

# **O CÉU DOS NAVEGANTES**

## **O uso das estrelas pelos Homens do mar da época das Descobertas**

António Costa Canas  
CHCUL

# O CÉU DOS NAVEGANTES

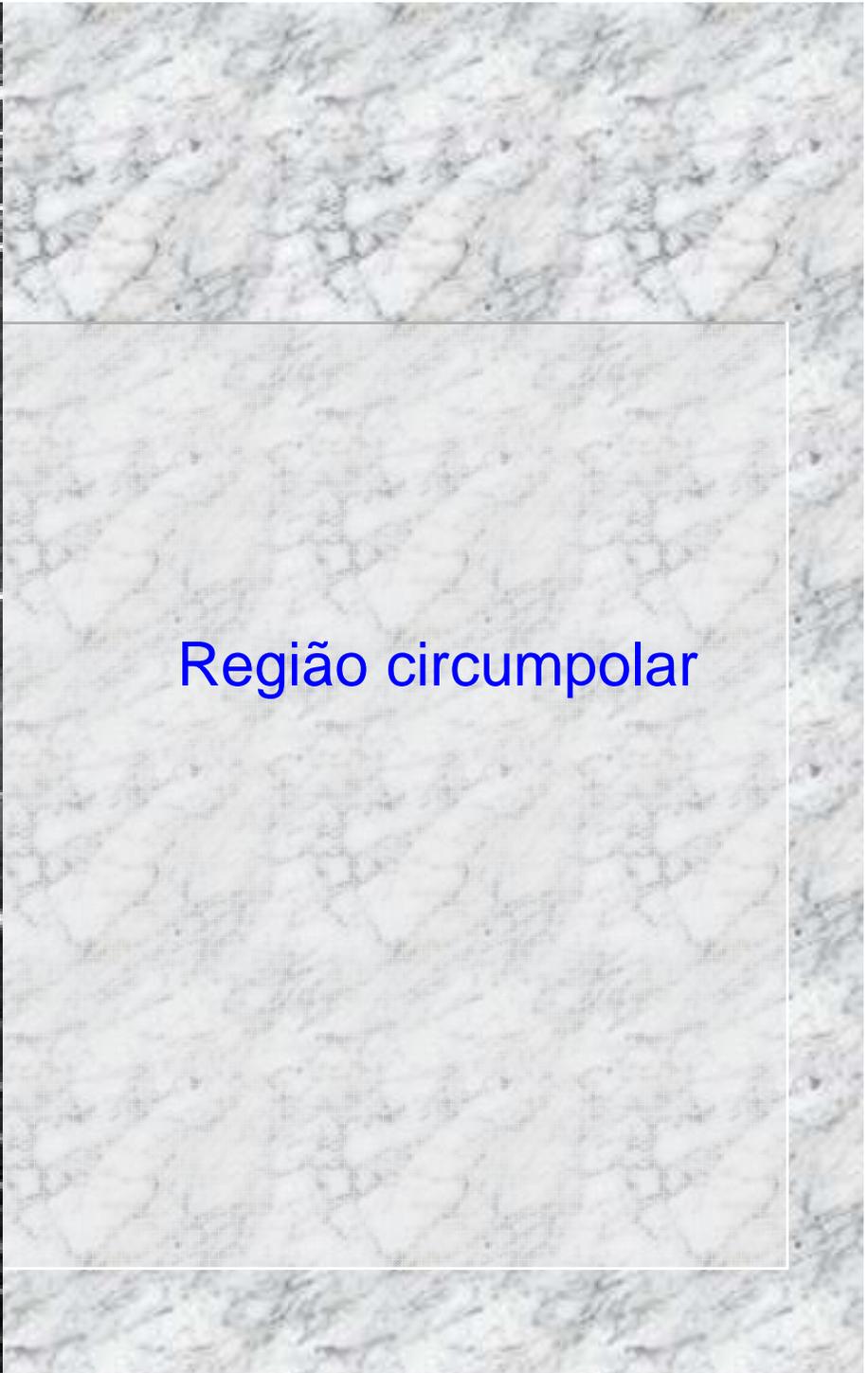
- Duas grandes utilizações:
  - Saber as horas
  - Conhecer a posição (latitude)

# SUMÁRIO

- As Horas Nocturnas
- Coordenadas
- Latitude pela Estrela Polar
- Latitude pelo Sol
- Os Instrumentos

# AS HORAS NOCTURNAS

- Conhecimento das horas pela Polar
  - Processo muito antigo
    - Conhecido pelos Gregos
  - Movimento de rotação da Terra
    - Leva a que as horas variem ao longo da noite



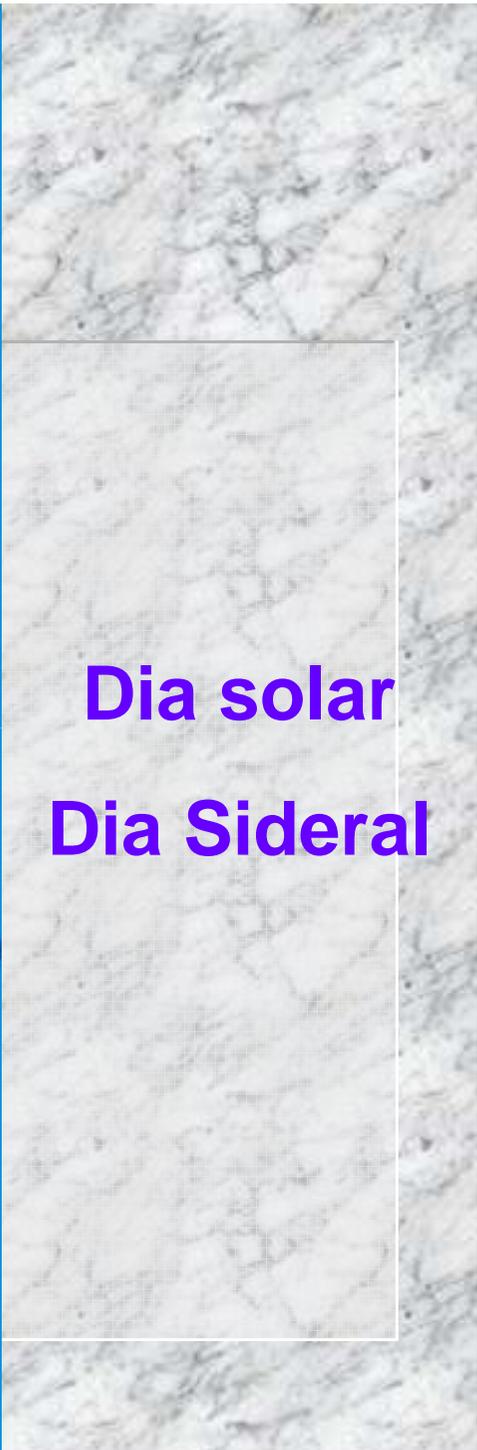
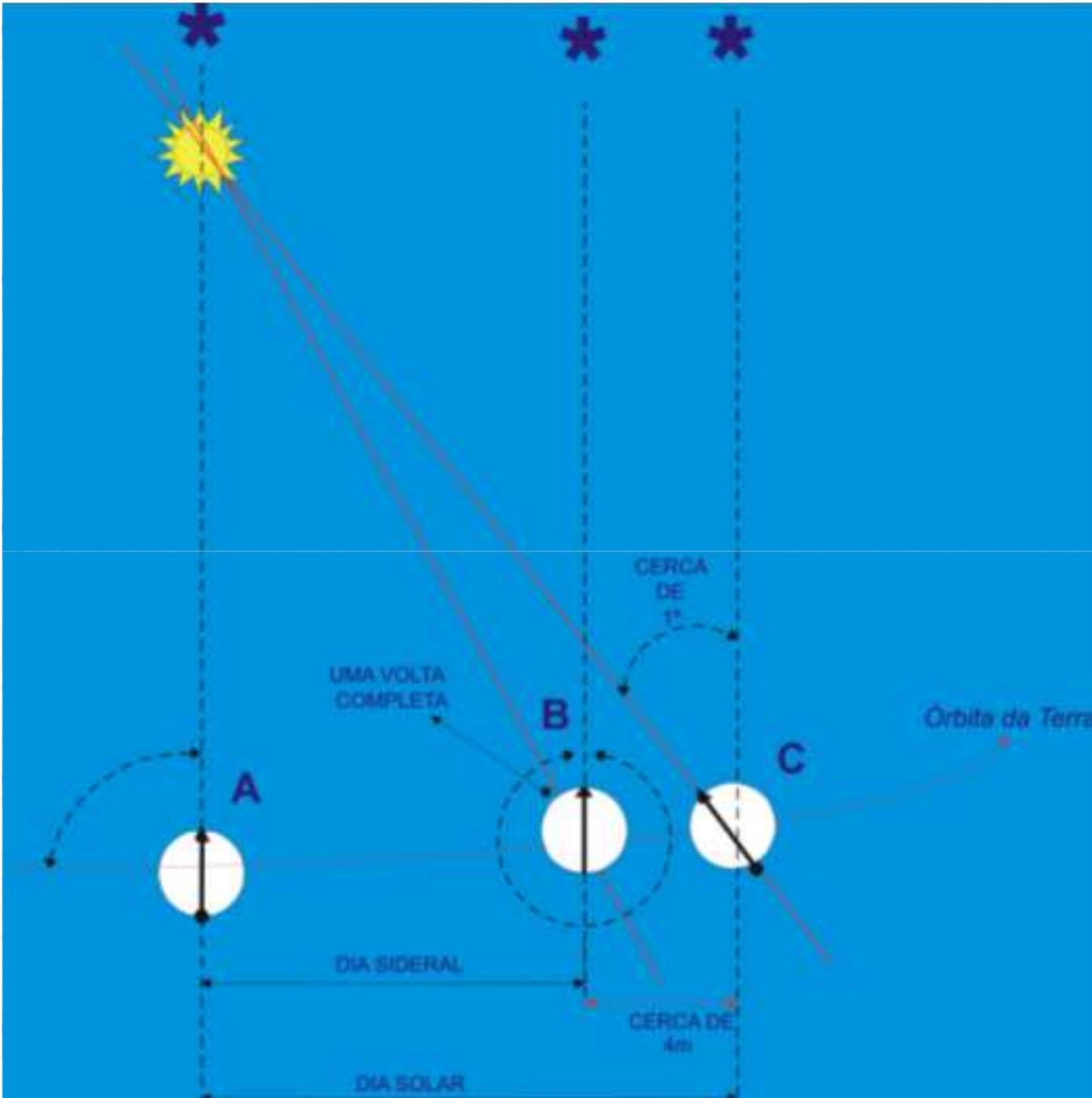
Região circumpolar

# O TEMPO

- **Conhecimento das horas pela Polar**
  - Processo muito antigo
    - Conhecido pelos Gregos
  - Movimento de rotação da Terra
    - Leva a que as horas variem ao longo da noite
  - **Movimento de translação da Terra**
    - Leva a que a posição da Kochab à meia-noite varie ao longo do ano

# Posição relativa Polar / Kochab à meia-noite





Dia solar  
Dia Sideral

# O TEMPO

- Conhecimento das horas pela Polar
  - Processo muito antigo
    - Conhecido pelos Gregos
  - Movimento de rotação da Terra
    - Leva a que as horas variem ao longo da noite
  - Movimento de translação da Terra
    - Leva a que a posição da Kochab à meia-noite varie ao longo do ano

