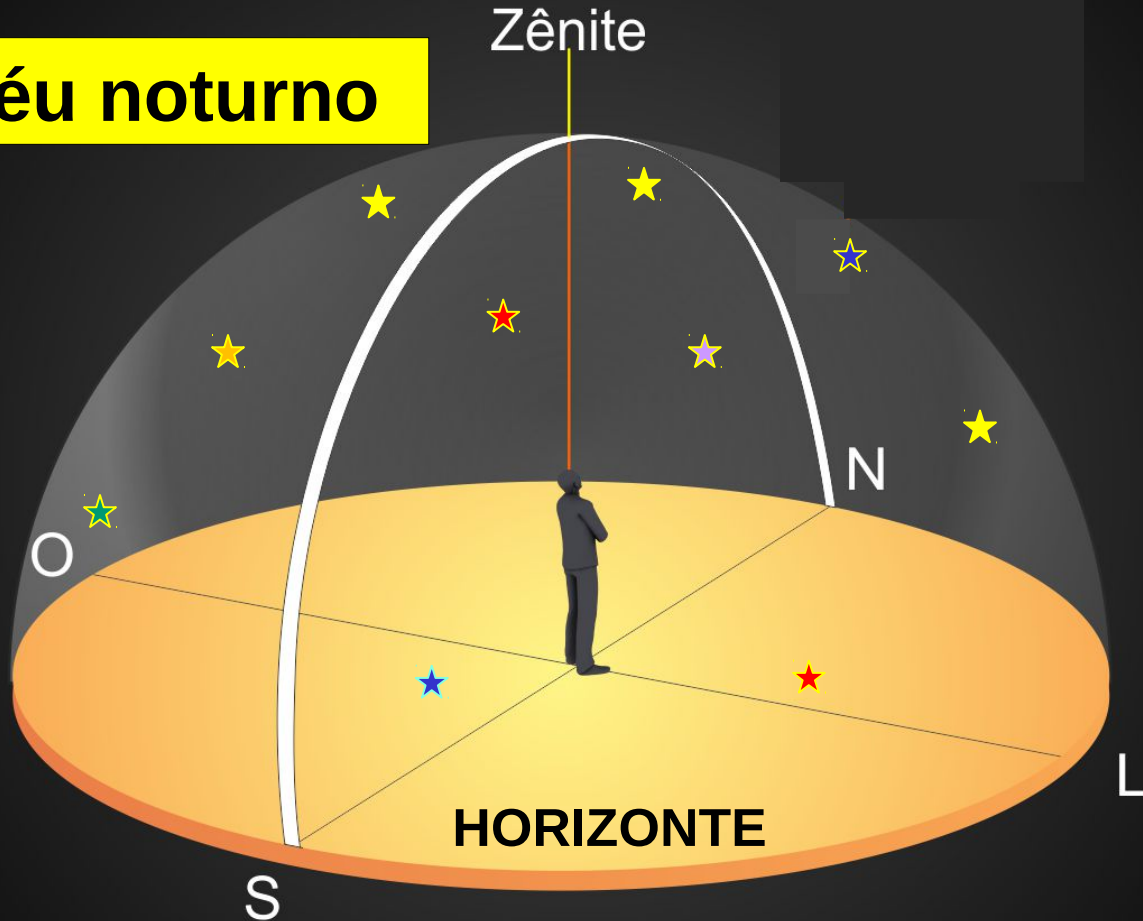


(Adaptado do curso AGA0215 da **Profa. Thais Idiart**)

OBSERVAÇÕES DO UNIVERSO E ORIENTAÇÃO NO CÉU

O céu noturno



Alfa Centauri A e B

ζ Cen

α Cen

ε Cen

Aglomerado Globular
Omega Centauri
(NGC 5139)

β Cen

β Cru
Mimosa

γ Cru
Rubídea

Cruzeiro do sul

Aglomerado Aberto
Caixa de Jóias
(NGC 4755)

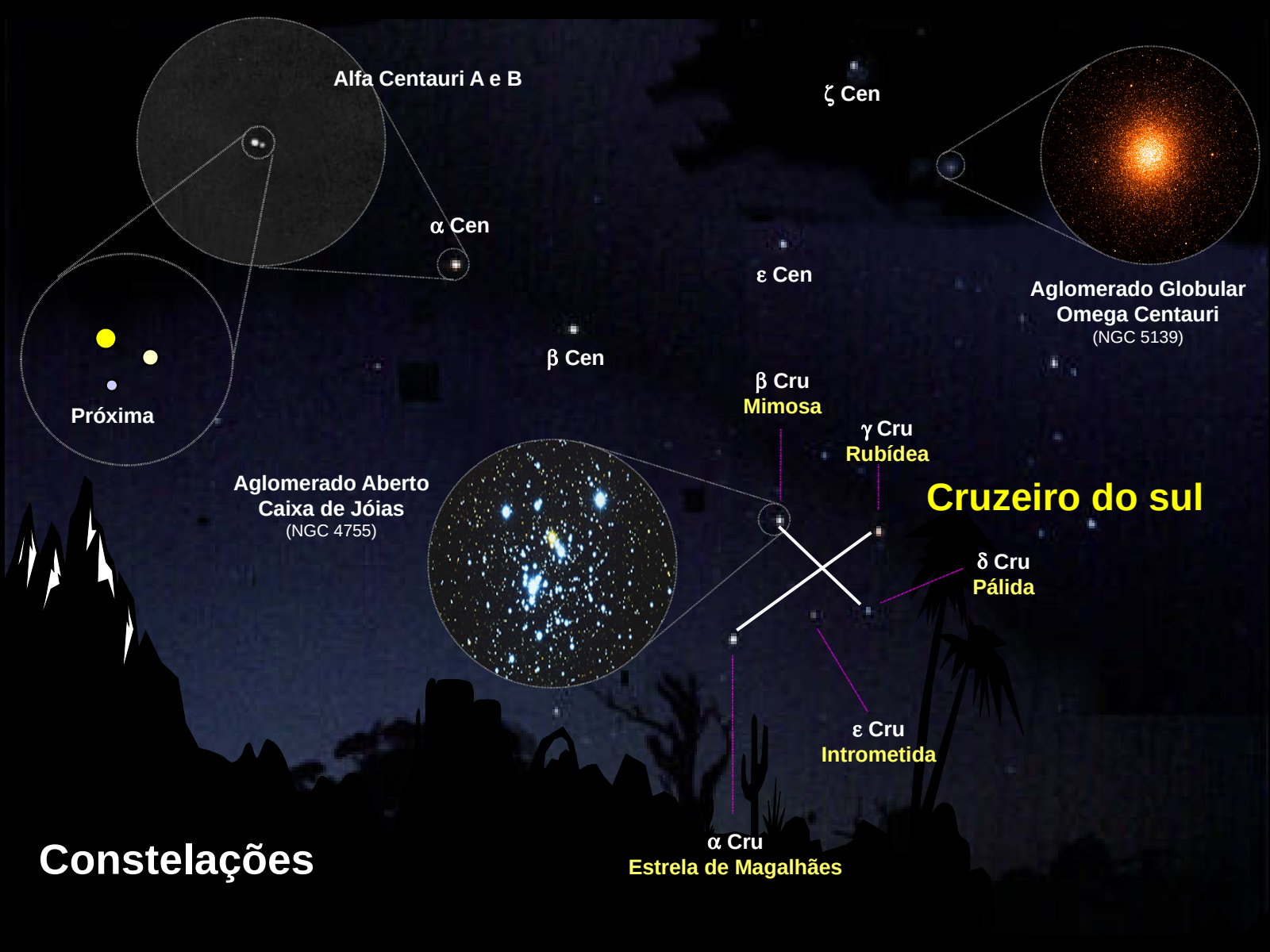
δ Cru
Pálida

ε Cru
Intrometida

α Cru
Estrela de Magalhães

Próxima

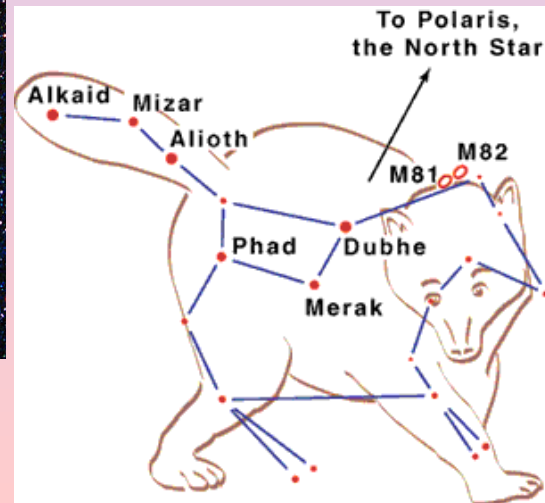
Constelações



Definição de constelações são úteis na orientação no céu.

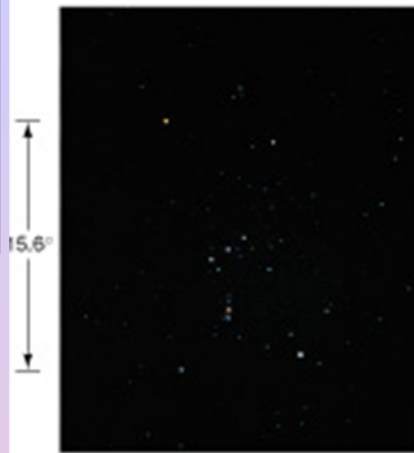
Diferentes culturas tendem a separar algumas vezes o mesmo conjunto de estrelas como uma mesma constelação, mas a cada uma delas associa figuras diferentes a esse mesmo agrupamento de estrelas.

Por exemplo (7 estrelas):
América do Norte: grande concha
Europa ocidental: a pá ou o vagão
Grécia antiga: cauda da Grande Ursa
Egito antigo: perna de um boi
Sibéria: cervo



Outros exemplos: ver [stellarium](#)

Tudo o que vemos é o projetado na esfera celeste. As constelações são um exemplo disto.

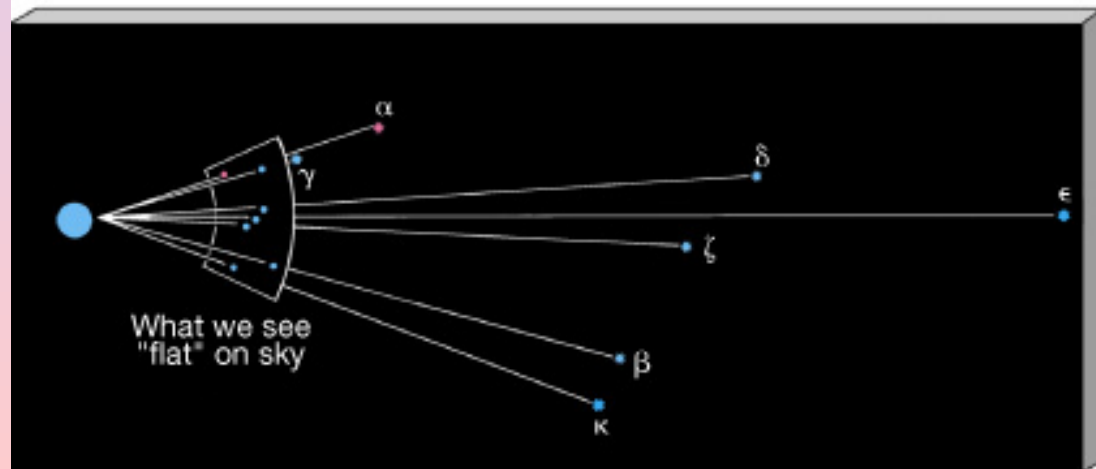


(a)



(b)

