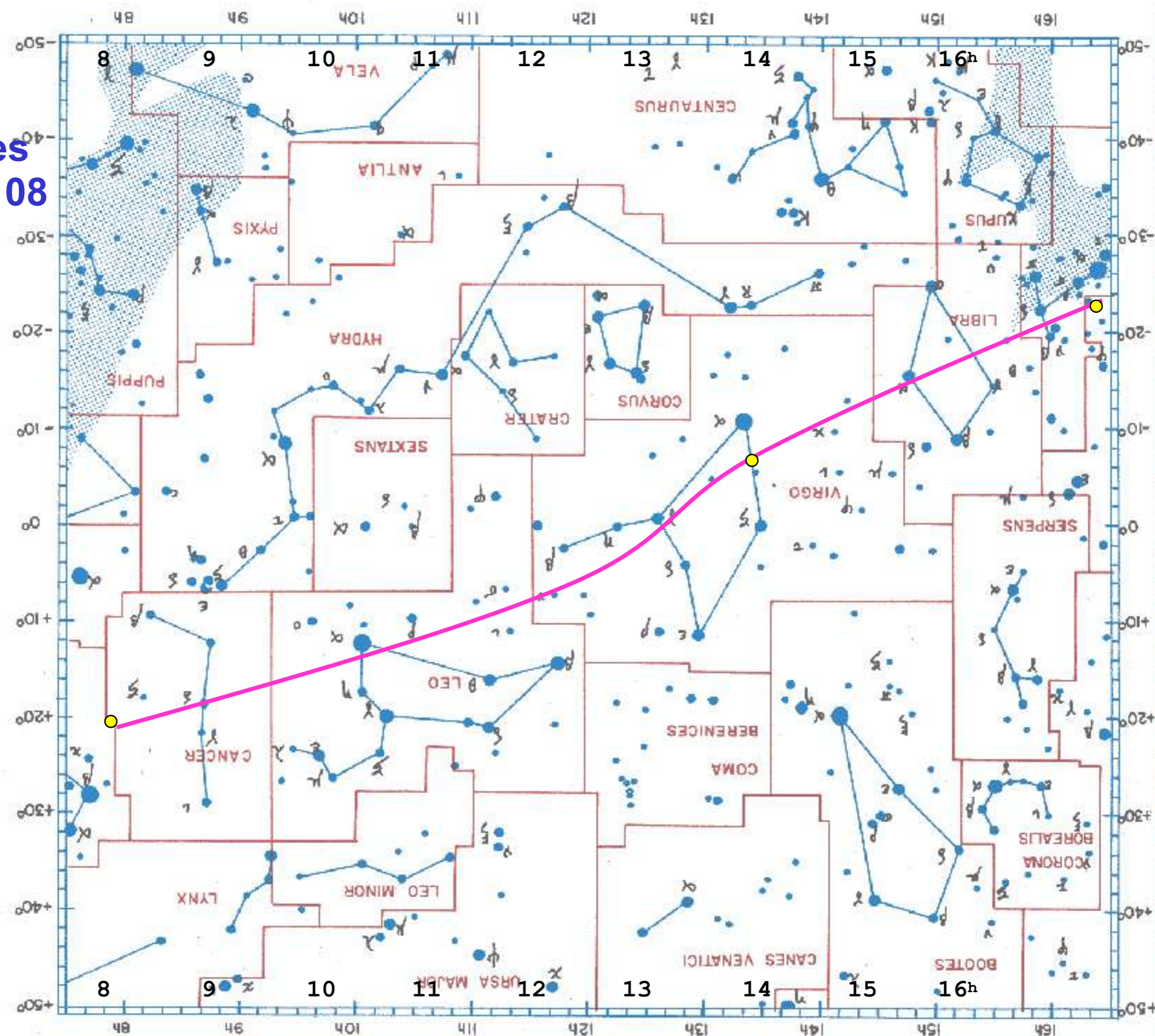
Constelações Zodiacais



Constelações Zodiacais de 00 a 08h



Constelações Zodiacais de 08 a 16^h



Constelações Zodiacais de 16 a 24h