Bastava observar a posição relativa da Kochab e da Polar

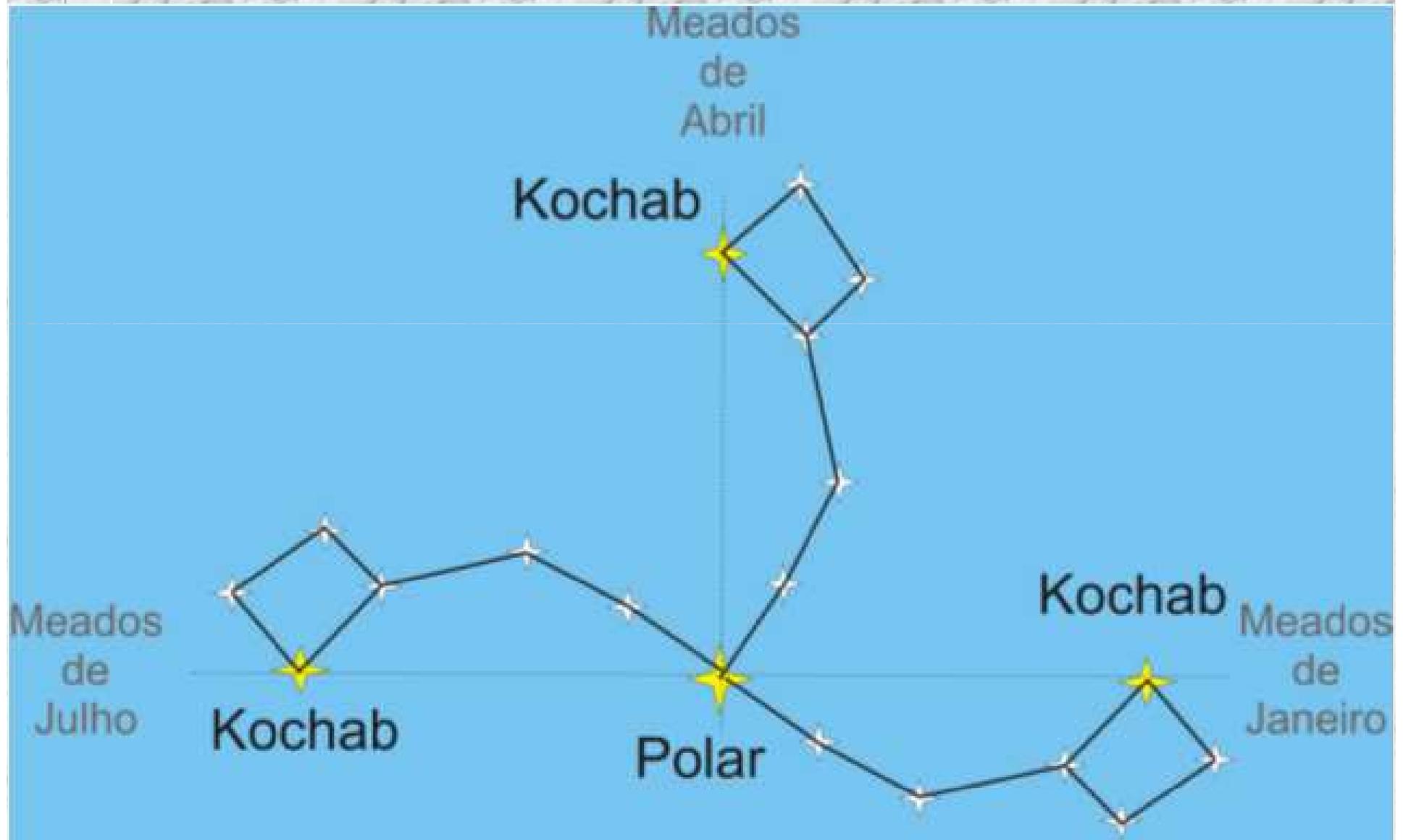
# O TEMPO

- Conhecimento das horas pela Polar
  - Instrumentos
    - Nocturlábios
  - Regimentos
  - «Figuras»

# Roda de Lullo (sec. XIII)

- Apontava-se para Leste a data
- Olhava-se para a Polar pelo orifício
- A posição da Kochab dava a hora
- Permitia ainda conhecer a duração do dia (período de luz) consoante o mês do ano

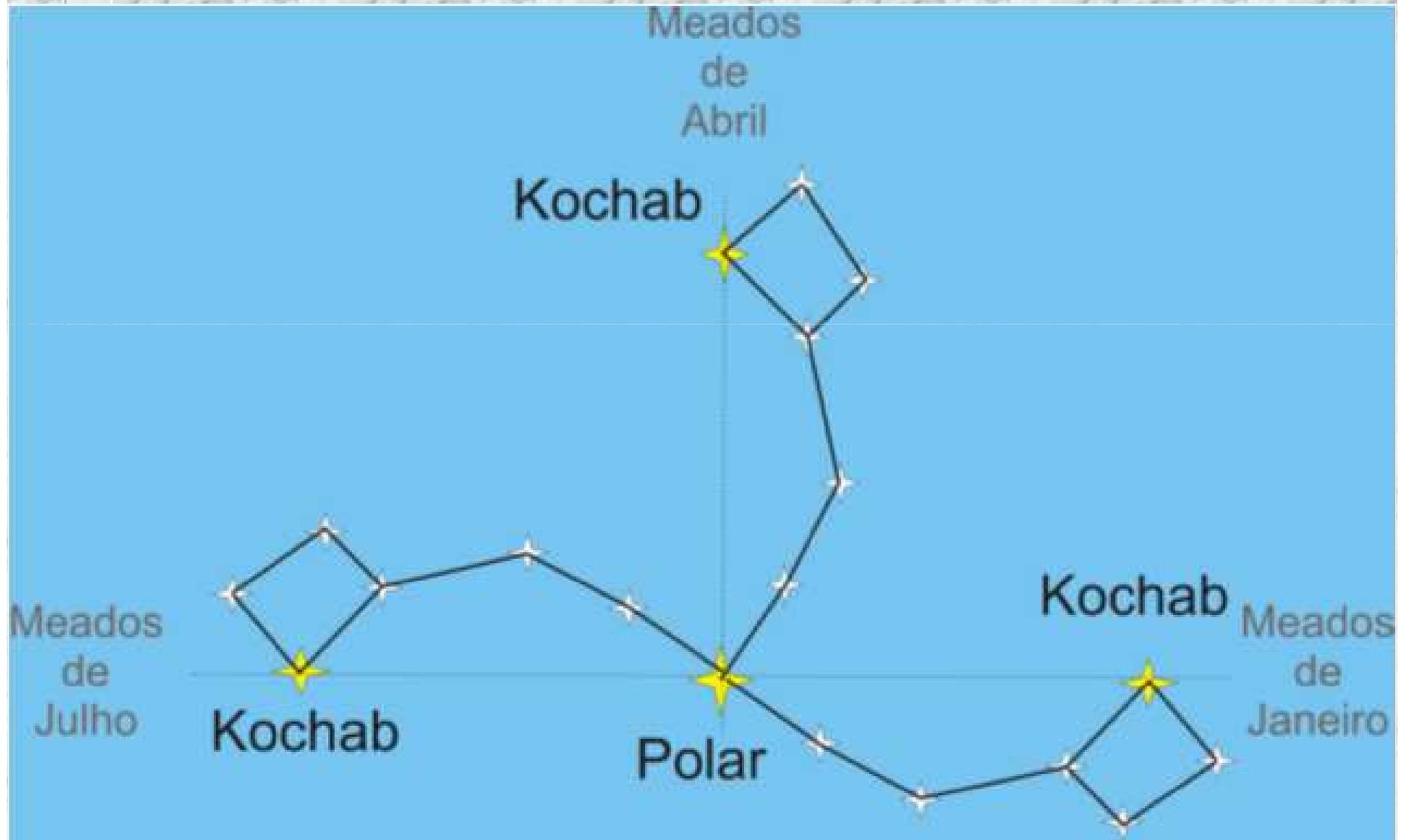
# Posição relativa Polar / Kochab à meia-noite





Roda de Lullo

# Posição relativa Polar / Kochab à meia-noite





Roda de Lullo



# Nocturlábios

- Roda de D. Duarte
- Nocturlábio de ponteiro
- [...]

Data da  
observação

★ Kochab



# Roda de D. Duarte (Sec. XV)

- Apontava-se para Leste o mês de Janeiro
- Olhava-se para a Polar pelo orifício
- A posição da Kochab dava as horas que faltavam ou passavam da meia-noite
- Permitia ainda conhecer a hora do nascimento do Sol consoante o mês do ano