Constelação de Orion



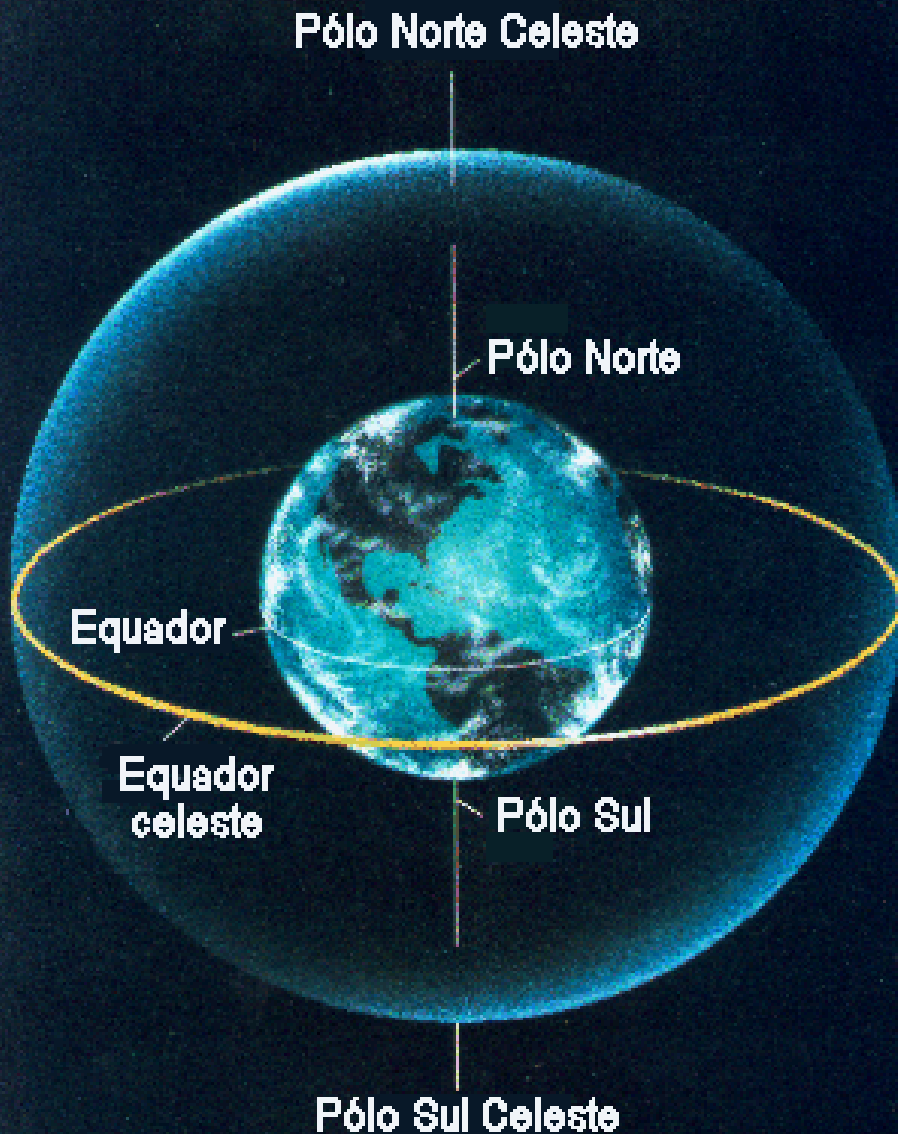
c)

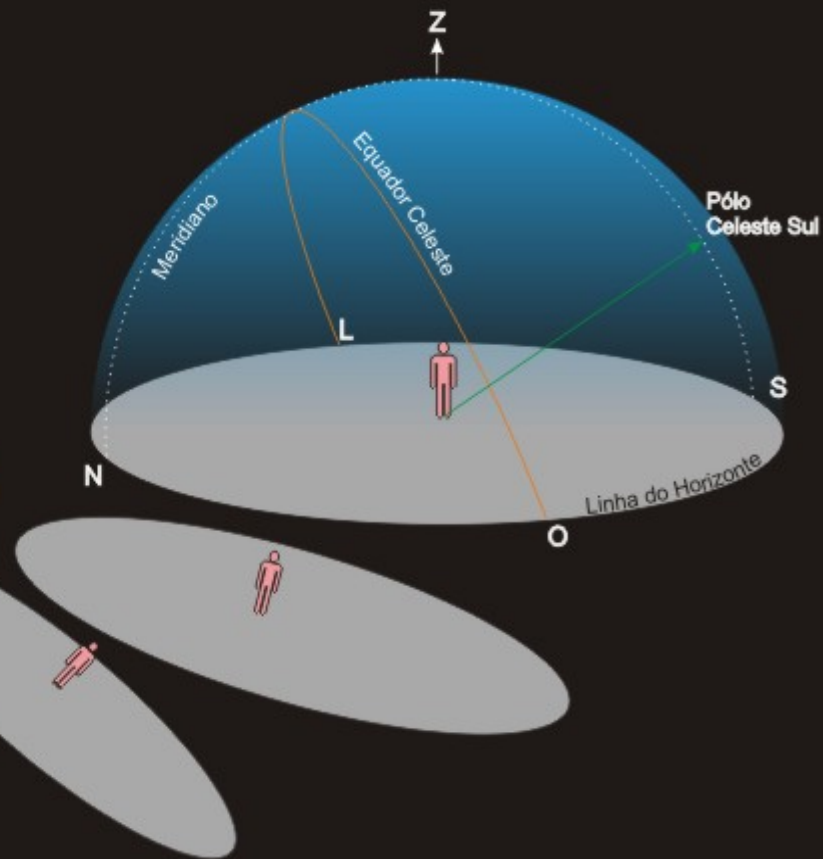
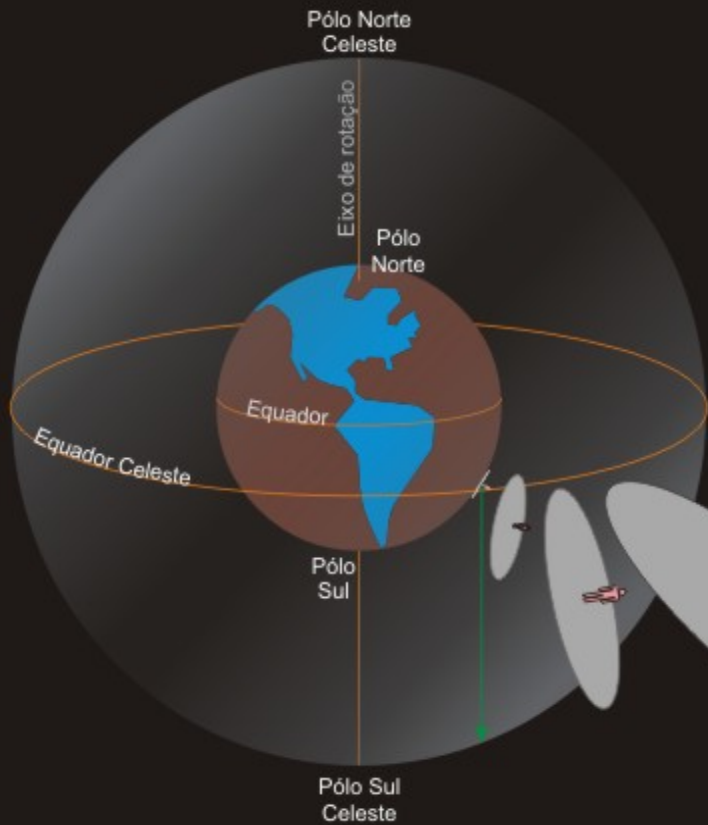
1,000 light-years

CONSTELAÇÕES

- **O que são?** São agrupamentos aparentes de estrelas **angularmente próximas**. Estrelas de uma mesma constelação podem estar **muito distantes** umas das outras, porém angularmente próximas na esfera celeste.
- **Quantas são?** 88 de acordo com a União Astronômica Internacional.
- **Sempre foram as mesmas?** Não, cada povo e cultura diferentes definiu um conjunto de constelações, com formas e nomes diferentes e em número diferente.
- **Quantas estrelas tem em cada constelação?** A questão não tem sentido já que as constelação apenas delimitam regiões na esfera celeste. Contando-se até os objetos mais fracos, na direção de cada constelação pode haver bilhões de estrelas da nossa galáxia, mais bilhões de outras galáxias.
- **NOTAR:** quando um astrônomo diz “a galáxia XX está na constelação do Touro” isto significa que a mesma está na direção desta constelação. *Não há nenhuma relação da direção com a distância.*

Esfera Celeste

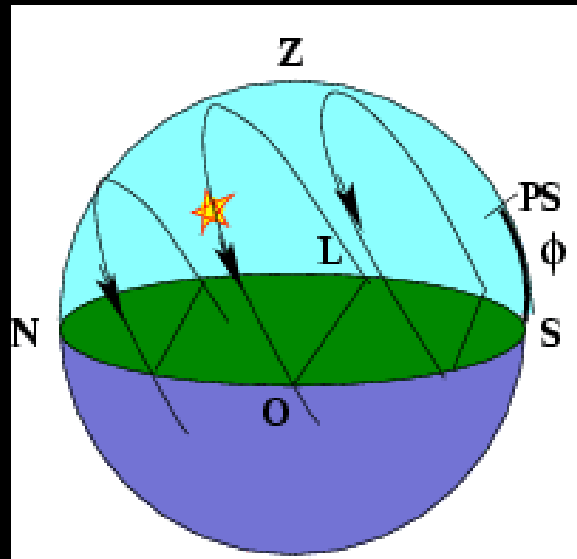
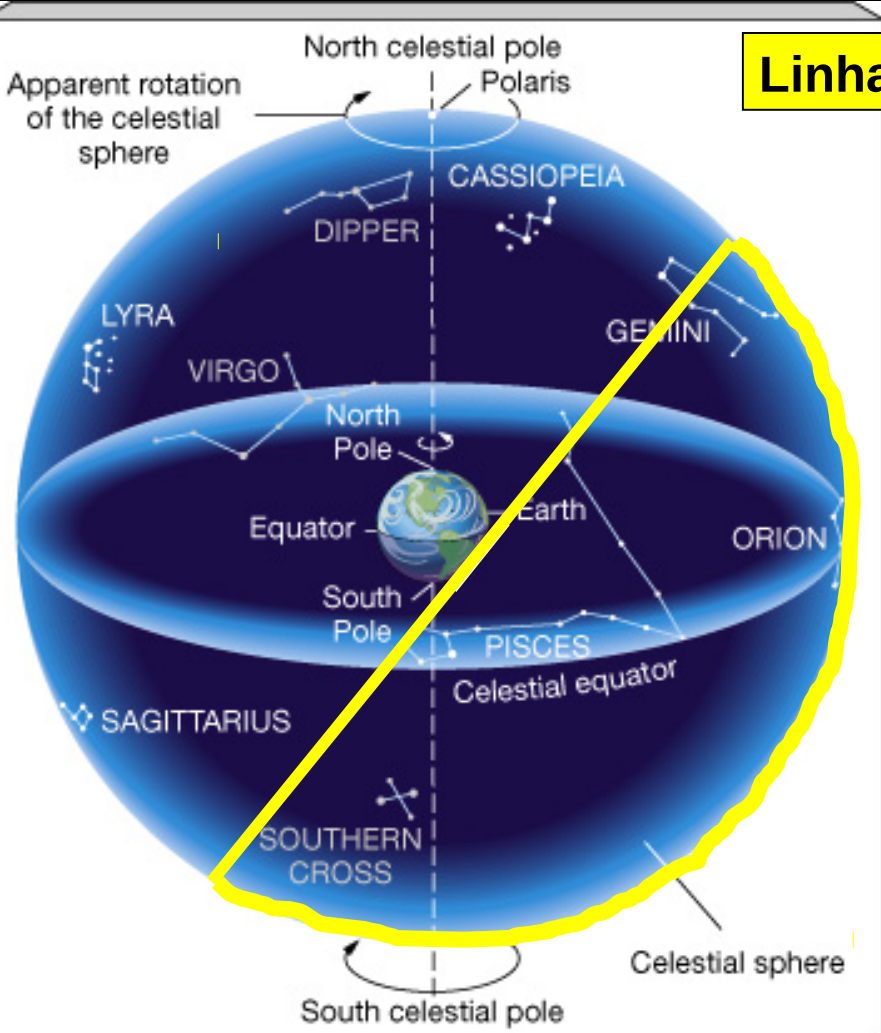




A ESFERA CELESTE

Linha de visão do céu noturno

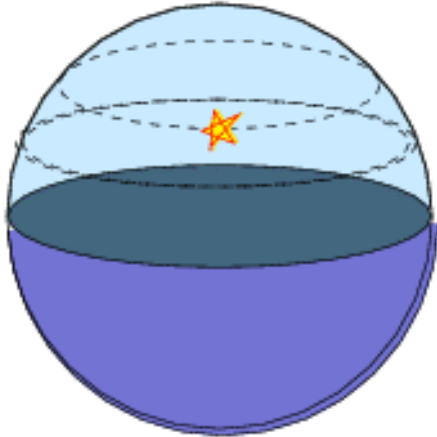
A Terra gira em torno do seu próprio eixo: o movimento aparente das estrelas é de leste para oeste.