Kochab

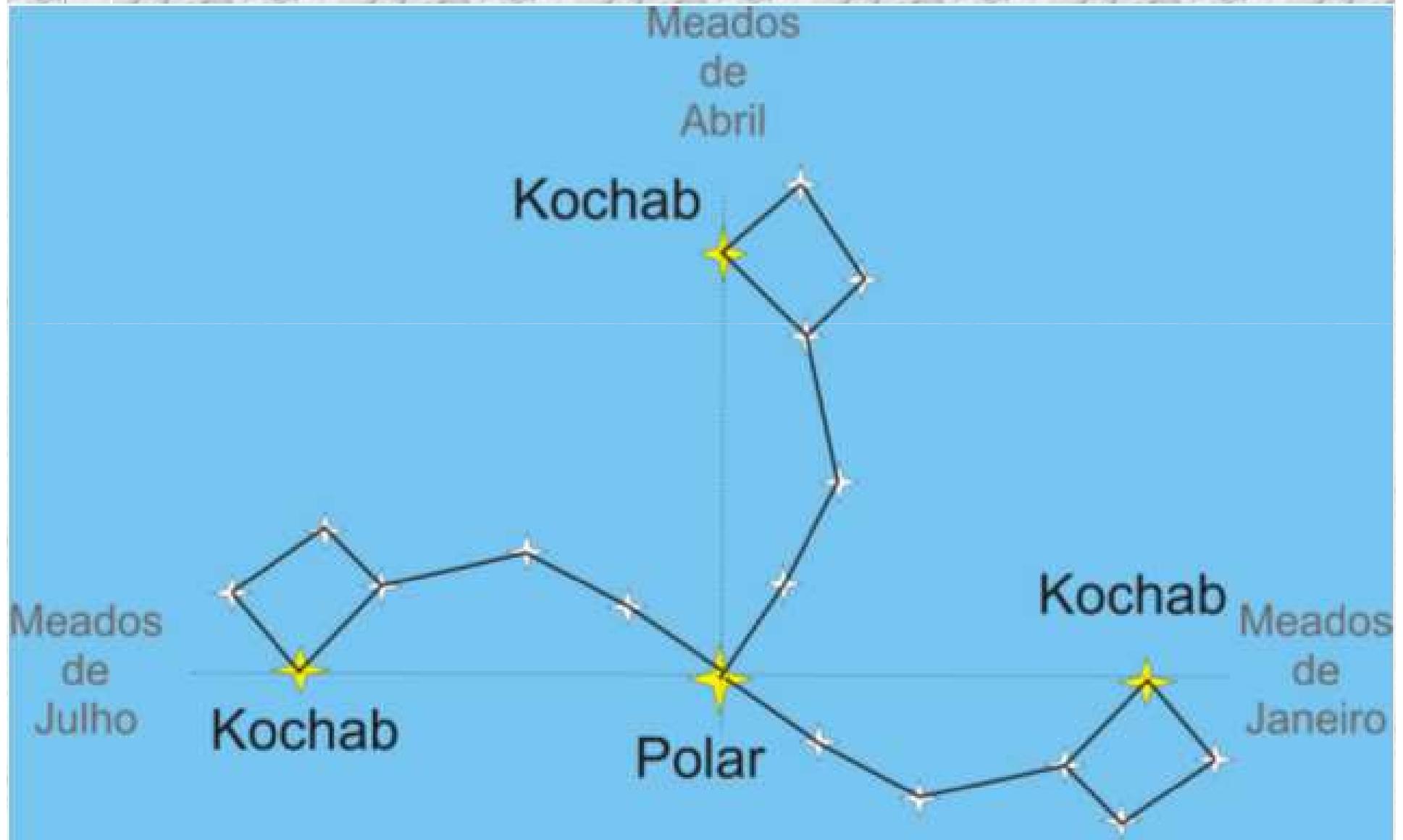
Data da  
observação

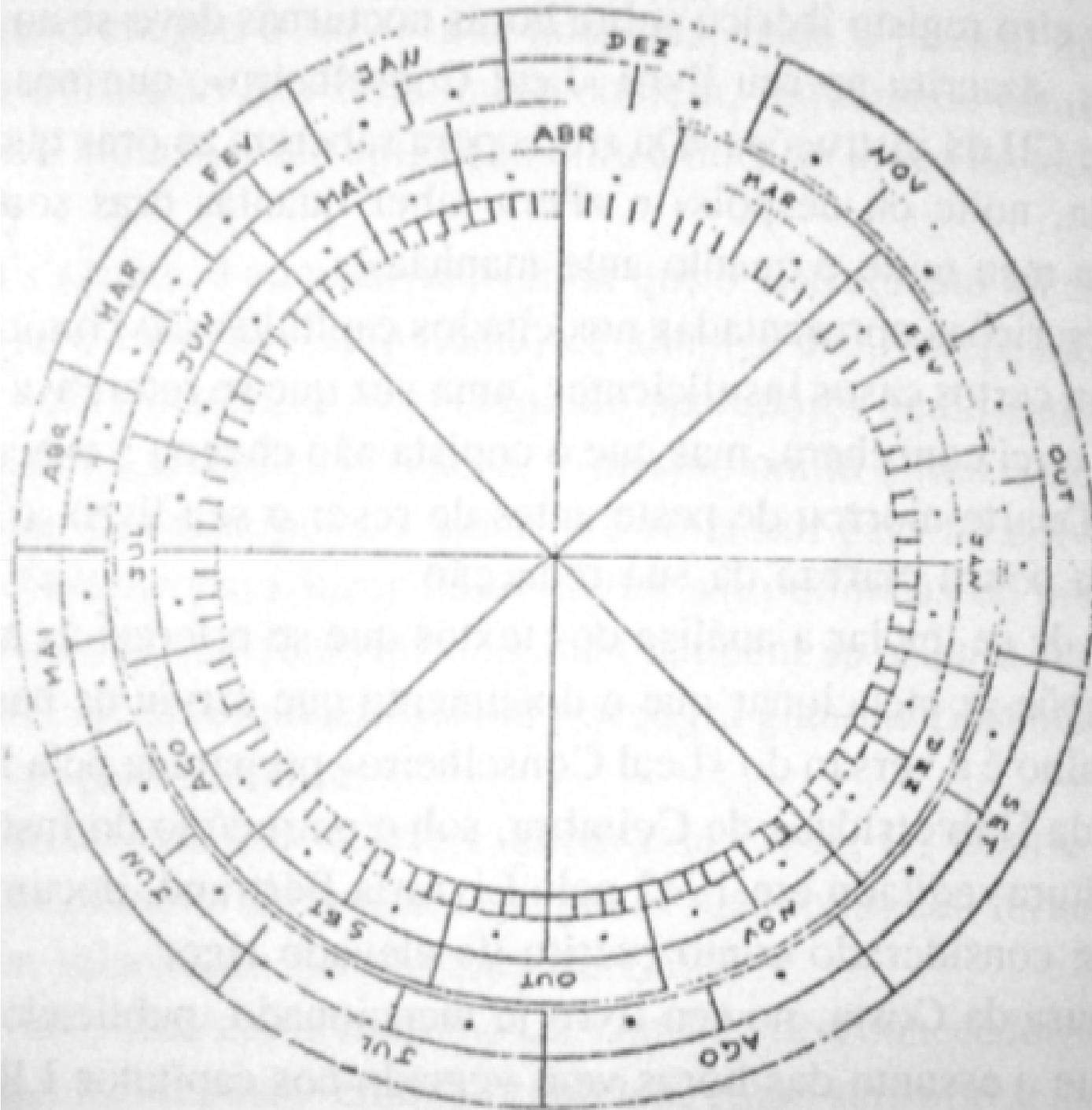


# Nocturlábio de ponteiro

- Aponta-se o centro para a Polar
- Acerta-se a alidade menor com a data
- O braço maior apontado para a Kochab dá a hora

# Posição relativa Polar / Kochab à meia-noite



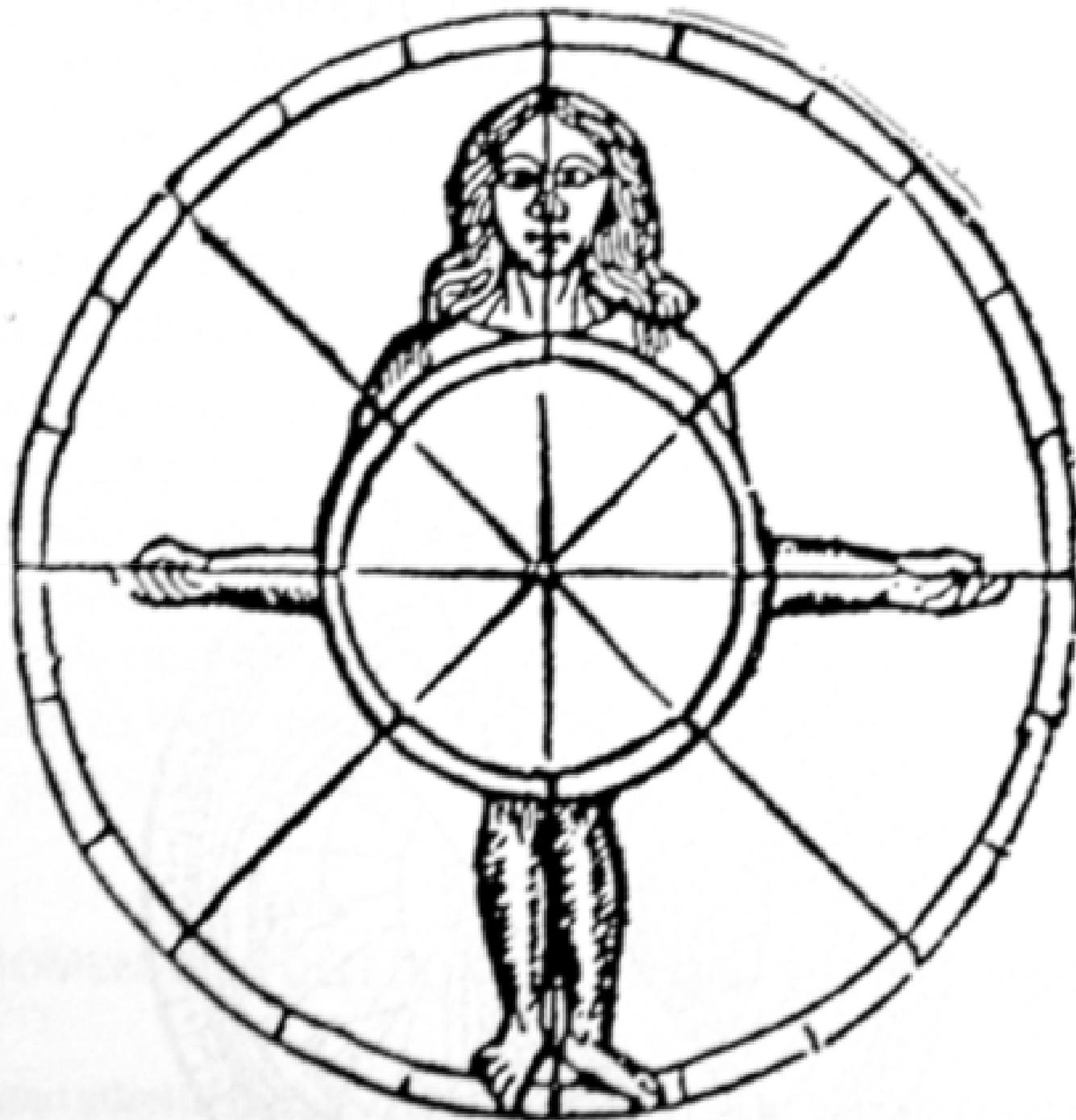


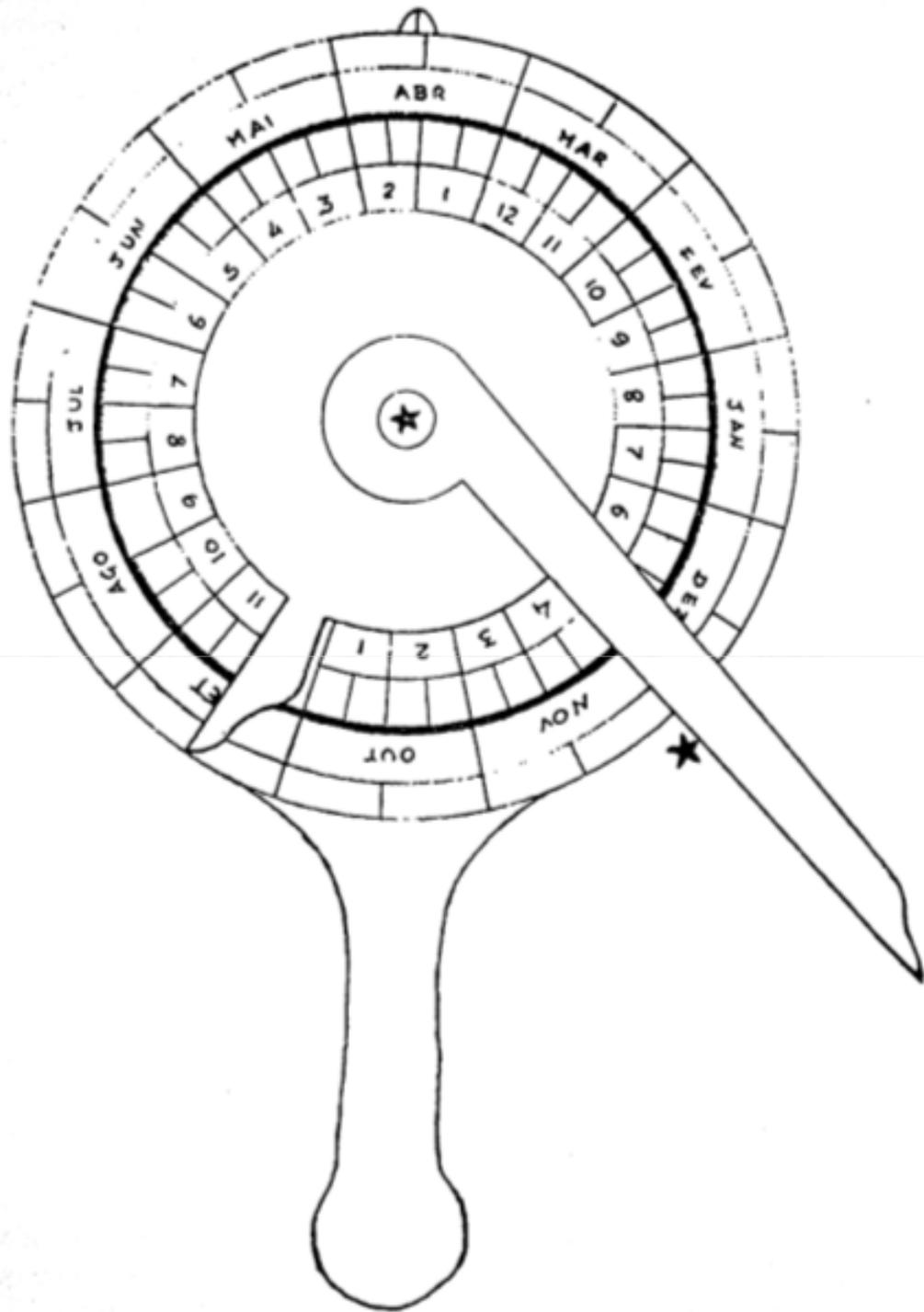
# *REGIMENTO DE ÉVORA*

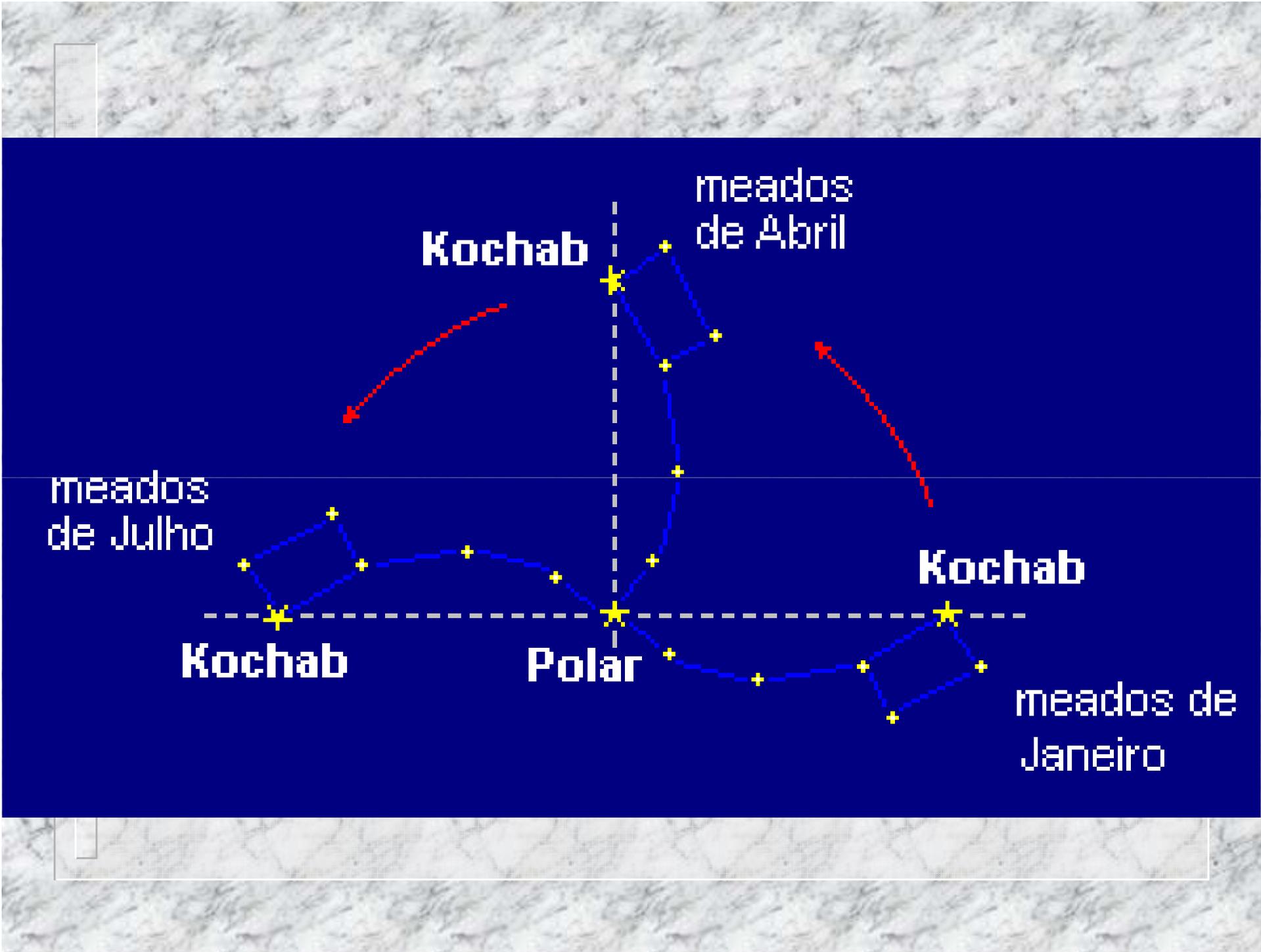
- Janeiro meado, será meia-noite no braço esquerdo; e no fim do dito mês, será meia-noite uma hora acima do braço.
- Fevereiro meado, será meia-noite duas horas acima do braço; no fim do mês será meia-noite na linha do ombro esquerdo.
- [...]

## Roda do homem no pólo (sec. XV)

- Permitia conhecer a posição da Kochab, quando fosse meia-noite, para os diferentes meses do ano.
- Exactamente como no *Regimento de Évora*.



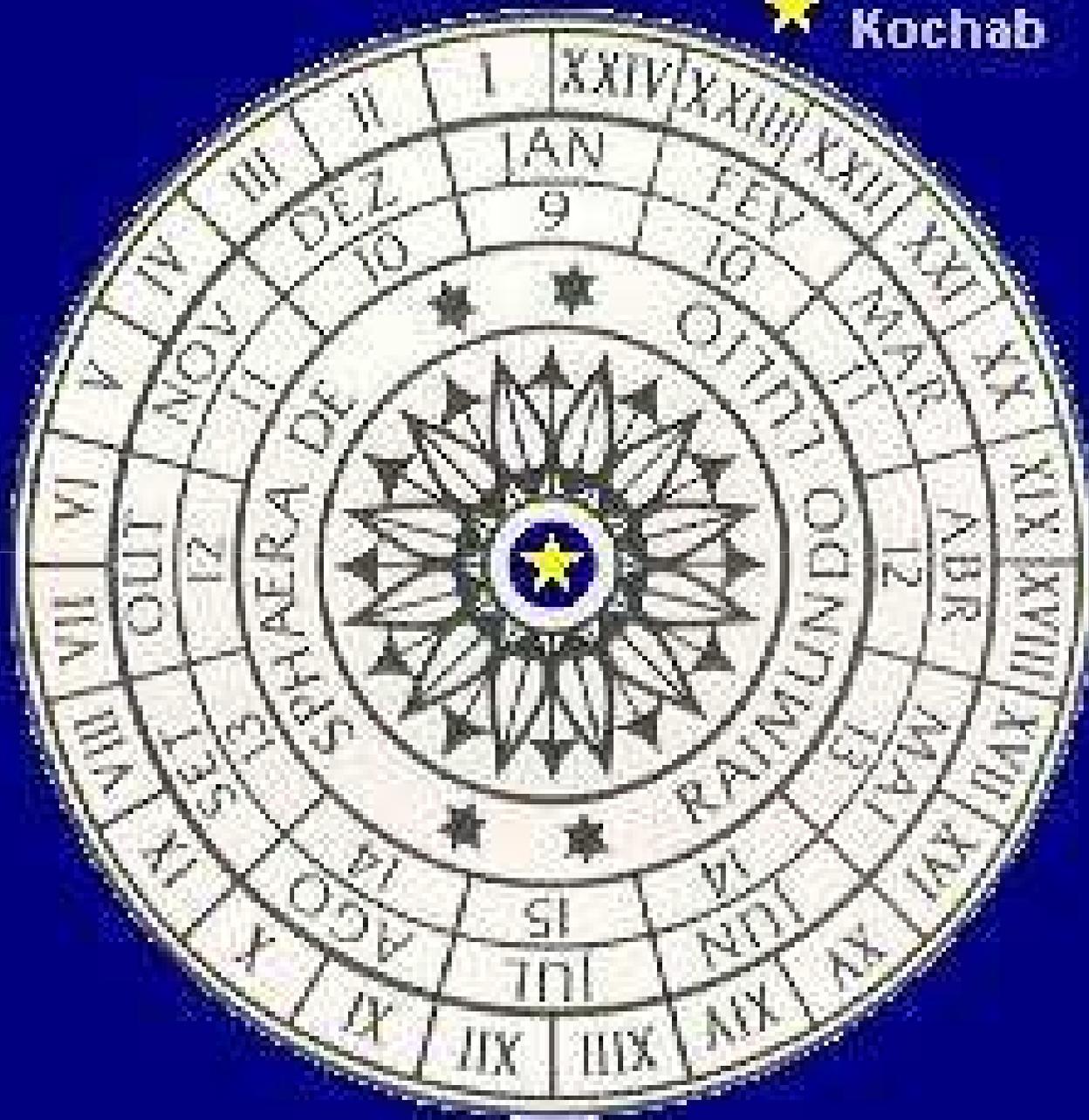




# Roda de Lullo (sec. XIII)

- Apontava-se para Leste a data
- Olhava-se para a Polar pelo orifício
- A posição da Kochab dava a hora
- Permitia ainda conhecer a duração do dia (período de luz) consoante o mês do ano

★ Kochab



# Roda de D. Duarte (Sec. XV)

- Apontava-se para Leste o mês de Janeiro
- Olhava-se para a Polar pelo orifício
- A posição da Kochab dava as horas que faltavam ou passavam da meia-noite
- Permitia ainda conhecer a hora do nascimento do Sol consoante o mês do ano

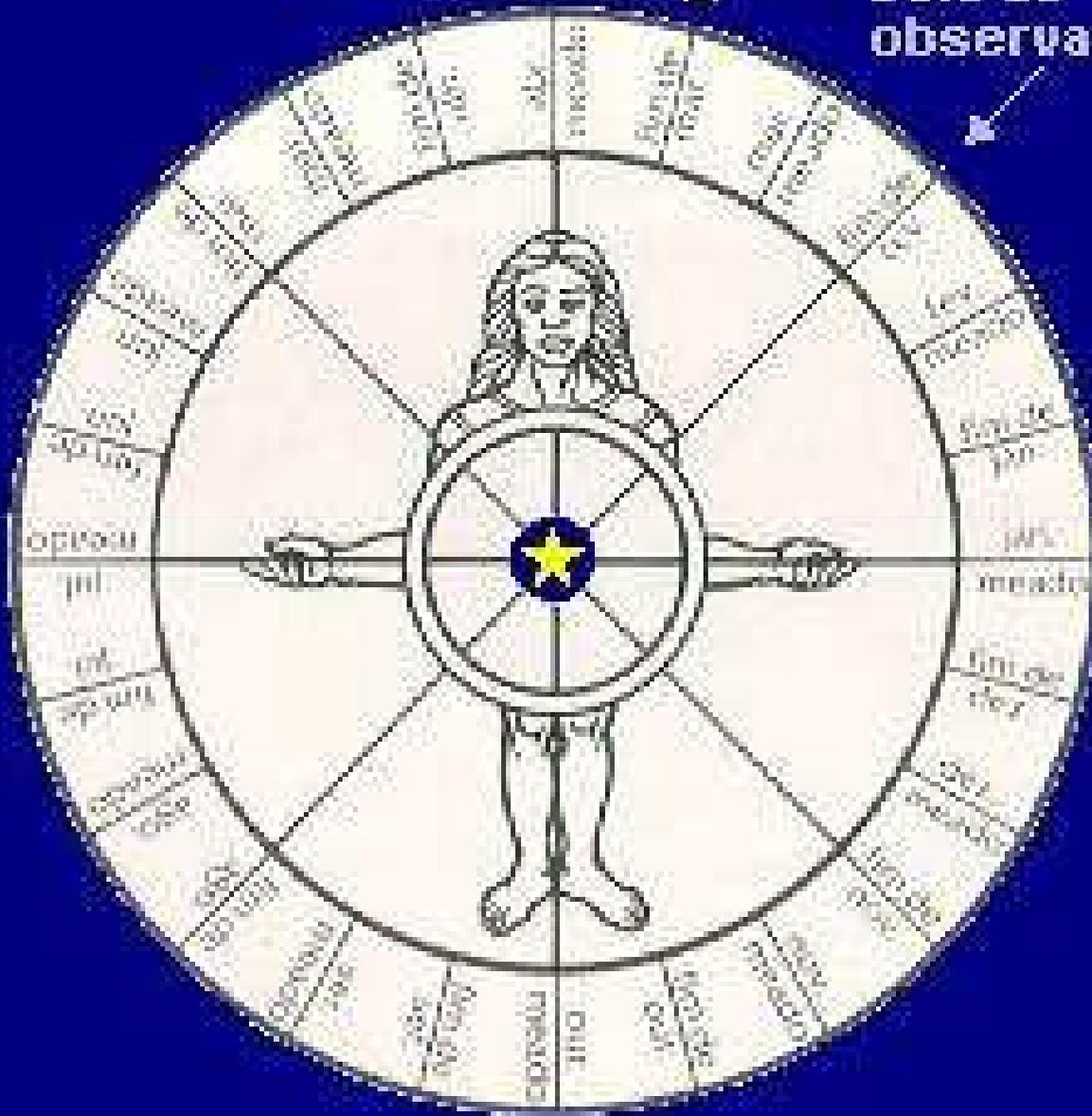


## Roda do homem no pólo (sec. XV)

- Permitia conhecer a posição da Kochab, quando fosse meia-noite, para os diferentes meses do ano.
- Exactamente como no *Regimento de Évora*.

Kochab ★

Data da  
observação



# *REGIMENTO DE ÉVORA*

- Janeiro meado, será meia-noite no braço esquerdo; e no fim do dito mês, será meia-noite uma hora acima do braço.
- Fevereiro meado, será meia-noite duas horas acima do braço; no fim do mês será meia-noite na linha do ombro esquerdo.
- [...]