Estrelas circumpolares

latitude = 90

Z=P

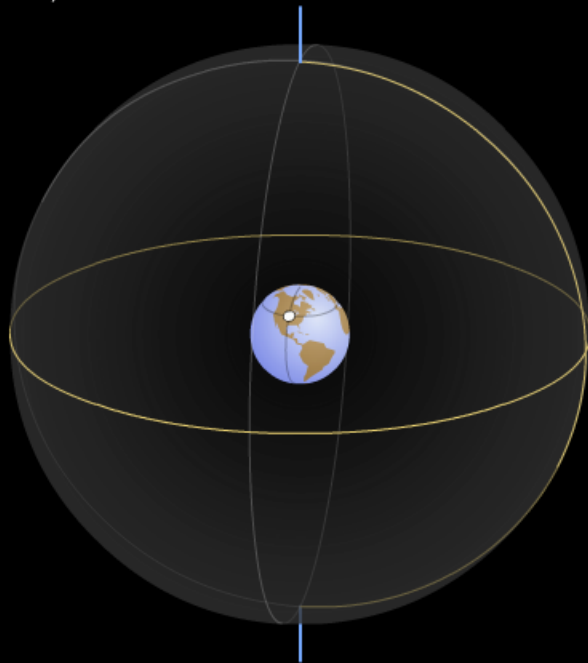


Polaris : referência do polo norte

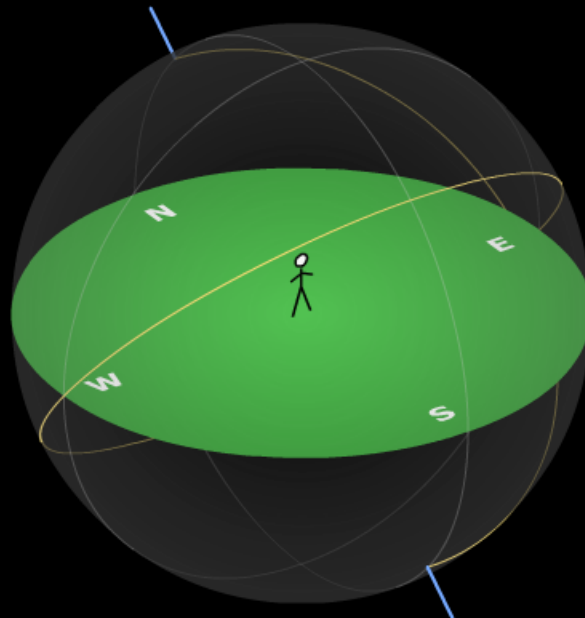


**Eixo de rotação da
Terra está quase
sobre polaris**

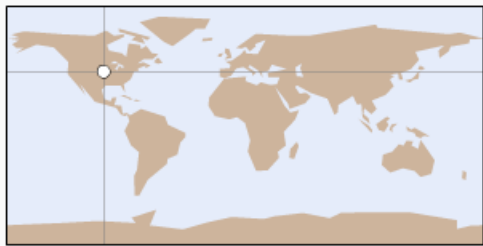
celestial sphere view



horizon diagram view



Observer's Location

latitude: ° Nlongitude: ° W

Animation Controls

animate

animation rate:



slower

faster

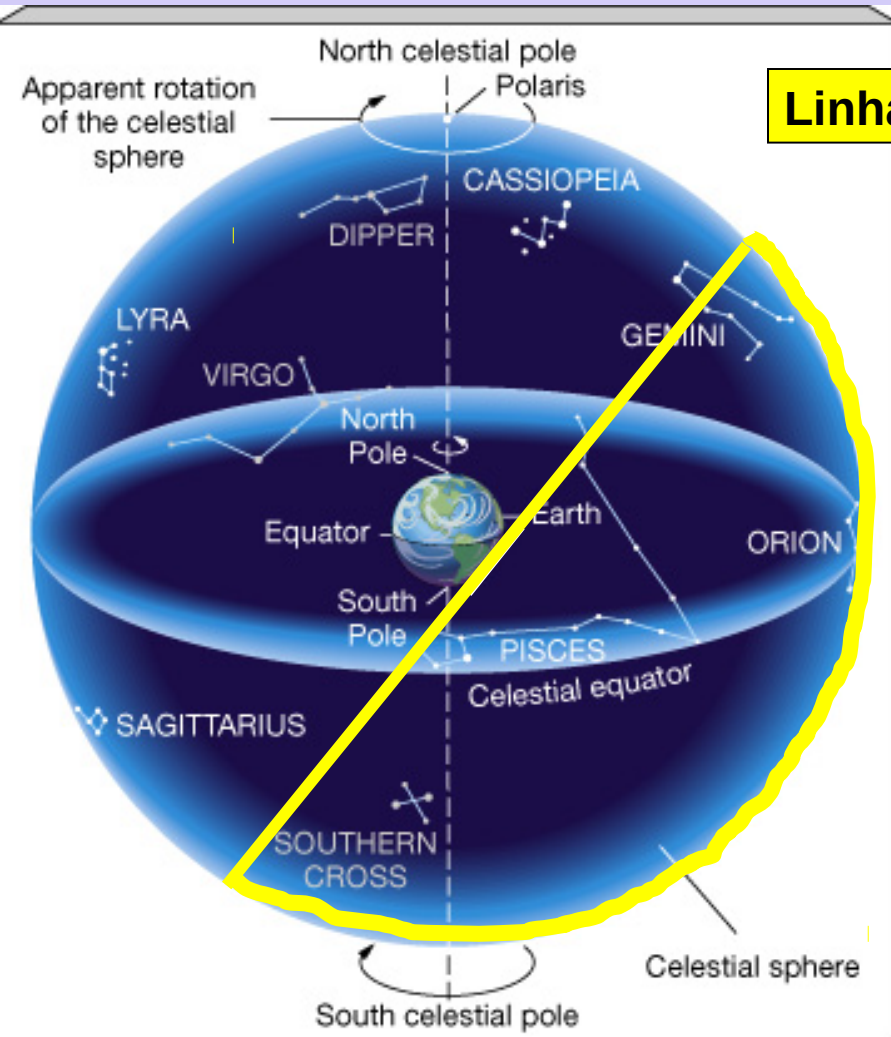
Appearance Settings

- show labels
- show 0h circle
- show celestial equator
- show underside of horizon diagram
- show never rise region
- show rise and set region
- show circumpolar region
- show the angle between the celestial equator and horizon

Star Controls

- no star trails
- short star trails
- long star trails

A ESFERA CELESTE



Linha de visão do céu noturno

A Terra gira em torno do sol: as constelações visíveis variam com a época do ano

VARIAÇÃO DO CÉU: VERÃO E INVERNO



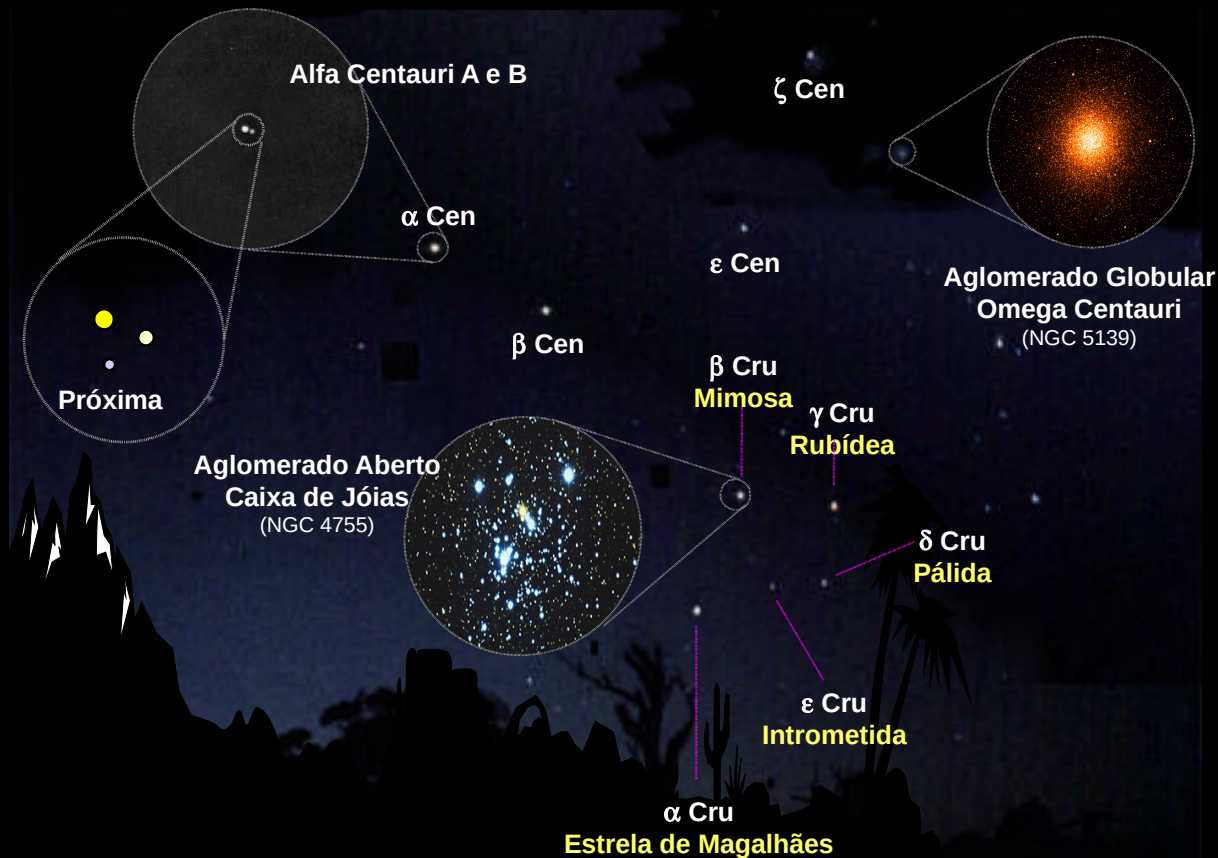
FEVEREIRO ÀS 23 HORAS



JUNHO ÀS 23 HORAS

Sistemas de coordenadas celestes

- O modo mais simples de se localizar estrelas a olho nú é especificar a constelação que estão e classificá-las por ordem de brilho (α = mais brilhante e β = segunda mais brilhante, etc.)



Coordenadas celestes: para que servem?

- **Localizar um objeto no céu**
- **Registrar a localização de um objeto desconhecido**

Pontos Carduais

**Pontos cardeais leste e oeste:
correspondem à posição onde o
sol nasce e onde o sol se põe???**

Nascer e pôr do Sol

Position of the sun on the horizon at sunrise

*To
North*

East

*To
South*

*September
21*



Play

O Sol não nasce/se põe sempre no mesmo ponto na direção Leste/Oeste

O sol nasce/se põe em \neq s pontos do horizonte dependendo da época do ano \rightarrow A DEFINIÇÃO DOS PONTOS CARDEAIS LESTE/OESTE NÃO É DADA PELA POSIÇÃO EM QUE O SOL NASCE/SE PÕE.



Animação reproduzindo a posição do Sol, visto a partir da cidade de São Paulo, nos dias 21 de cada mês do ano, poucos minutos depois de ter nascido no horizonte leste. Note que o Sol não nasce sempre no mesmo lugar.



Definição dos pontos cardeais

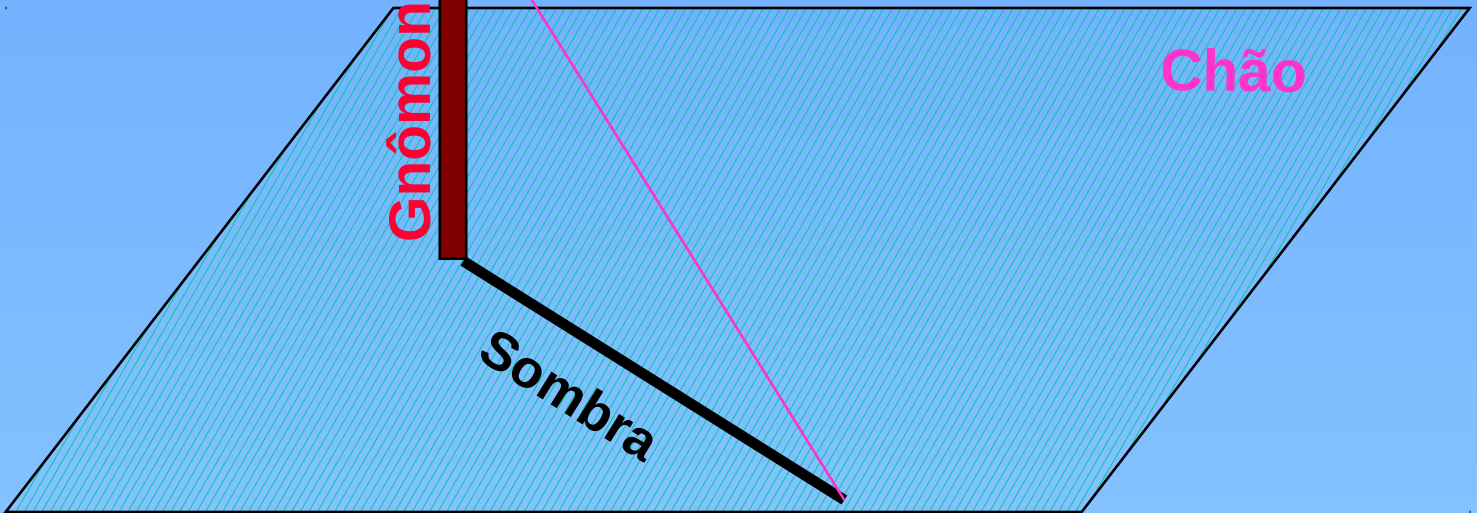
Gnômon

(Relógio de Sol)

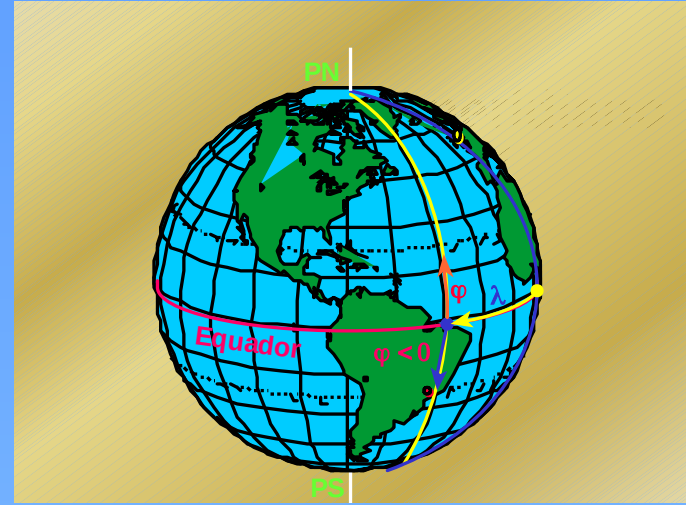
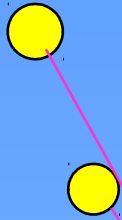
Gnômon