# Nocturlábio de ponteiro

- Aponta-se o centro para a Polar
- Acerta-se a alidade menor com a data
- O braço maior apontado para a Kochab dá a hora

Kochab

Data da  
observação

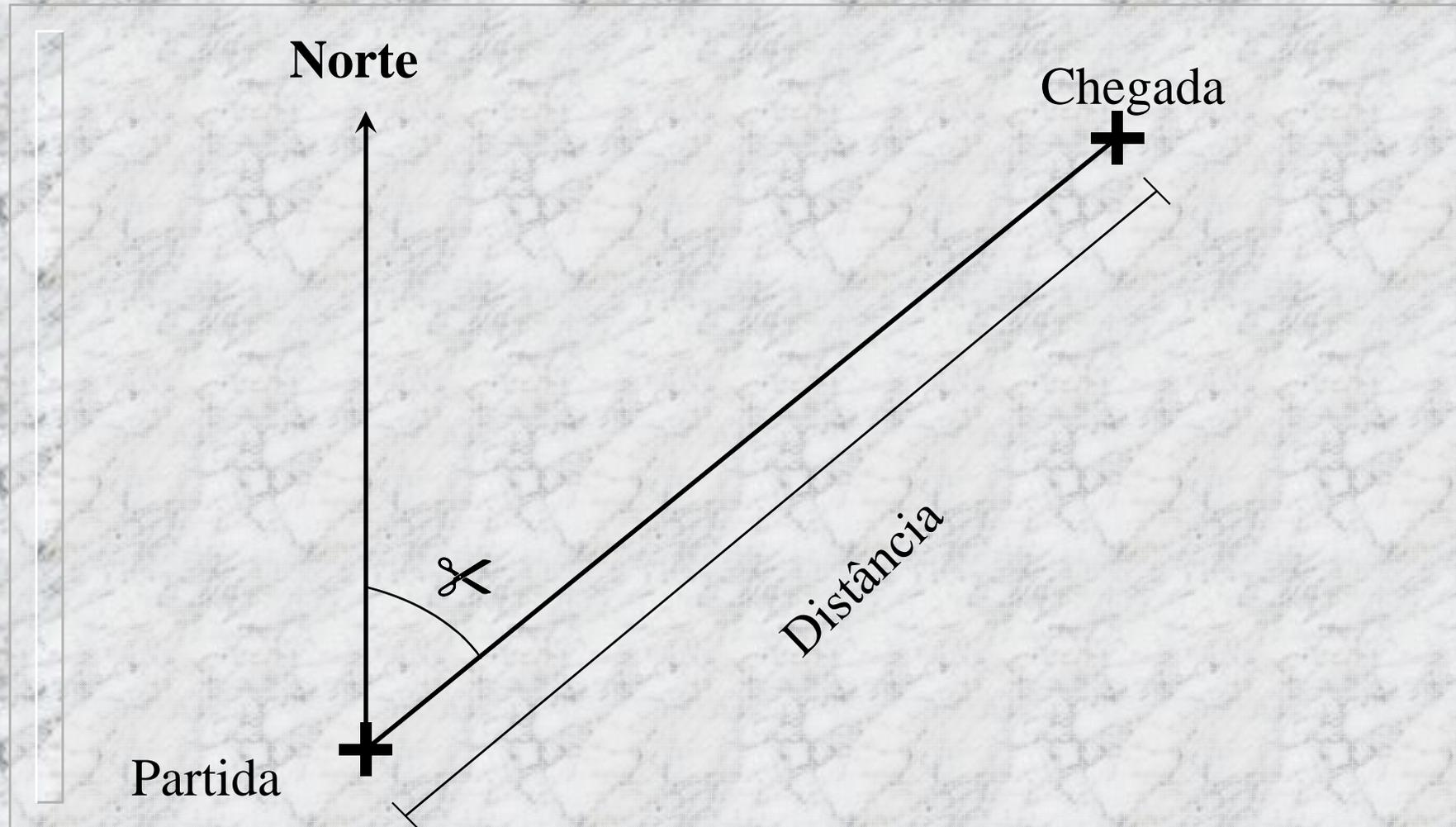


# ARTE DE NAVEGAR

## NAVEGAÇÃO

- Processo de condução de um navio entre dois pontos (Partida e Chegada)
  - Direcção
  - Distância

# ARTE DE NAVEGAR



# ARTE DE NAVEGAR

## NAVEGAÇÃO

- Processo de condução de um navio entre dois pontos (Partida e Chegada)
  - Direcção
  - Distância
  - Erros associados
    - Proporcionais à distância percorrida
    - Proporcionais ao tempo decorrido

# ARTE DE NAVEGAR

Quem pretender demandar S. Miguel e errar no rumo mais que 7°, para um bordo ou para outro, passa já tão longe das ilhas que muito dificilmente as avistará.



EXEMPLO DA NAVEGAÇÃO DIRECTA AOS AÇORES

Madeira

# ARTE DE NAVEGAR

- Até Descobrimientos Portugueses
  - Método de “Rumo e Estima”
    - Distâncias curtas
- Descobrimientos Portugueses
  - Determinação da latitude
    - Viagens Oceânicas

# ARTE DE NAVEGAR

- Método de rumo e estima
  - Desenvolvido no Mediterrâneo
    - Usado pelos primeiros descobridores portugueses
    - Navegação com terra à vista
    - Pequenos percursos sem avistar terra
      - Maior distância percorrida 330 milhas

# ARTE DE NAVEGAR

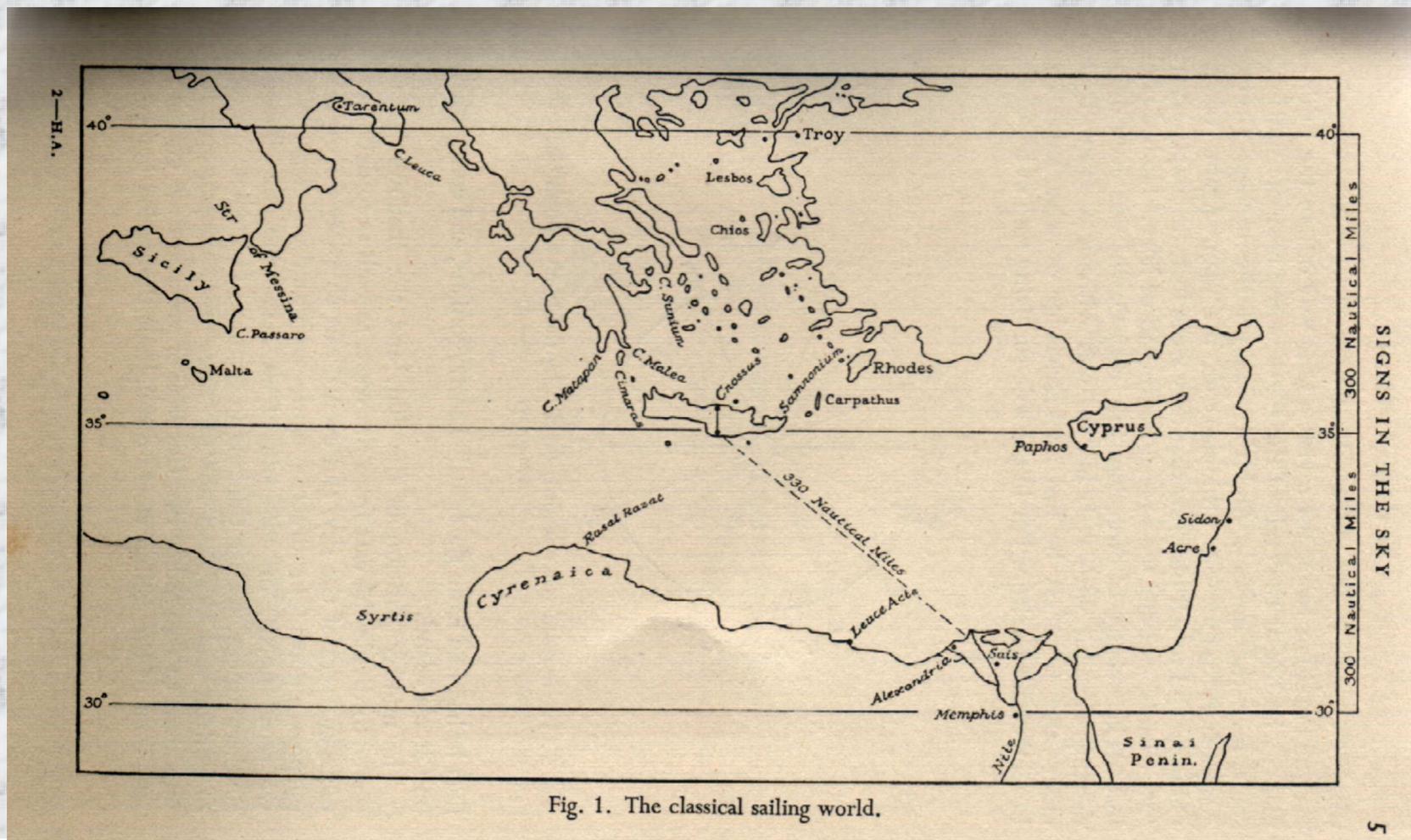


Fig. 1. The classical sailing world.

# ARTE DE NAVEGAR

- **Descobrimientos Portugueses**
  - Maiores distâncias percorridas sem avistar terra
    - Erros crescem em função da distância
      - Necessidade de compensar estes erros
      - Determinação da latitude no mar
        - Instrumentos para medição de altura de astros
        - Tabelas astronómicas

# ARTE DE NAVEGAR

- Latitude no mar
  - Navegar “a encher a altura”

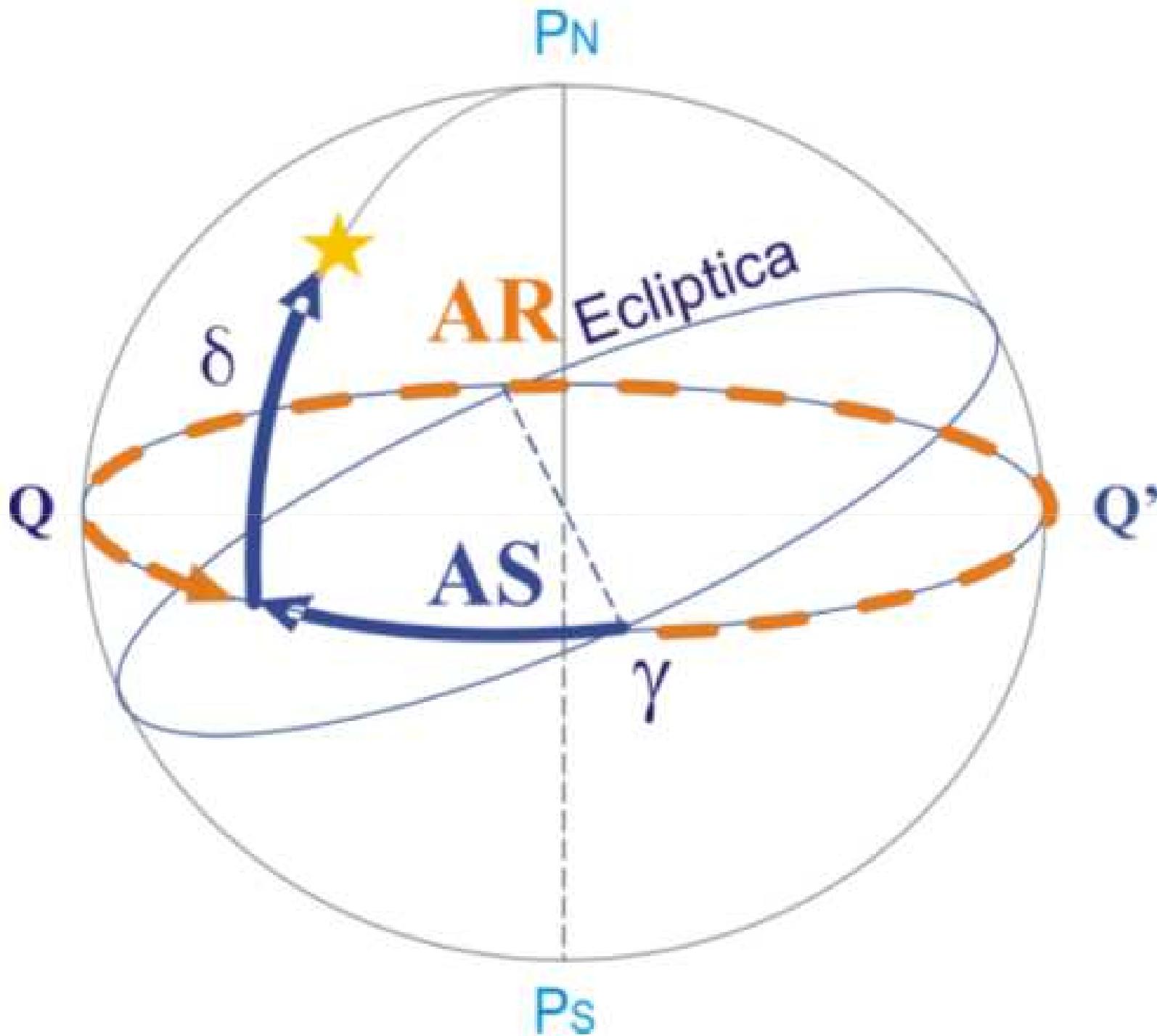


# COORDENADAS

- Coordenadas Equatoriais
  - Declinação
  - Ângulo Sideral

Relativas a um ponto fixo no espaço

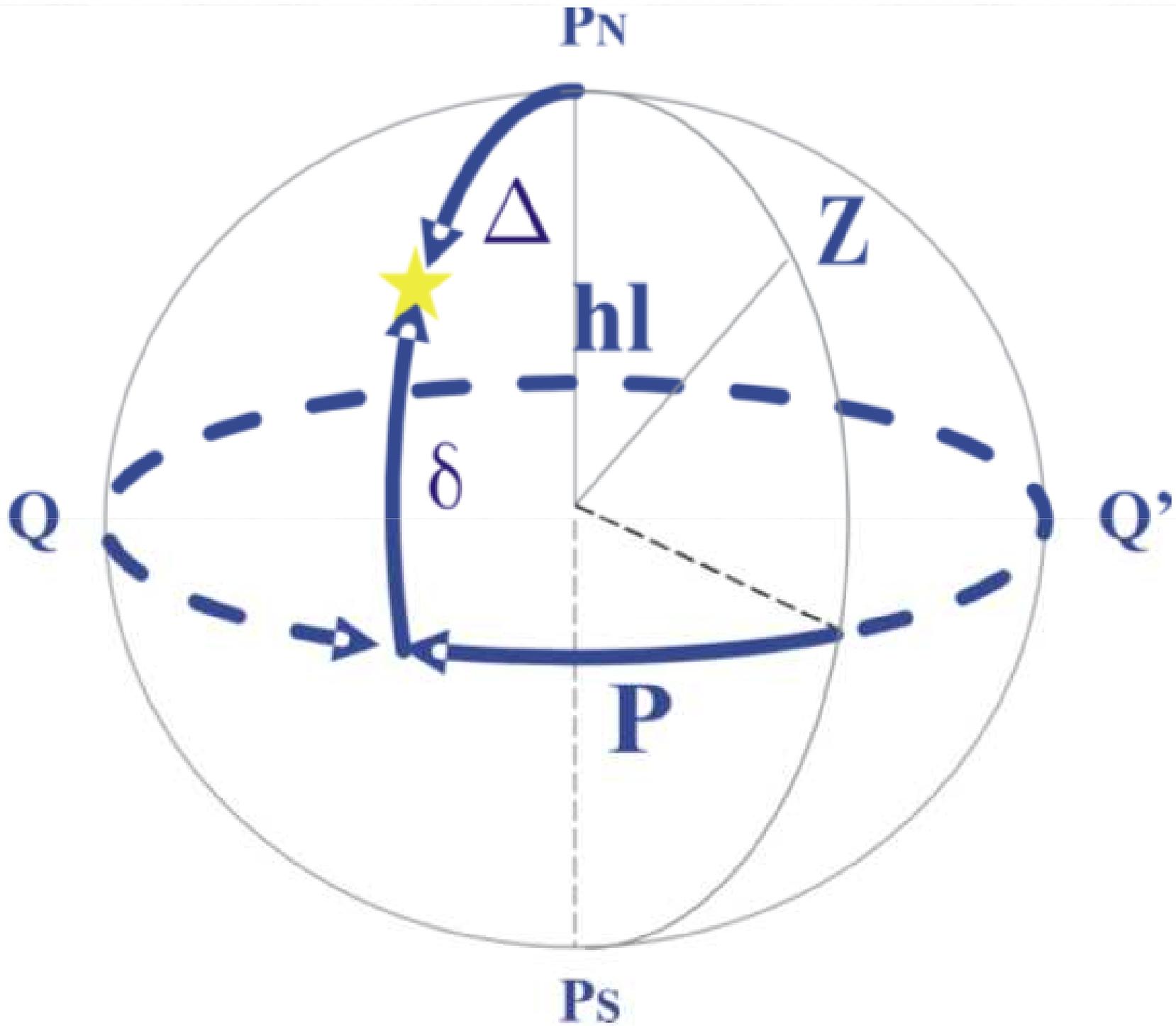
Ponto Vernal



# COORDENADAS

- Coordenadas Horárias
  - Declinação
  - Ângulo no Pólo

Dependem da hora



# COORDENADAS

- Coordenadas Horárias
  - Altura
  - Azimute

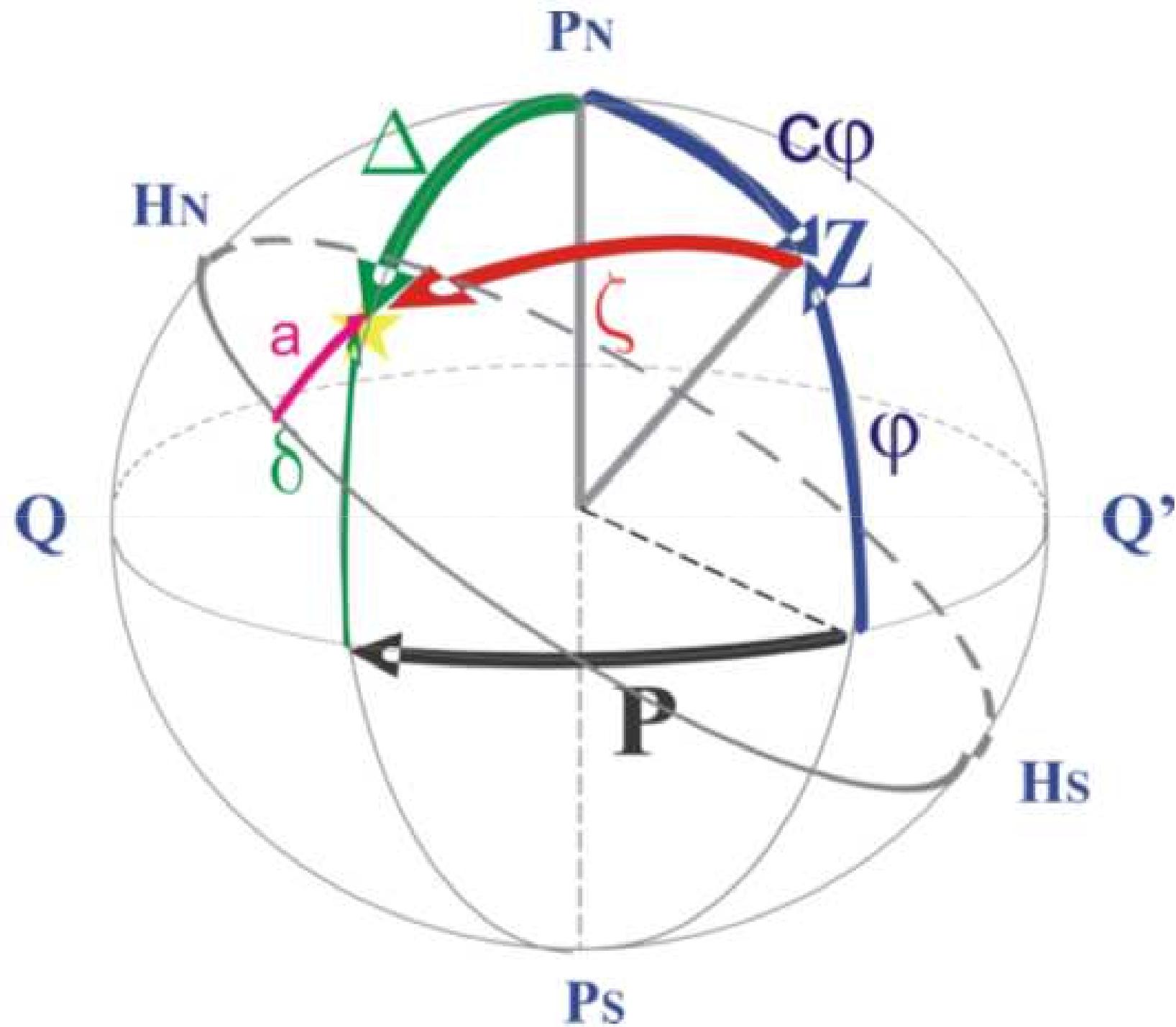
Dependem da hora e do local

Muda o referencial - Horizonte



# O Ponto no mar

- Resolução do triângulo de posição
  - “Mistura” destas coordenadas
  - Matemática um pouco complicada
    - Trigonometria
    - Não acessível aos pilotos na época dos Descobrimentos



# O Ponto no mar

- Existem casos particulares do triângulo de posição
  - Matemática muito simples
    - Contas de somar e subtrair
  - Latitude pela Polar
  - Latitude pelo Sol

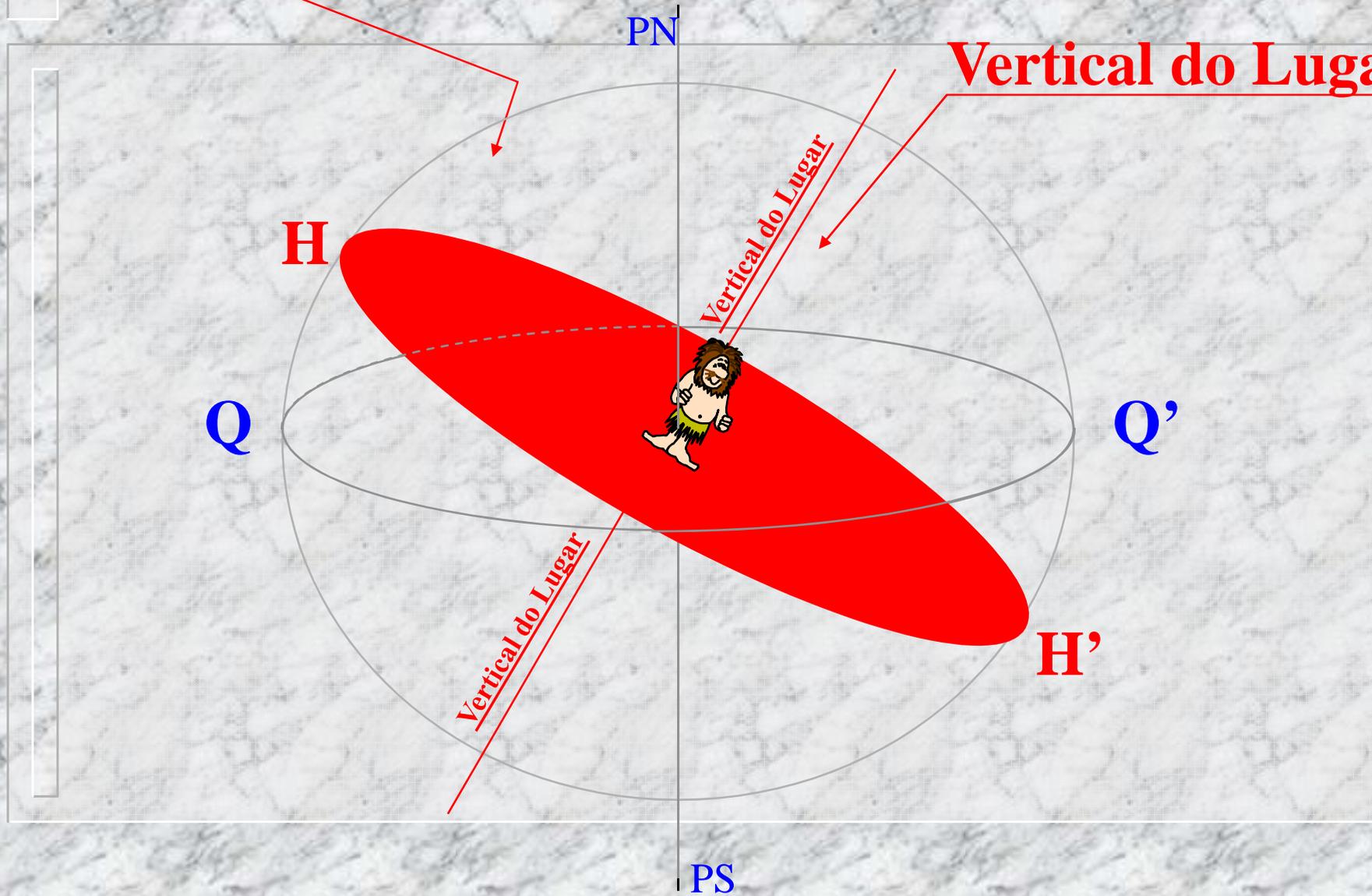
# A LATITUDE PELA POLAR

- Cedo se percebeu que variando a posição do observador no sentido Norte-Sul, a altura da Polar variava.
- As viagens de descobrimento dos Portugueses, desenvolviam-se na sua maioria naquele sentido
- Na prática, a altura do pólo corresponde à latitude do lugar