Chão

Sombra



1) Determinação do meridiano local



Sombra mínima

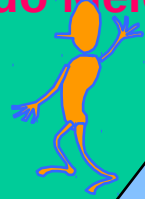
Nascente

Linha de sombra mínima define o meridiano local

Meridiano

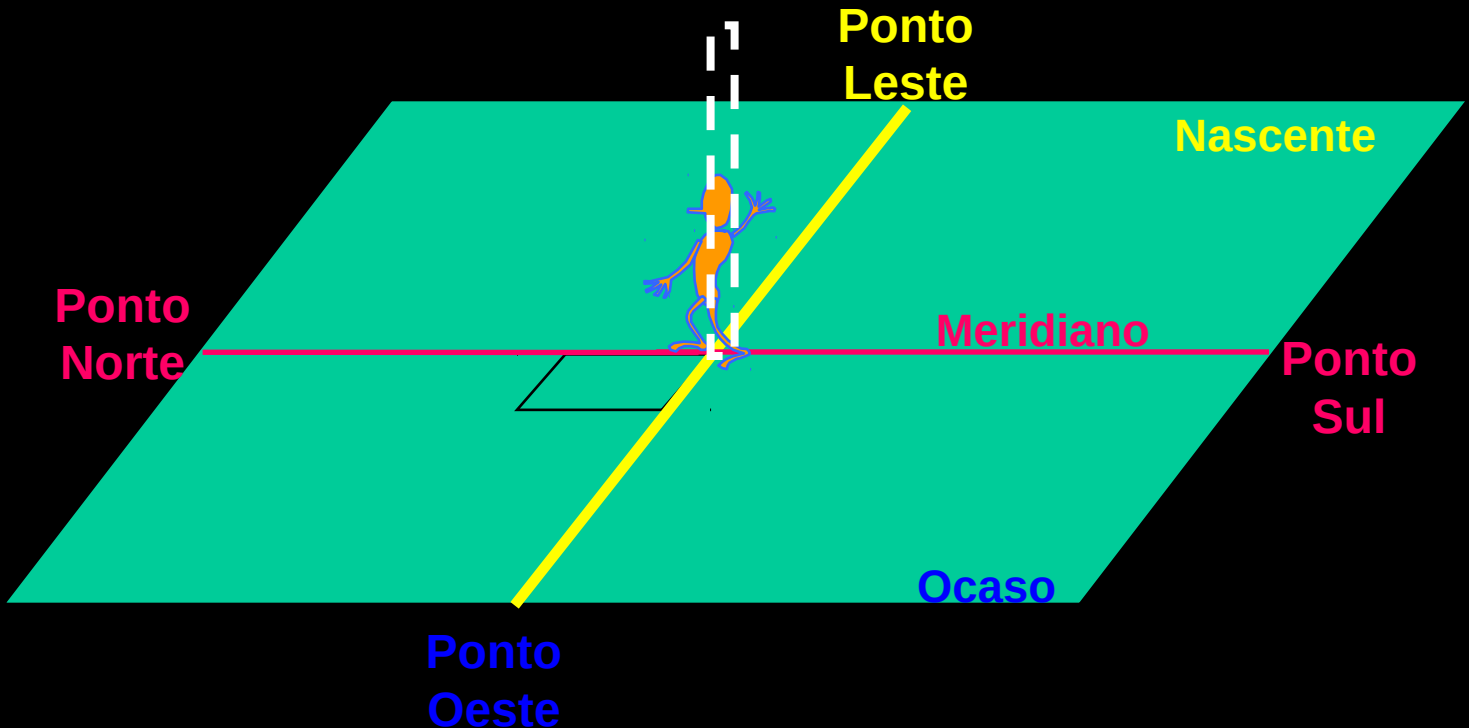
Linha do Meio-dia

Ocaso

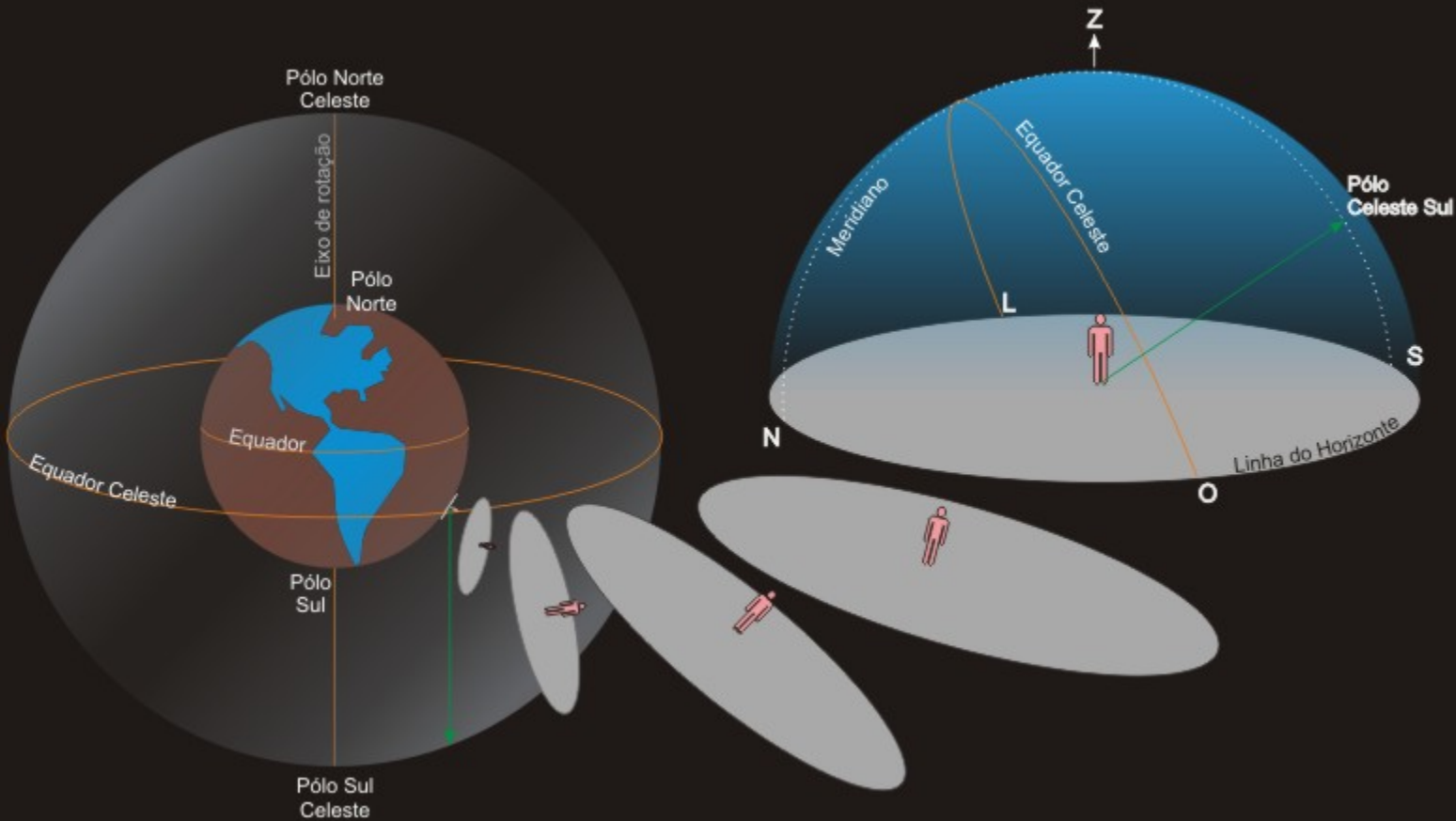


2) Pontos Cardeais

- Traçar uma reta perpendicular à reta do meridiano.
- Essa reta indicará os pontos Leste e Oeste: mão direita na direção de nascer do sol – ponto Cardinal Leste).
 - Frente : Ponto Cardinal Norte



Pontos Cardeais são definidos no solo do observador = definidos num ponto tangente à superfície da Terra



Pontos cardeais são definidos em um dado meridiano local e paralelo local.



Variação do aspecto do céu

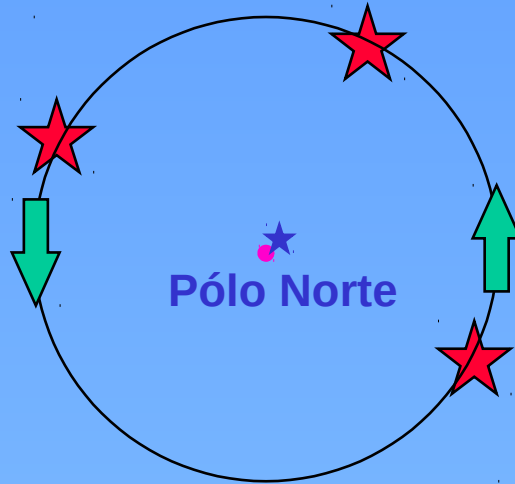
Movimento noturno aparente olhando ao Norte no HS



Movimento noturno aparente olhando ao Sul



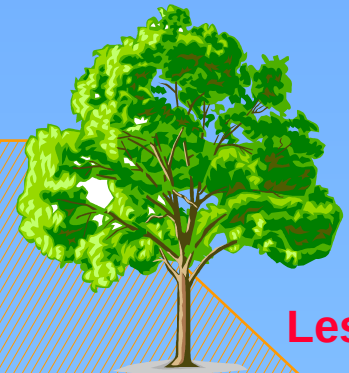
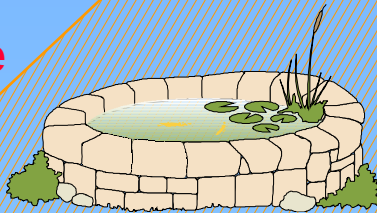
Movimento noturno aparente de uma estrela circumpolar norte



Norte

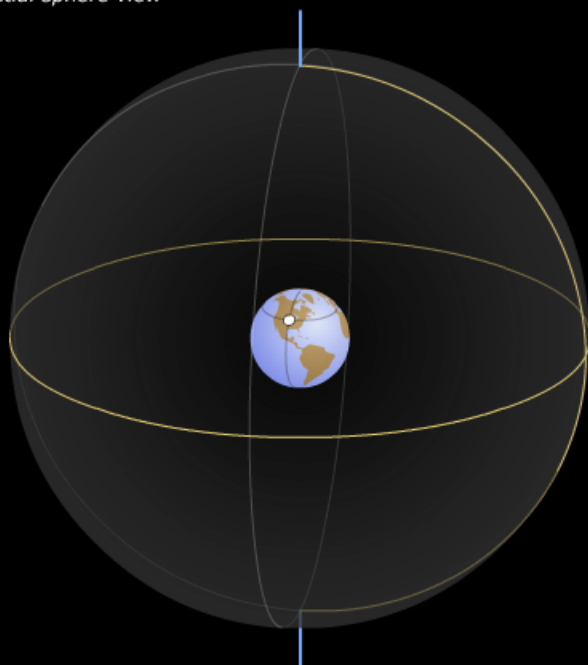
Anti-horário

Oeste

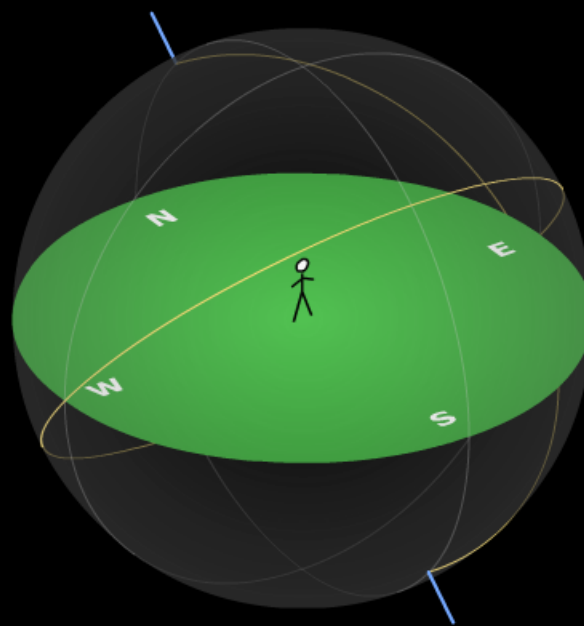


Leste

celestial sphere view



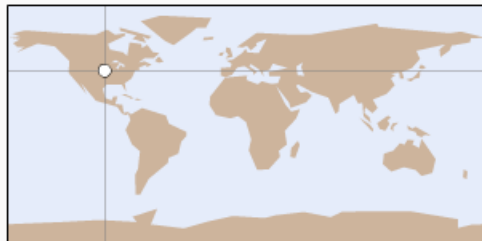
horizon diagram view



Observer's Location

latitude: 40.8 ° N

longitude: 96.7 ° W



Animation Controls

start animation

animate continuously

animation rate:



slower

faster

Appearance Settings

- show labels
- show 0h circle
- show celestial equator
- show underside of horizon diagram
- show never rise region
- show rise and set region
- show circumpolar region
- show the angle between the celestial equator and horizon

Star Controls

star patterns... ◀

add star randomly

remove all stars

- no star trails
- short star trails
- long star trails

reset star trails

Sistema local de Coordenadas

Sistema Altazimutal

(O mais simples dos sistemas de coordenadas celestes)

Sistema horizontal ou altazimutal de coordenadas é um dos sistemas de coordenadas celestes que tem como plano fundamental o HORIZONTE do observador.