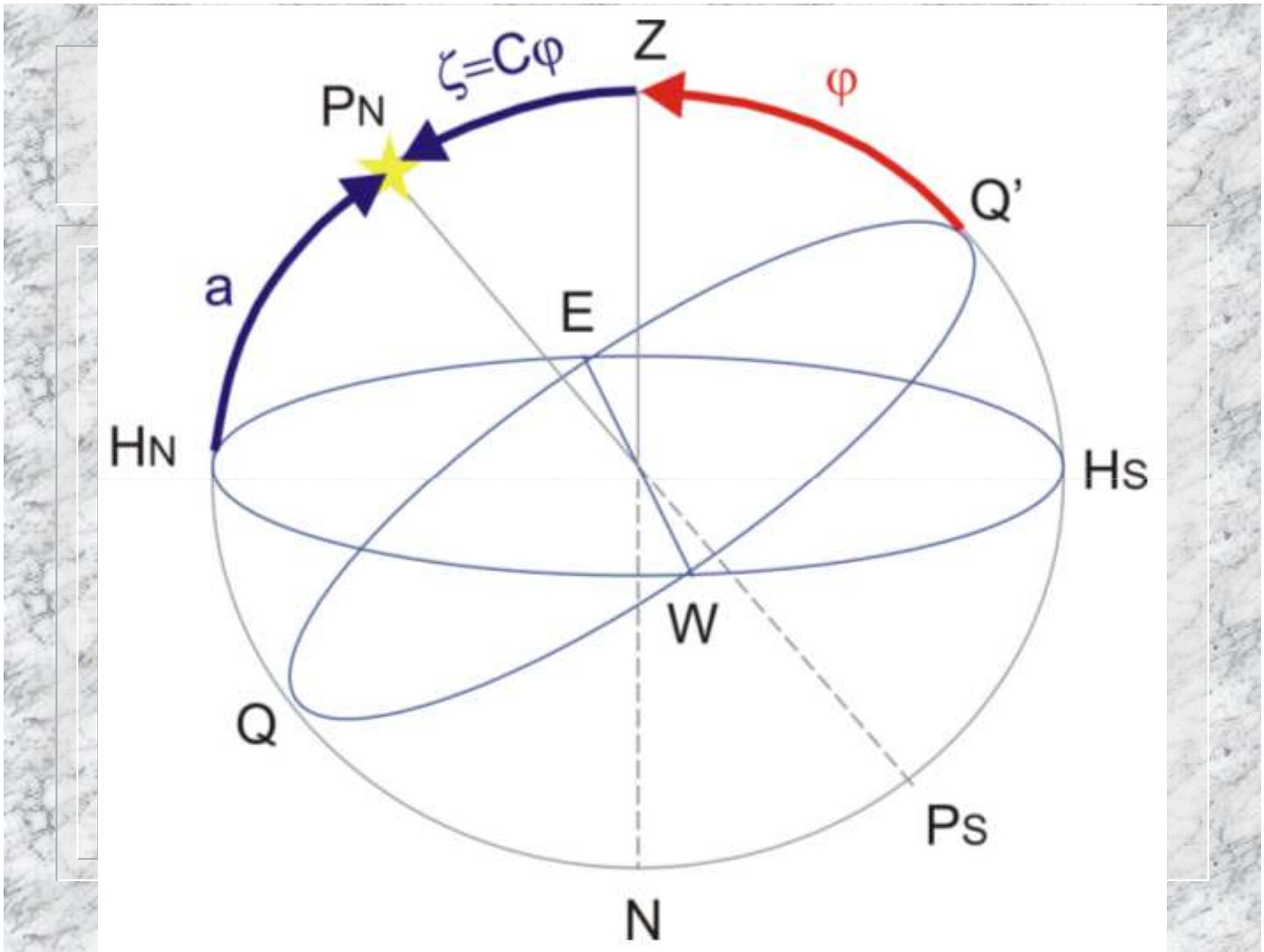
# A LATITUDE PELA POLAR

**Horizonte**

**Vertical do Lugar**

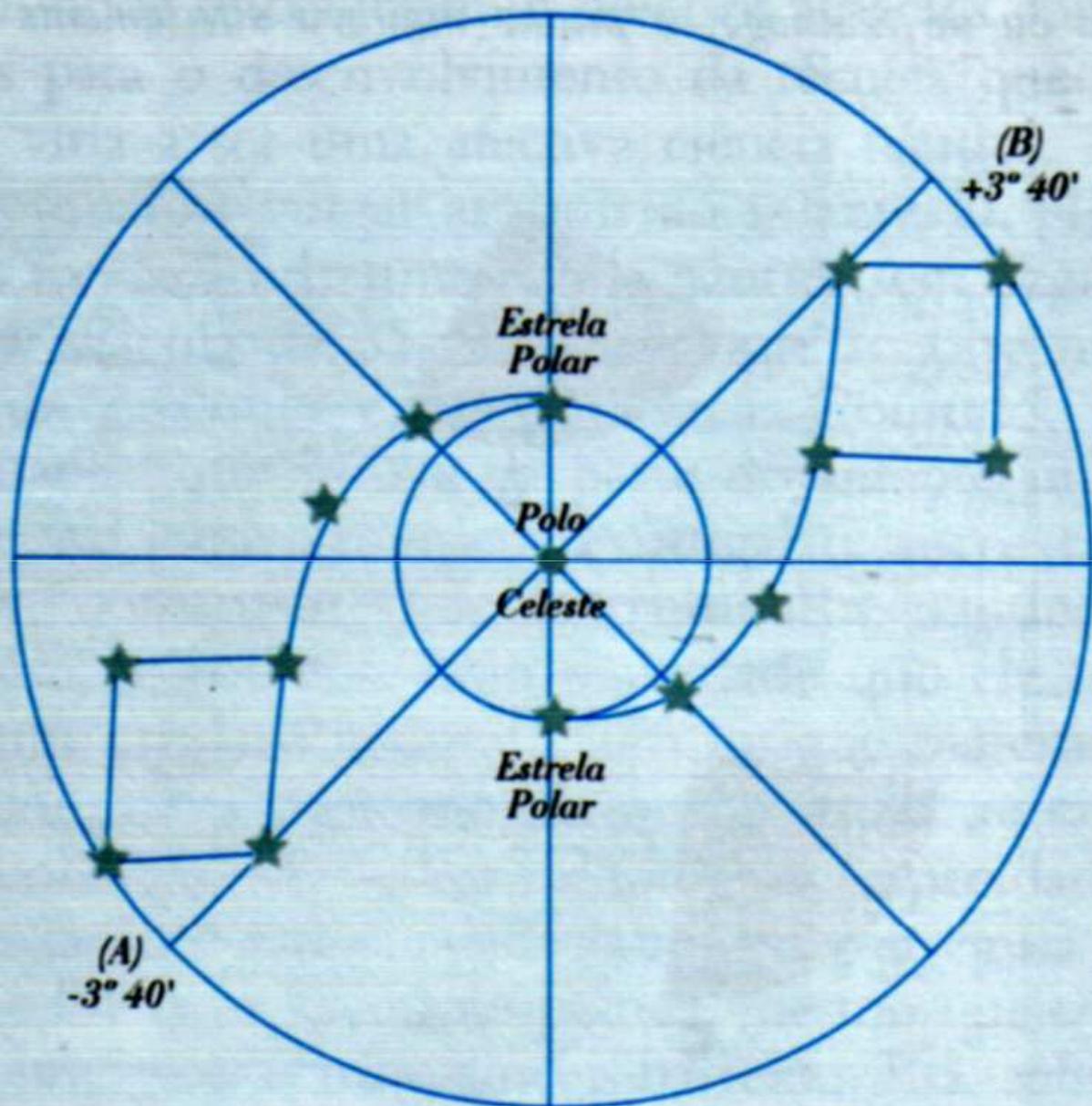






# A LATITUDE PELA POLAR

- Se existisse uma estrela exactamente sobre o pólo seria muito simples calcular a latitude, bastando medir a altura daquela estrela.
- Como tal não sucede, torna-se necessário aplicar algumas correcções às alturas observadas. No hemisfério Norte, as correcções a aplicar são muito pequenas, pois existe uma estrela muito próxima do pólo, a Estrela Polar.



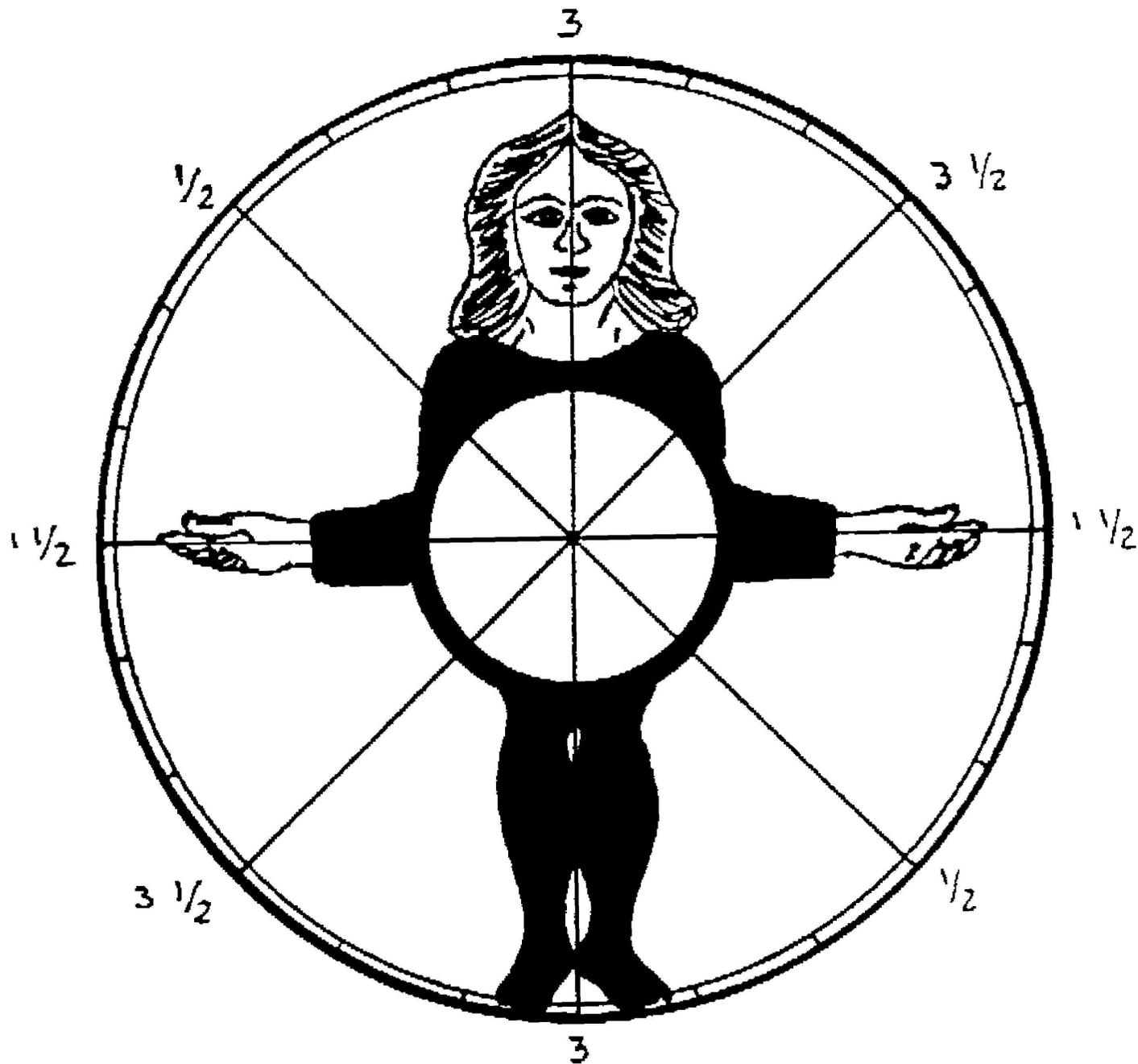
# A LATITUDE PELA POLAR

- Para saber que correcção se deveria aplicar, podia ser usada uma figura semelhante à que se usava para saber as horas.
- Nos primeiros tempos, em lugar da correcção indicada, apareceram “rodas” com a altura da Polar para diferentes locais, em função da posição da Kochab.