- O horizonte é definido como a linha aparente ao longo da qual, em lugares razoavelmente abertos e planos, observamos que o CÉU parece tocar a TERRA ou o MAR.
- Em um local plano, uma pessoa pode enxergar um objeto no chão até aproximadamente 5 km de distância. A partir deste ponto o objeto estará "atrás" do horizonte.

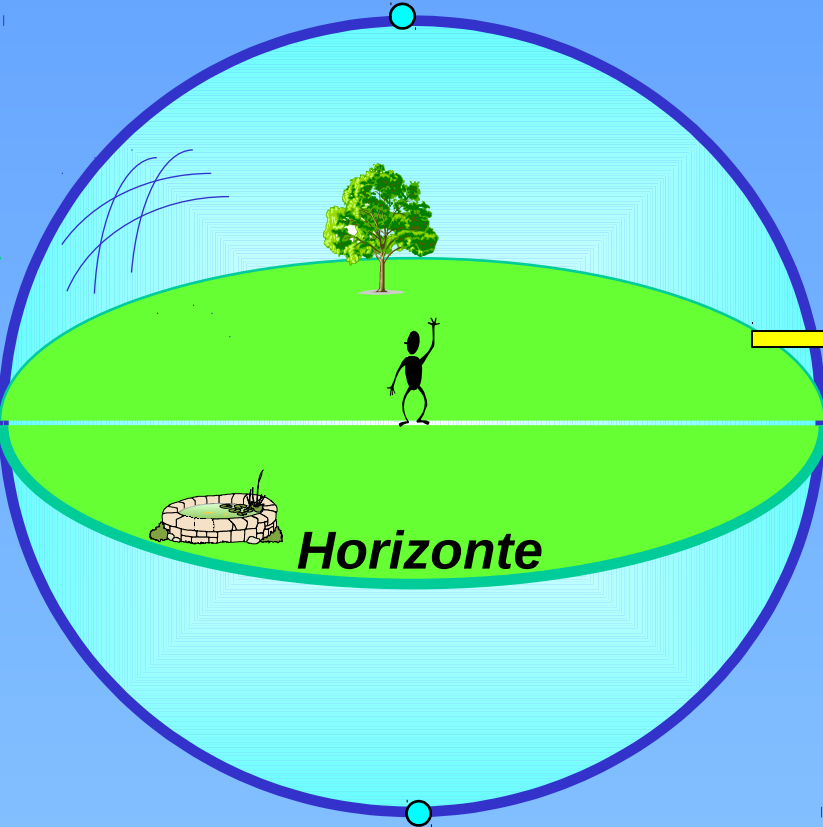


A linha do horizonte

Sistema Local

Zênite

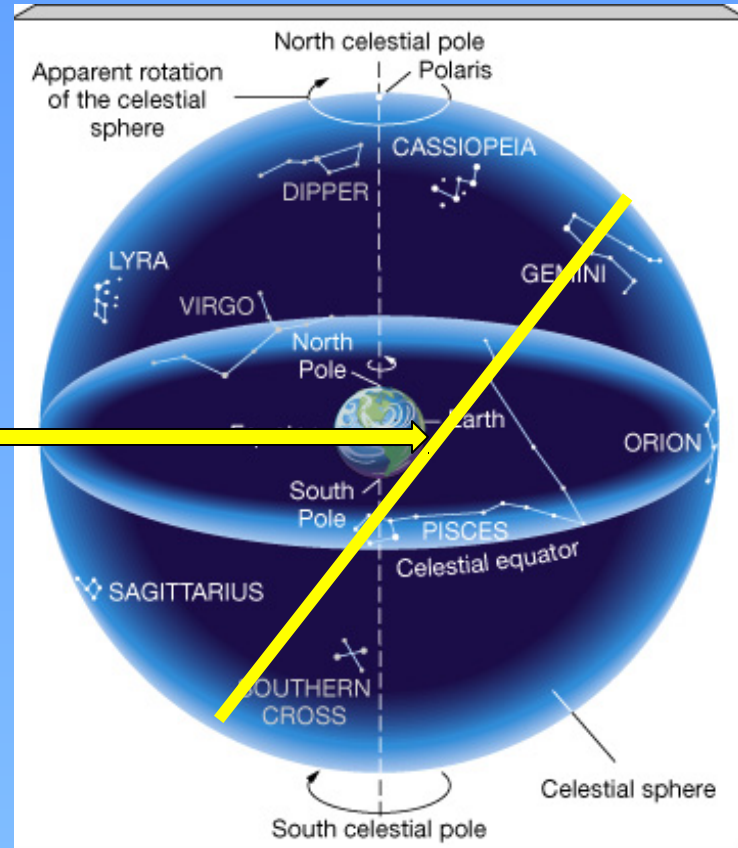
(vertical do observador na esfera celeste)



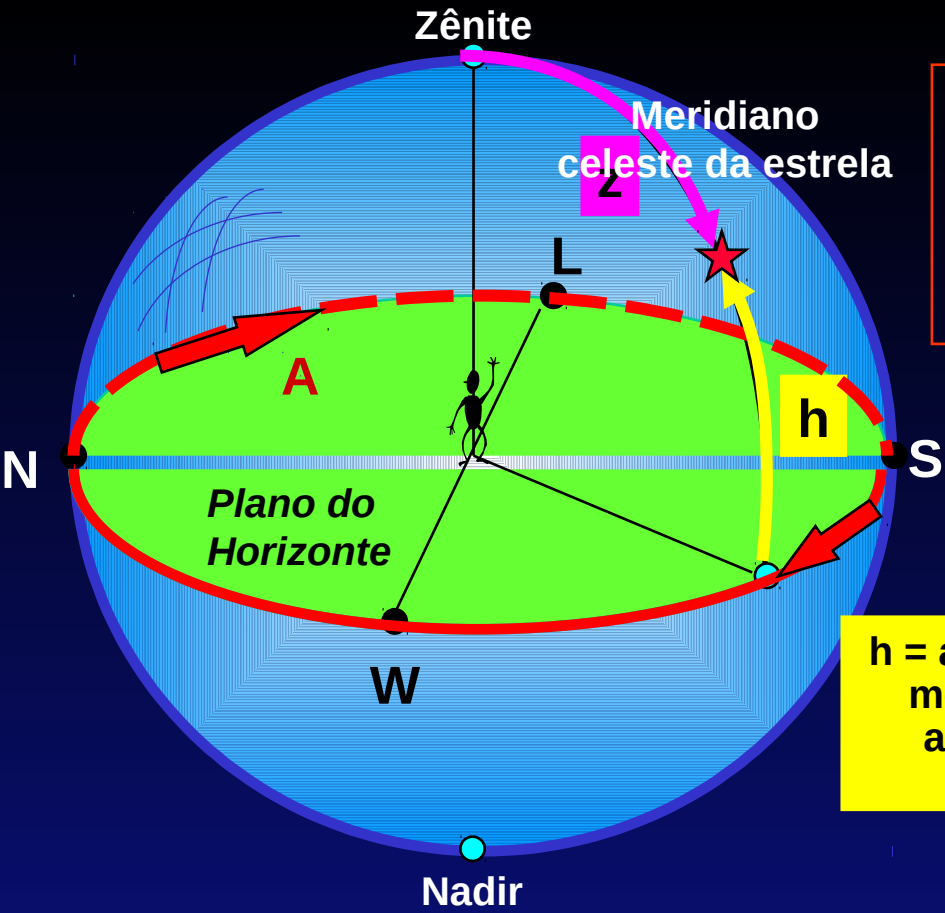
Horizonte

Nadir

Nadir = ponto oposto



Coordenadas Altazimutais



A = Azimute: é um ângulo medido no plano horizontal que começa no ponto cardinal Norte e gira para Leste, até interceptar o meridiano celeste do astro

$$0^\circ \leq A < 360^\circ$$

h = altura: é um ângulo medido no meridiano (círculo vertical) do astro, que inicia no plano do horizonte e vai até o astro

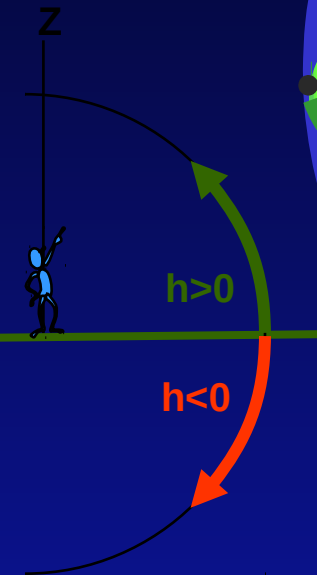
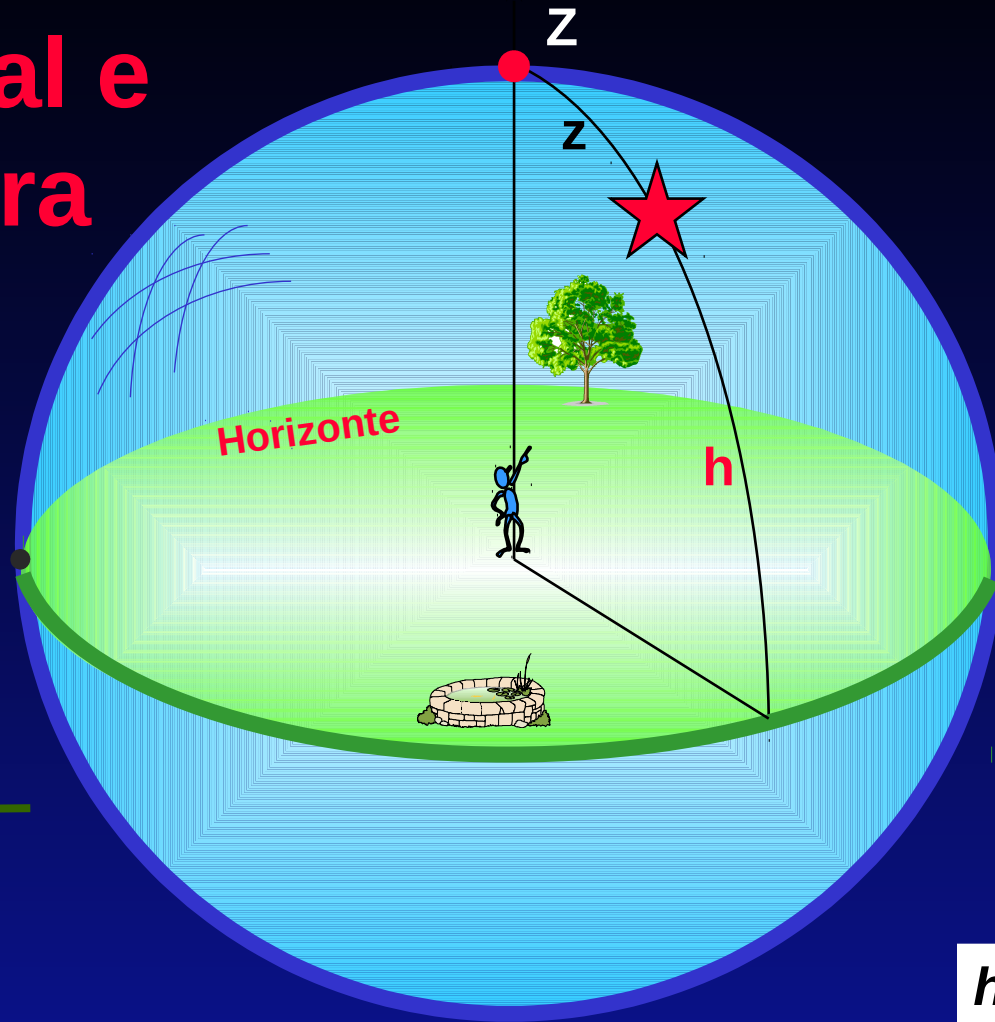
$$-90^\circ(\sim z) \leq h \leq +90^\circ(z)$$

z = distância zenital: é um ângulo medido no meridiano (círculo vertical) do astro, que inicia no zênite e vai até o astro

$$0^\circ \leq z \leq 180^\circ(\sim z)$$

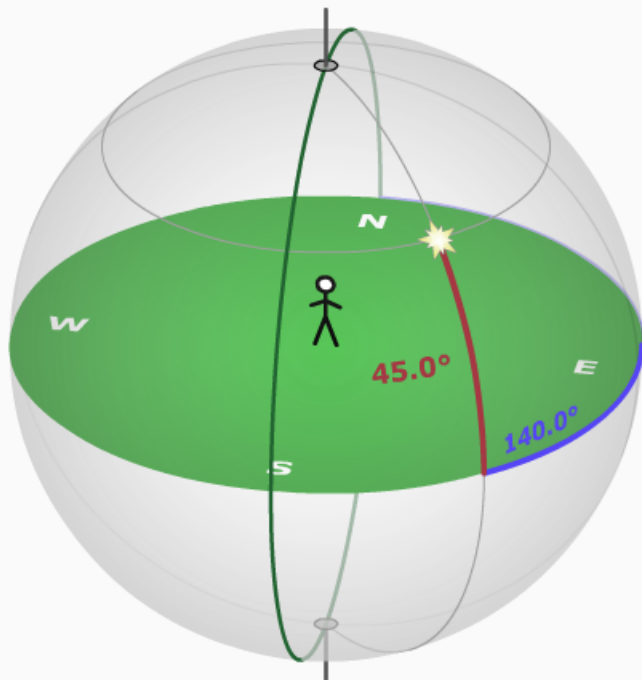
- ★ A, h
- ★ A, z

Distância zenital e altura



$$h + z = 90^{\circ}$$

The Horizon Diagram



Star Position

az: ° alt: ° *you can also change the star's position by dragging it*

Labels

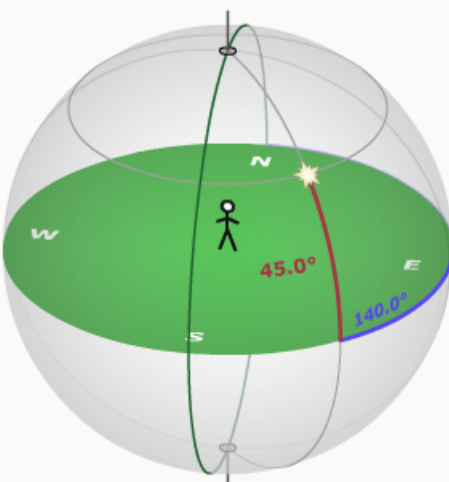
Individual label visibilities:

- Zenith
- Horizon Plane
- Nadir
- Meridian

Coordenadas Altazimutais de alguns pontos particulares

Azimuth/Altitude Demonstrator reset about

The Horizon Diagram



Star Position

az: °

alt: °

you can also change the star's position by dragging it

Labels

Individual label visibilities:

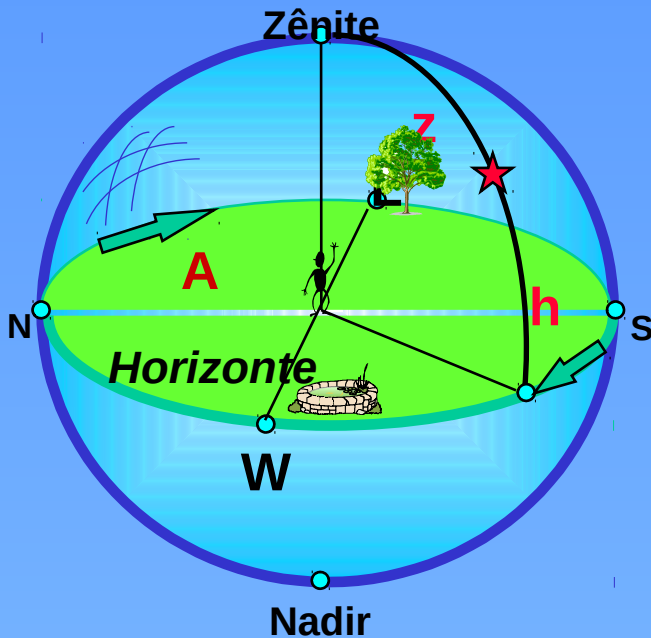
- Zenith
- Horizon Plane
- Nadir
- Meridian

A = azimuth

h = altura

z = distância zenital

Ponto	A ^o	h ^o	z ^o
N	0	0	90
L	90	0	90
S	180	0	90
W	270	0	90
Z	∃?	+90	0
~Z	∃?	-90	180



Vantagens/Desvantagens do sistema altazimutal

É muito simples e intuitivo de aprender/ensinar

PORÉM:

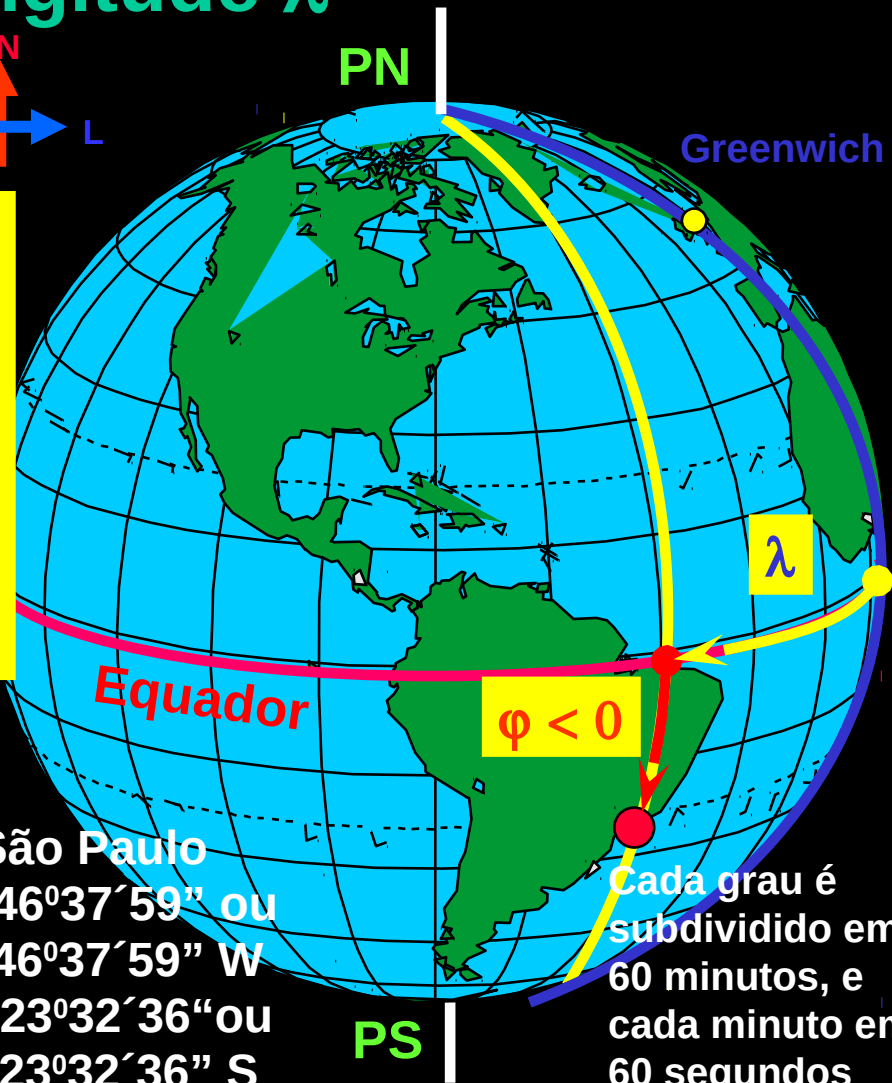
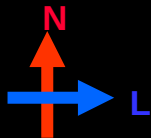
- Devido à rotação da Terra, as coordenadas dos astros mudam de instante a instante para um dado observador.
- Observadores situados em distintos locais terão distintos planos horizontais; conseqüentemente as coordenadas horizontais de um mesmo astro serão distintas para observadores em locais diferentes.

Sistema Equatorial

é definido projetando-se no céu as
linhas de referência terrestres: equador,
meridianos, paralelos e polos

Orientação na Esfera Terrestre

Latitude φ e Longitude λ



$$-180^{\circ} \leq \lambda \leq +180^{\circ}$$

Caso a localidade esteja no Oeste do meridiano de Greenwich, põe-se um sinal negativo na frente da longitude. Ao invés de usar o sinal, pode-se também usar as letras *E* e *W* para indicar Leste e Oeste, respectivamente.

$$-90^{\circ} \leq \varphi \leq +90^{\circ}$$

Para a Latitude segue-se a mesma regra para S e N (Sul é negativo).

São Paulo
 $\lambda = -46^{\circ}37'59''$ ou
 $\lambda = 46^{\circ}37'59''$ W
 $\varphi = -23^{\circ}32'36''$ ou
 $\varphi = 23^{\circ}32'36''$ S

Cada grau é subdividido em 60 minutos, e cada minuto em 60 segundos

Sistema Equatorial de Coordenadas

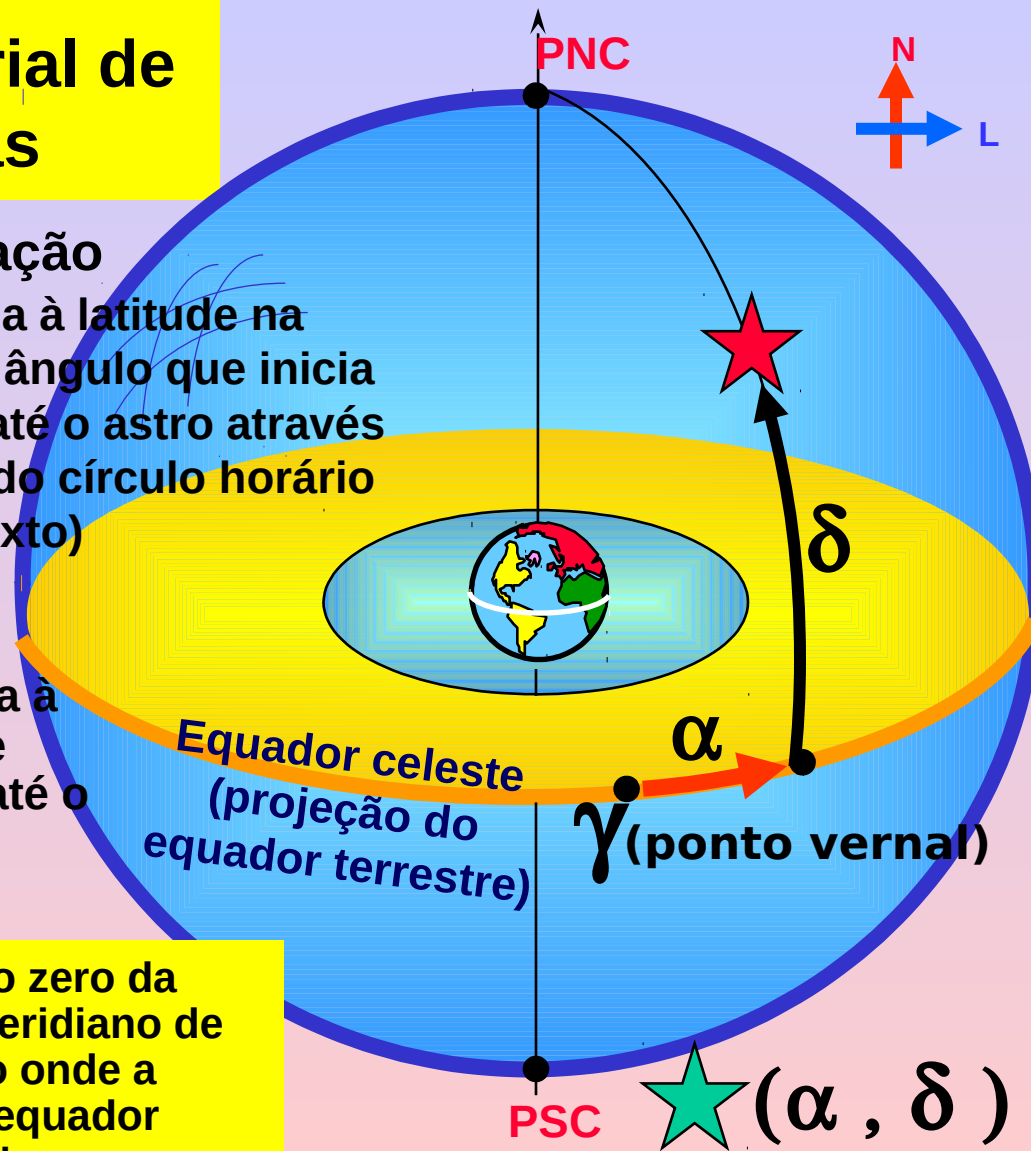
δ = declinação

A declinação é análoga à latitude na superfície da Terra: é um ângulo que inicia no equador celeste e vai até o astro através de um meridiano (chamado círculo horário neste contexto)

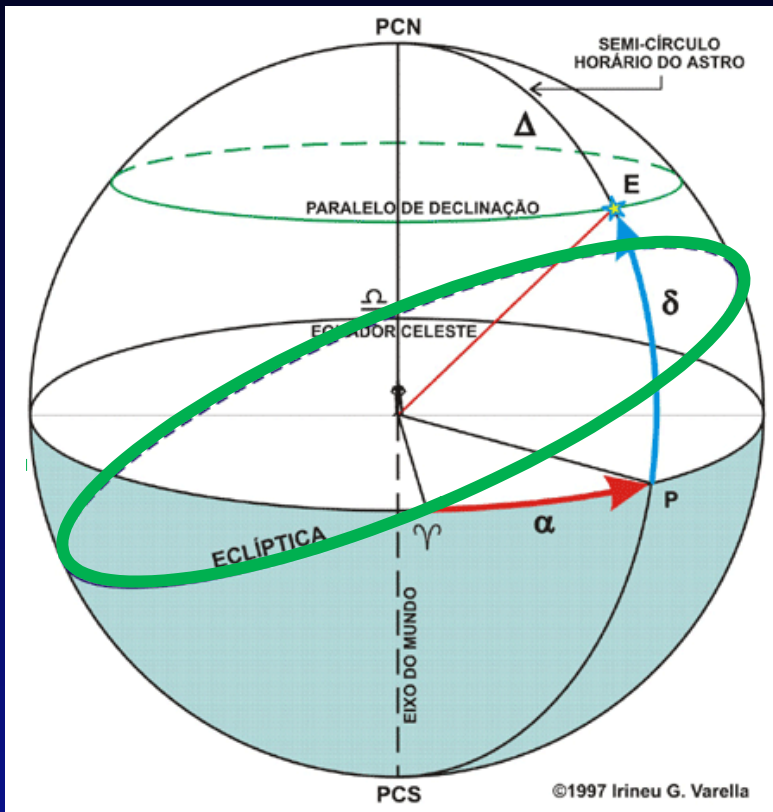
α = ascensão reta

A ascensão reta é análoga à longitude: um ângulo que circula no equador e vai até o meridiano do astro.

A única diferença é que o zero da ascensão reta não é o meridiano de Greenwich e sim o ponto onde a trajetória do Sol corta o equador celeste no sentido S \rightarrow N.



- O *Ponto Vernal* é a posição do Sol ao cruzar o **EQUADOR CELESTE** em 21 de março, ou seja, no equinócio de primavera (hemisfério norte) ou equinócio de outono (hemisfério sul).



Eclíptica: caminho aparente anual percorrido pelo Sol sobre a esfera celeste

Unidades

Ascensão reta

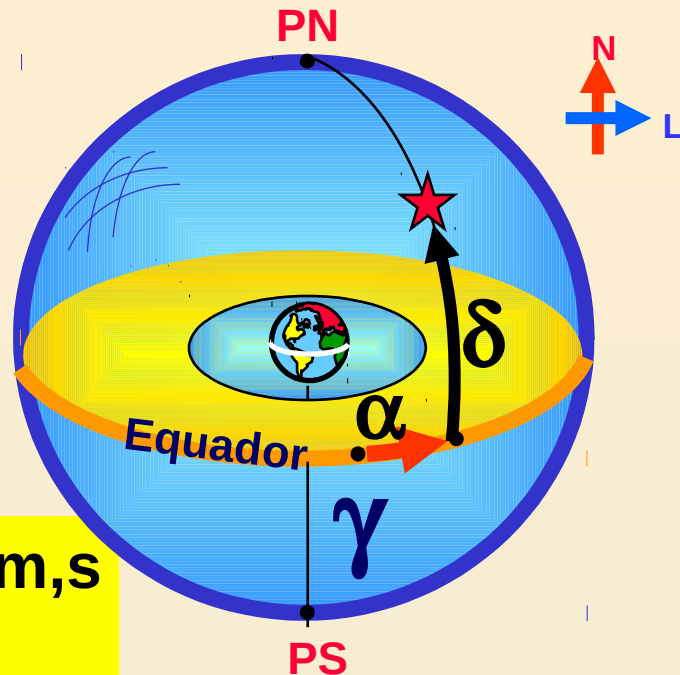
$$0^{\circ} \leq \alpha < 360^{\circ}$$

Cresce para a direção leste

Definição em unidades de h,m,s
1 hora = 15°

Conexão com a rotação da Terra:
em 24 horas, terra rota 1 vez=360°

$$0^h \leq \alpha < 24^h$$



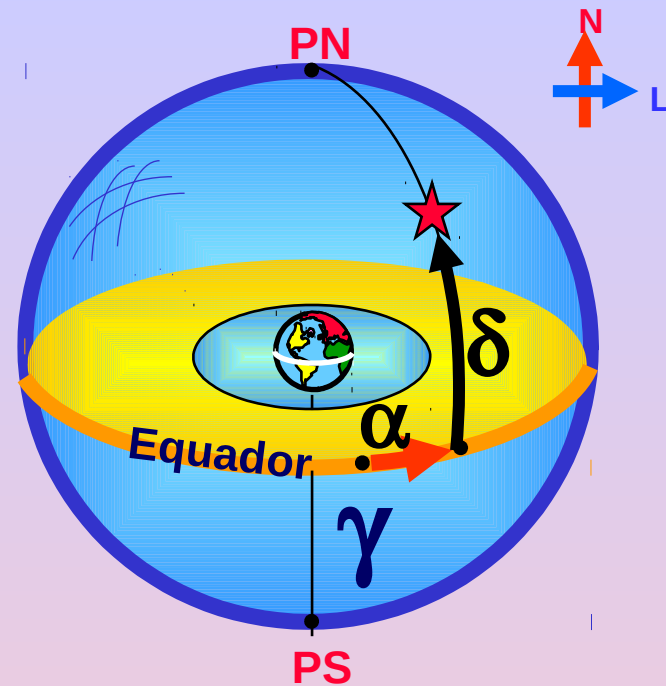
Declinação

$$-90^{\circ} \leq \delta \leq +90^{\circ}$$

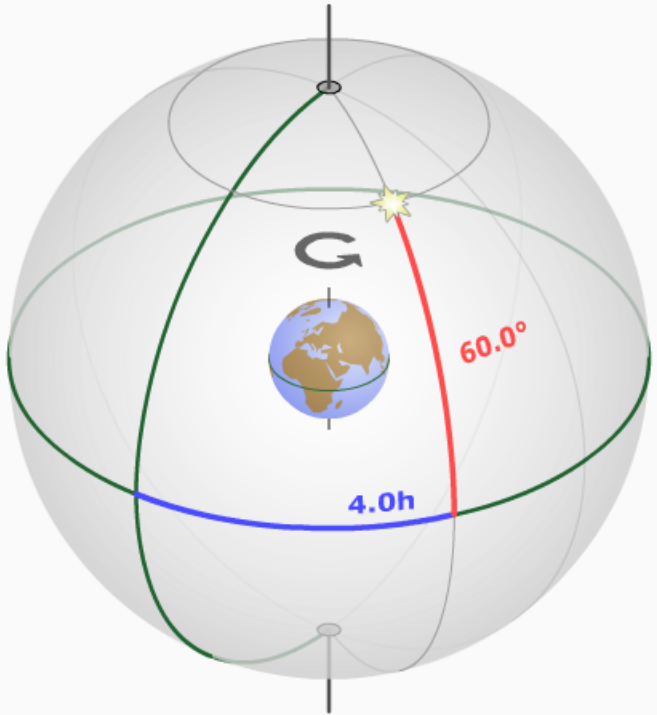
Vantagens/Desvantagens do sistema equatorial

Desvantagem :
não é intuitivo e mais difícil de aprender

Vantagens:
Desprezando-se as variações do movimento de rotação da terra, as coordenadas são fixas na esfera celeste (não mudam com a rotação da esfera celeste). Ou seja, as coordenadas são as mesmas, não importando a localização do observador na Terra.



The Celestial Sphere



Star Position

RA: h

dec: °

you can also change the star's position by dragging it

Labels

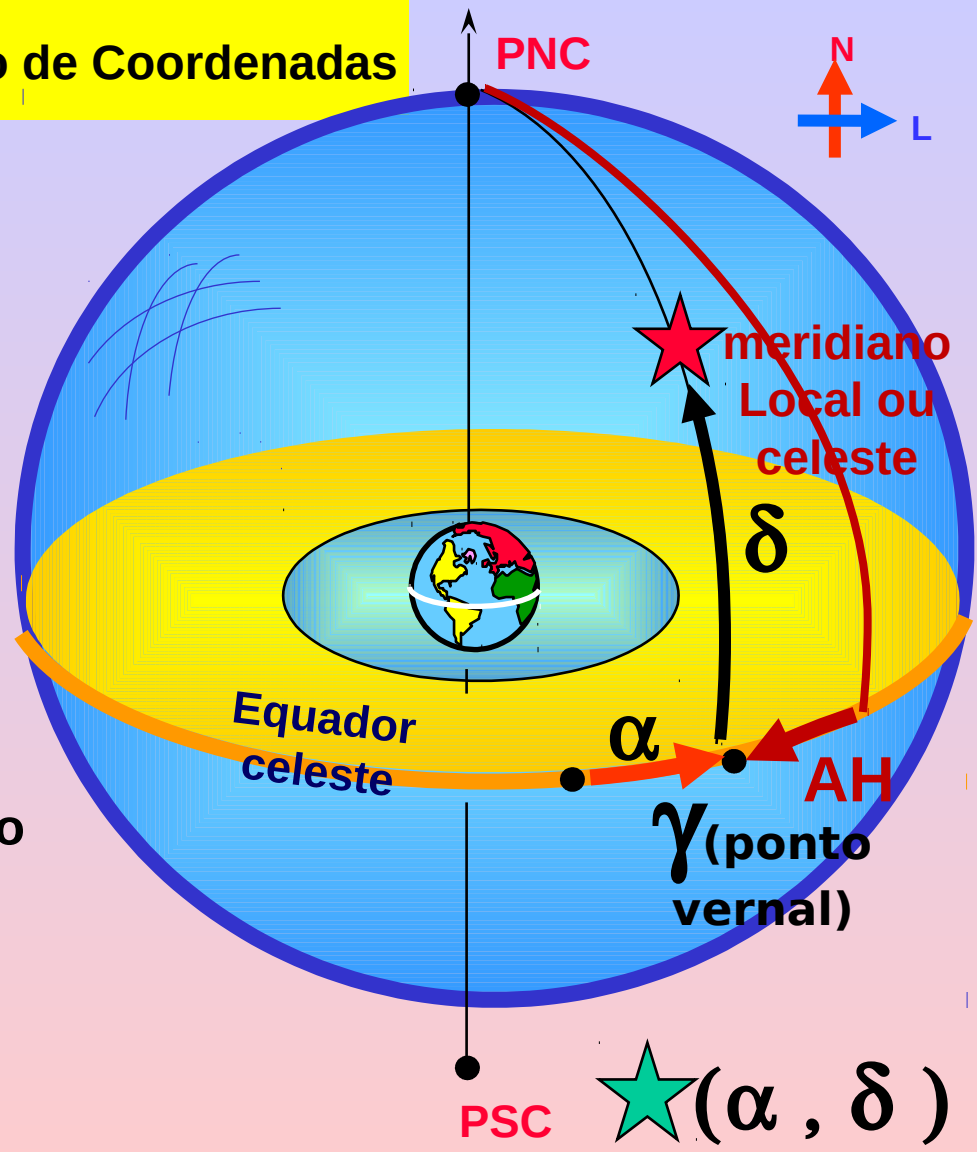
Individual label visibilities:

- North and South Poles
- Equator
- North and South Celestial Poles
- Celestial Equator
- 0h Circle
- East Arrow
- Ecliptic

Sistema Equatorial Horário de Coordenadas

Meridiano celeste :
passa pelos pontos
cardiais N e S e pelo
z e ~z do observador

AH é definido em relação
ao meridiano celeste

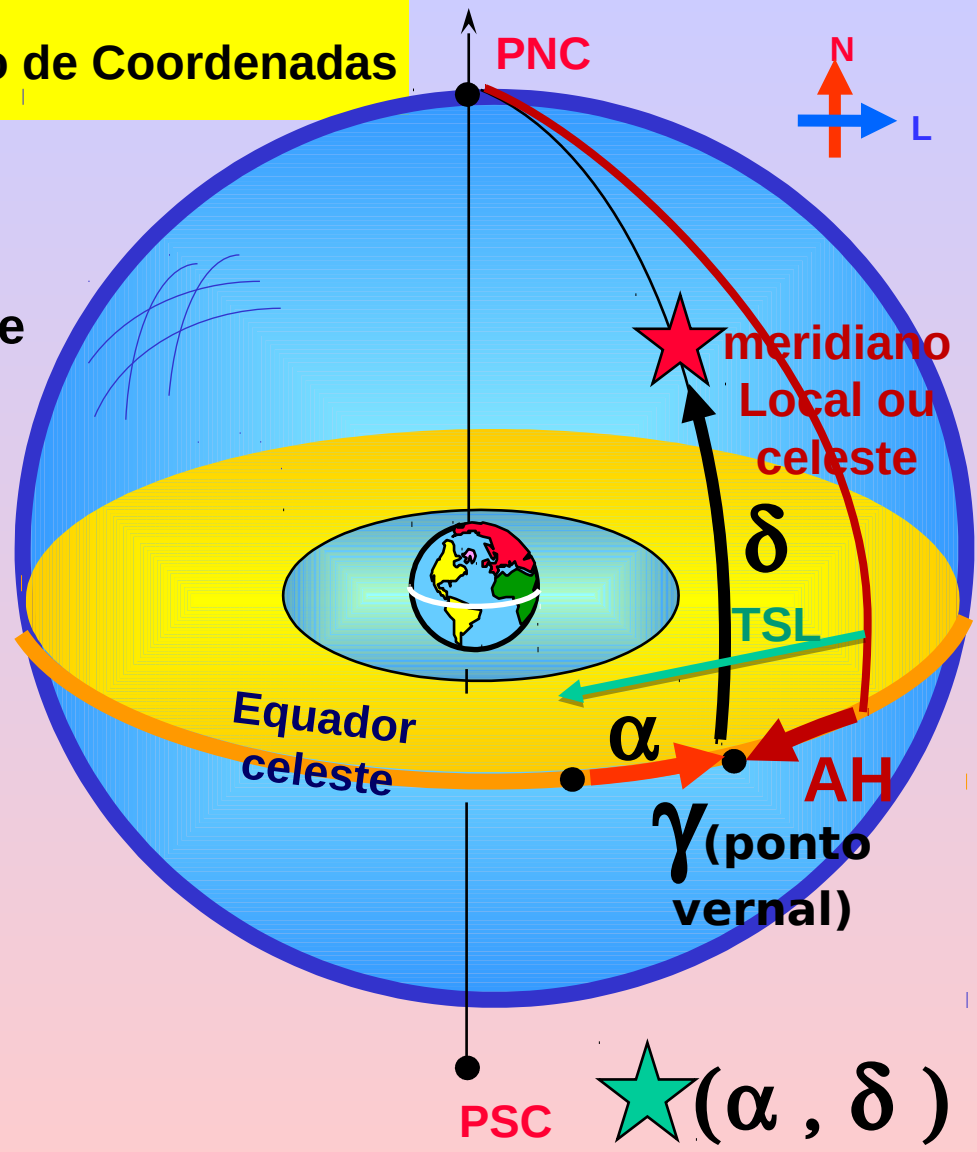


Sistema Equatorial Horário de Coordenadas

AH é diferença entre o tempo sideral local TSL e a ascensão reta α do objeto

tempo sideral local ou hora sideral é o AH do ponto vernal

$$AH = TSL - \alpha$$



Sistema Equatorial Horário de Coordenadas

$$0^h \leq AH(\text{ângulo horário}) < 24^h$$

$$0^h \leq \alpha < 24^h$$

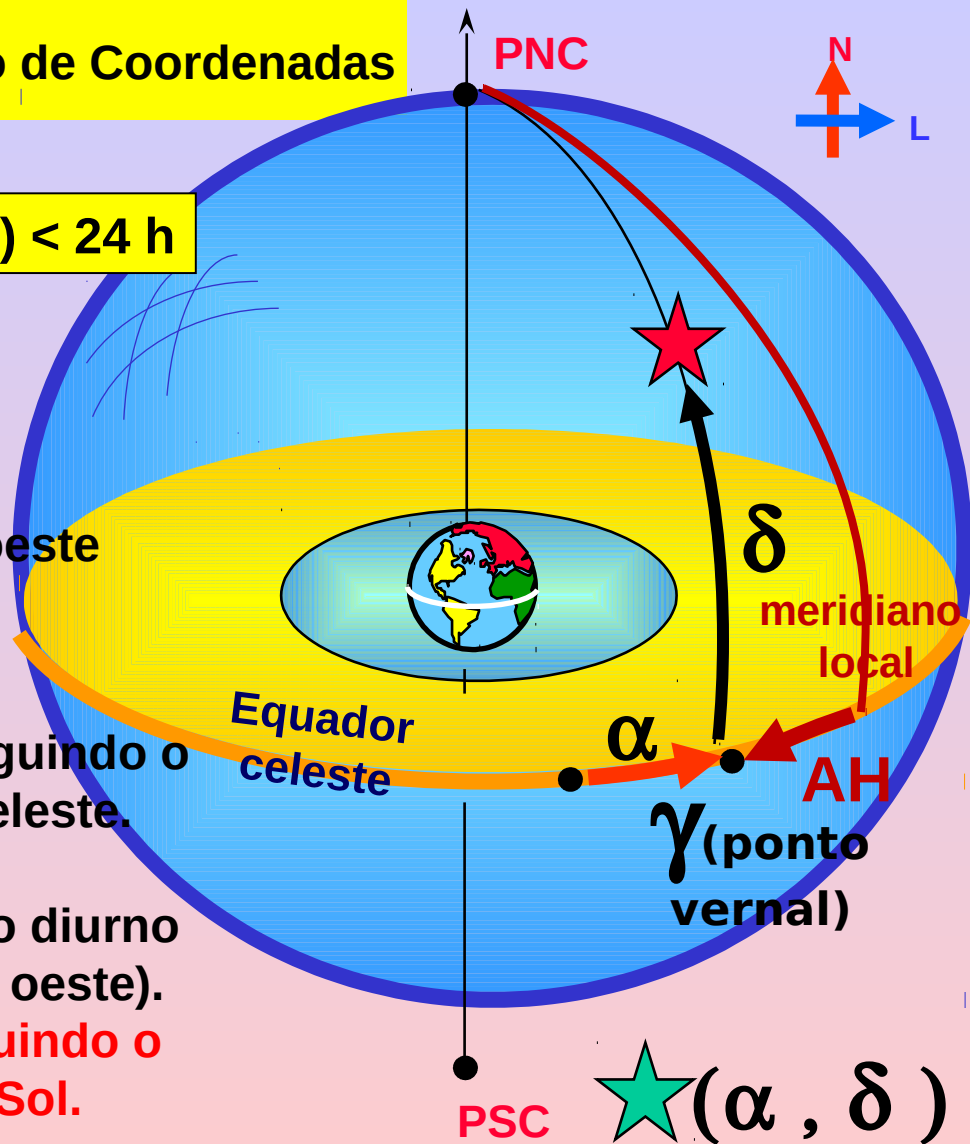
Cresce para a direção oeste

AH cresce para oeste, seguindo o movimento da esfera celeste.



Acompanha o movimento diurno dos astros (de leste para oeste).

α cresce para leste, seguindo o movimento anual do Sol.

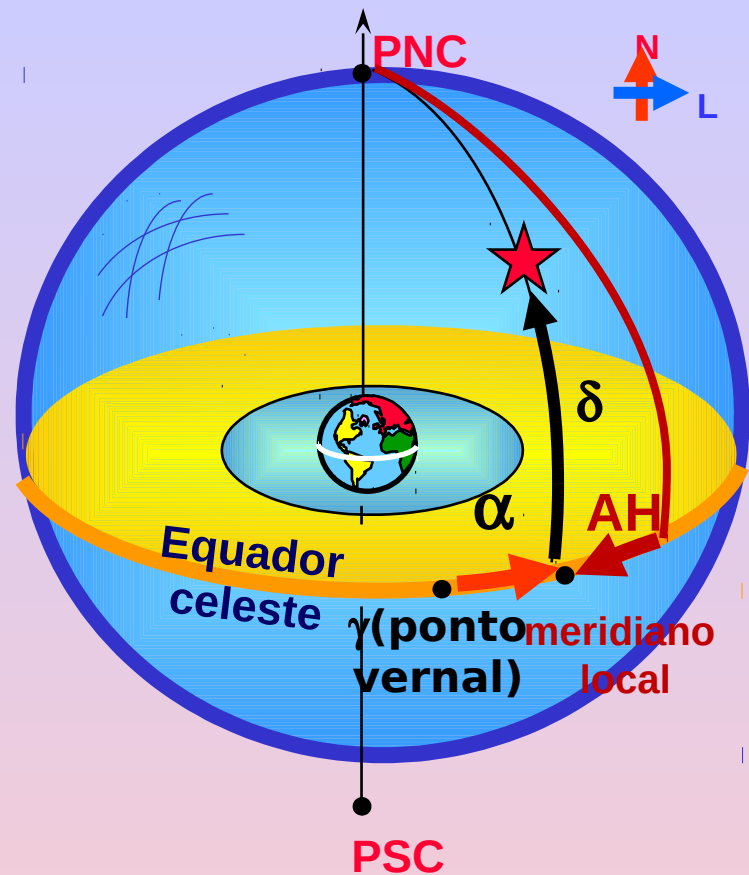


ÂNGULO HORÁRIO

$$0h \leq AH(\text{ângulo horário}) < 24 h$$

Ex: uma estrela tem um ângulo horário de 2,5 horas: cruzou o meridiano local há 2,5 horas e está agora $37,5^\circ$ a oeste do meridiano (2,5 x $15^\circ = 37,5^\circ$).

AH = 0h indica que a estrela se encontra exatamente sobre o meridiano local.

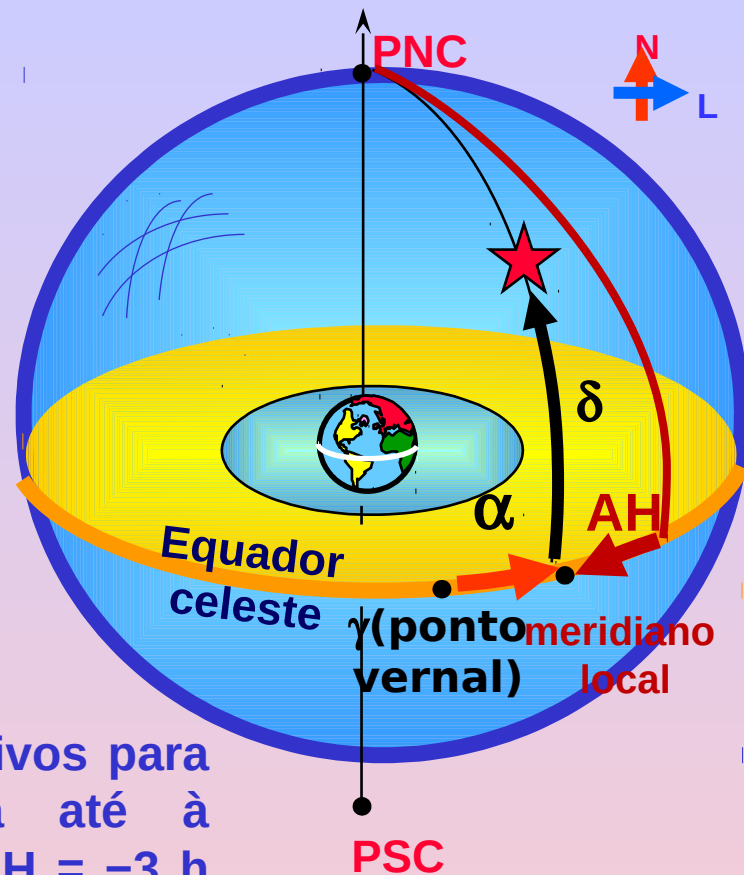


ÂNGULO HORÁRIO

$$0\text{h} \leq \text{AH}(\text{ângulo horário}) < 24\text{ h}$$

As vezes são utilizados AH negativos para expressar o tempo que falta até à passagem meridiana da estrela: AH = -3 h significa que faltam 3 h até à passagem

Expresso na forma padrão, o ângulo horário é de 21 h (24 h - 3 h = 21 h).

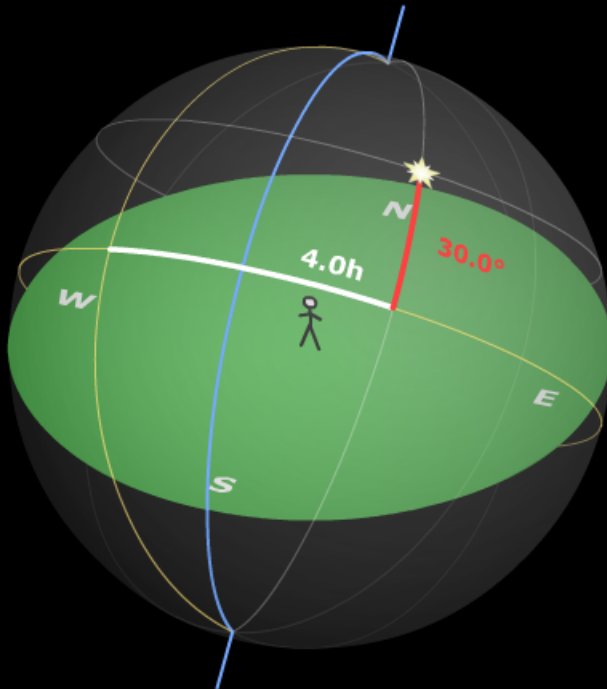


**REPARE : tempo sideral local ou hora sideral
= AH do ponto vernal (linha amarela que corta os
polos celestes norte e sul passando pelo ponto vernal)**

$$AH = TSL - \alpha$$

Sidereal Time and Hour Angle Demonstrator

reset about



Observer Properties

sidereal time: 2.00 h

latitude: 41.0 °

Star Properties

right ascension: 4.00 h

declination: 30.0 °

you can also change the star's position by dragging it

hour angle: -2.00 h

show hour angle arc

Hour Angle = Sidereal Time - Right Ascension

Programas e simulações:

- Stellarium: www.stellarium.org
- Cartas Celestes: www.stargazing.net/astropc/pindex.html
- SKYMAP: www.skymap.com
- Starry Night: <http://www.starrynightstore.com/>
- Cyber Sky: <http://www.cybersky.com/>
- Atlas Celeste: <http://www.inape.org.br/Atlas.html>
- Star Walk - Celular
- SkyView - Celular

- Simulações: <http://astro.unl.edu/animationsLinks.html>