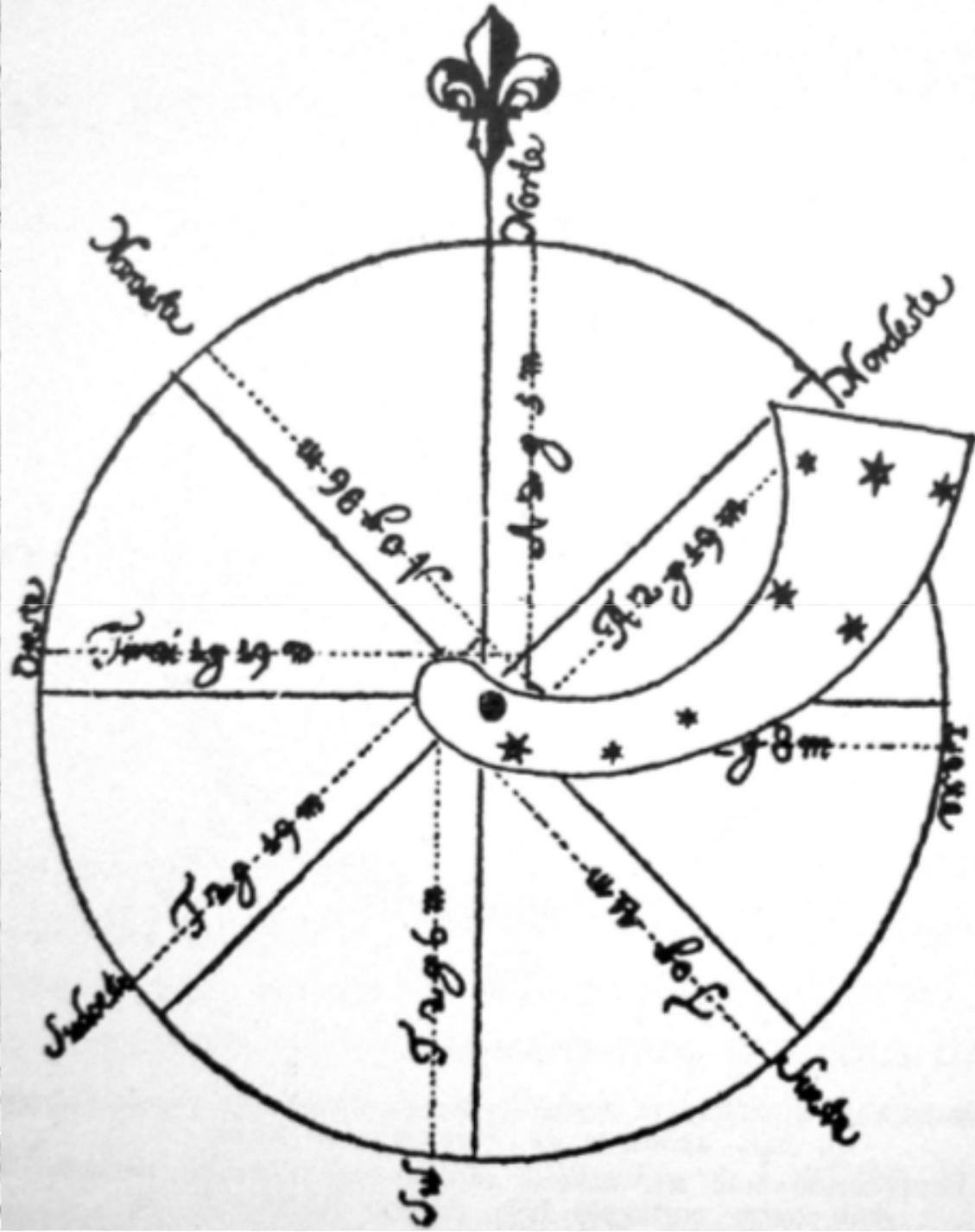
# A LATITUDE PELA POLAR

- Como o processo era pouco prático, pois implicava uma roda para cada local onde se pretendesse conhecer a altura da Polar, apareceram rodas que apenas tinham o valor da correcção a aplicar.



# A LATITUDE PELA POLAR

- Também se podia usar um instrumento para facilitar o processo



# NO HEMISFÉRIO SUL

- Quando os navegantes passaram para Sul do Equador tentaram encontrar uma “estrela polar” para aquela região.
- A constelação mais próximo do pólo sul é o Cruzeiro do Sul, tendo sido também desenvolvido um regimento para a sua utilização de modo semelhante à Polar.

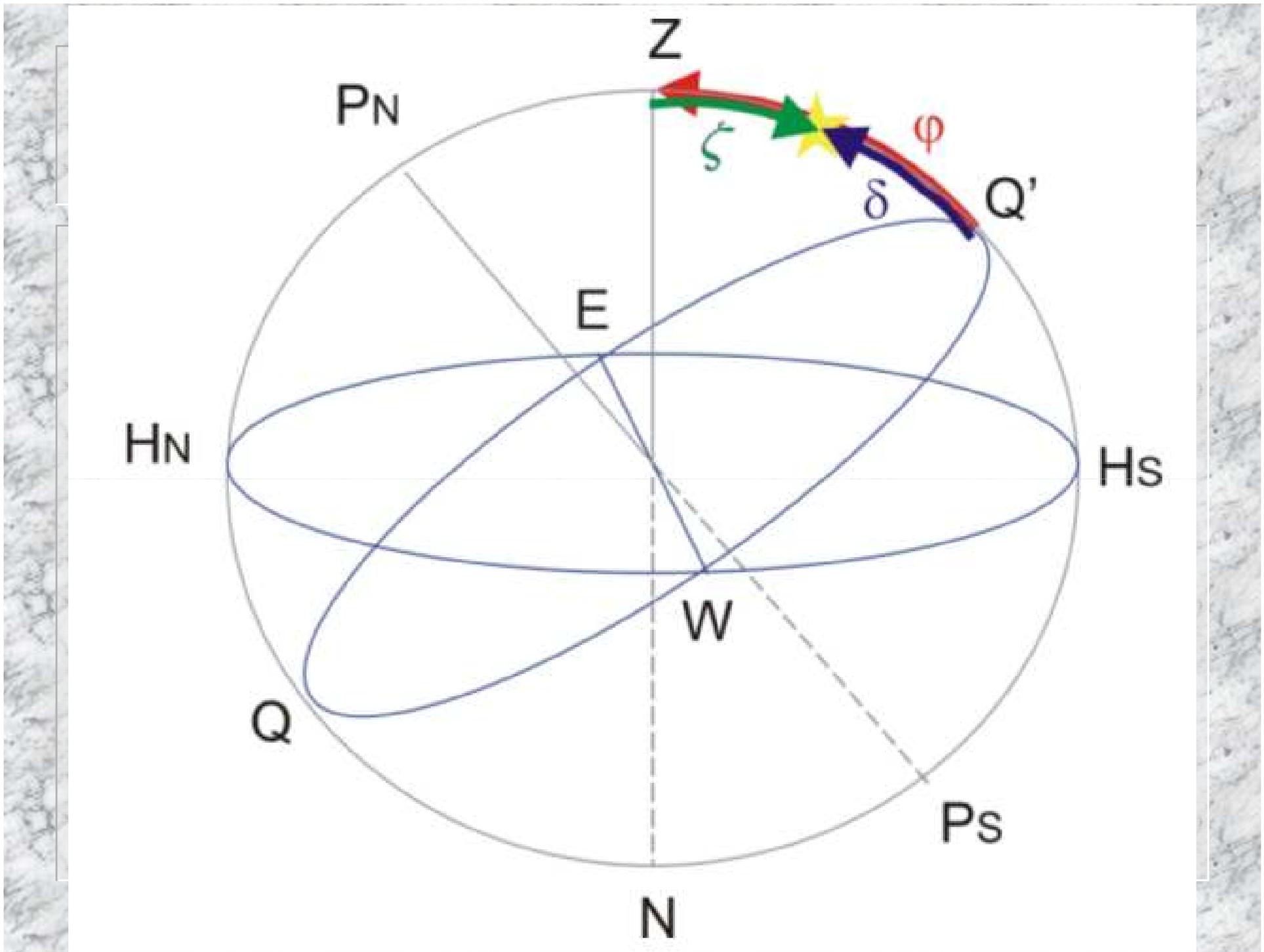
# NO HEMISFÉRIO SUL

- O problema de utilização destas estrelas é a sua elevada distância polar, que provoca grandes erros.
- A solução passou pela utilização do Sol, tanto no hemisfério norte como no sul.

# A LATITUDE PELO SOL

- Em determinadas circunstâncias (Passagem meridiana dum astro) o triângulo de posição simplifica-se
  - Momento fácil de determinar (Altura máxima do astro)





# A LATITUDE PELO SOL

- Bastava então conhecer:

- Distância Zenital do Sol

- Medida com instrumentos

- Declinação

- Fornecida em tabelas

No momento da passagem meridiana

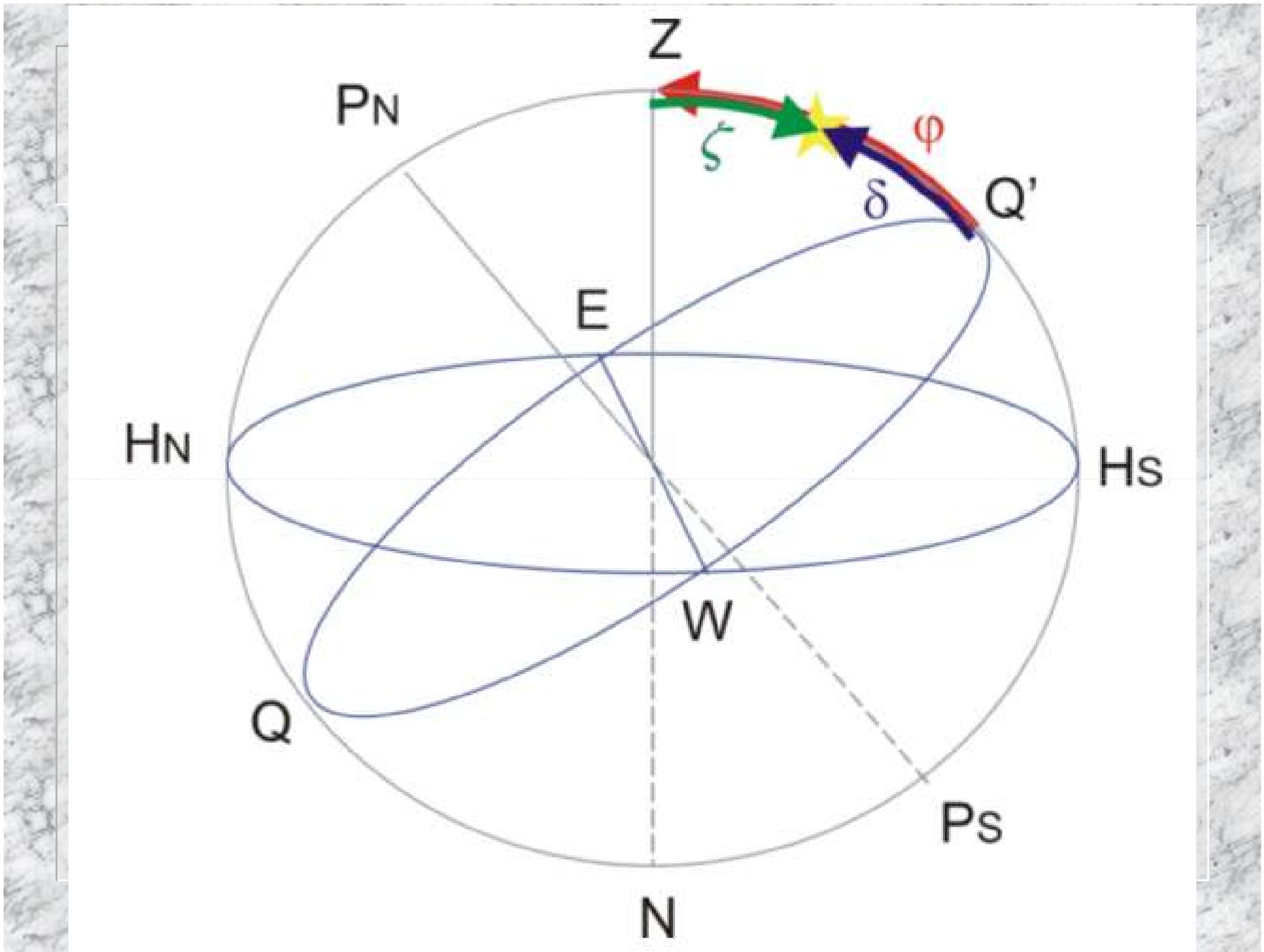
**KL** Dezembro temp[or]ias. xxi. l[un]a. iiii. hodie. vii. <sup>viij</sup>  
 1532. no. cvl. <sup>vi</sup> Lugar. sol <sup>vi</sup> Dedit. acã. sol

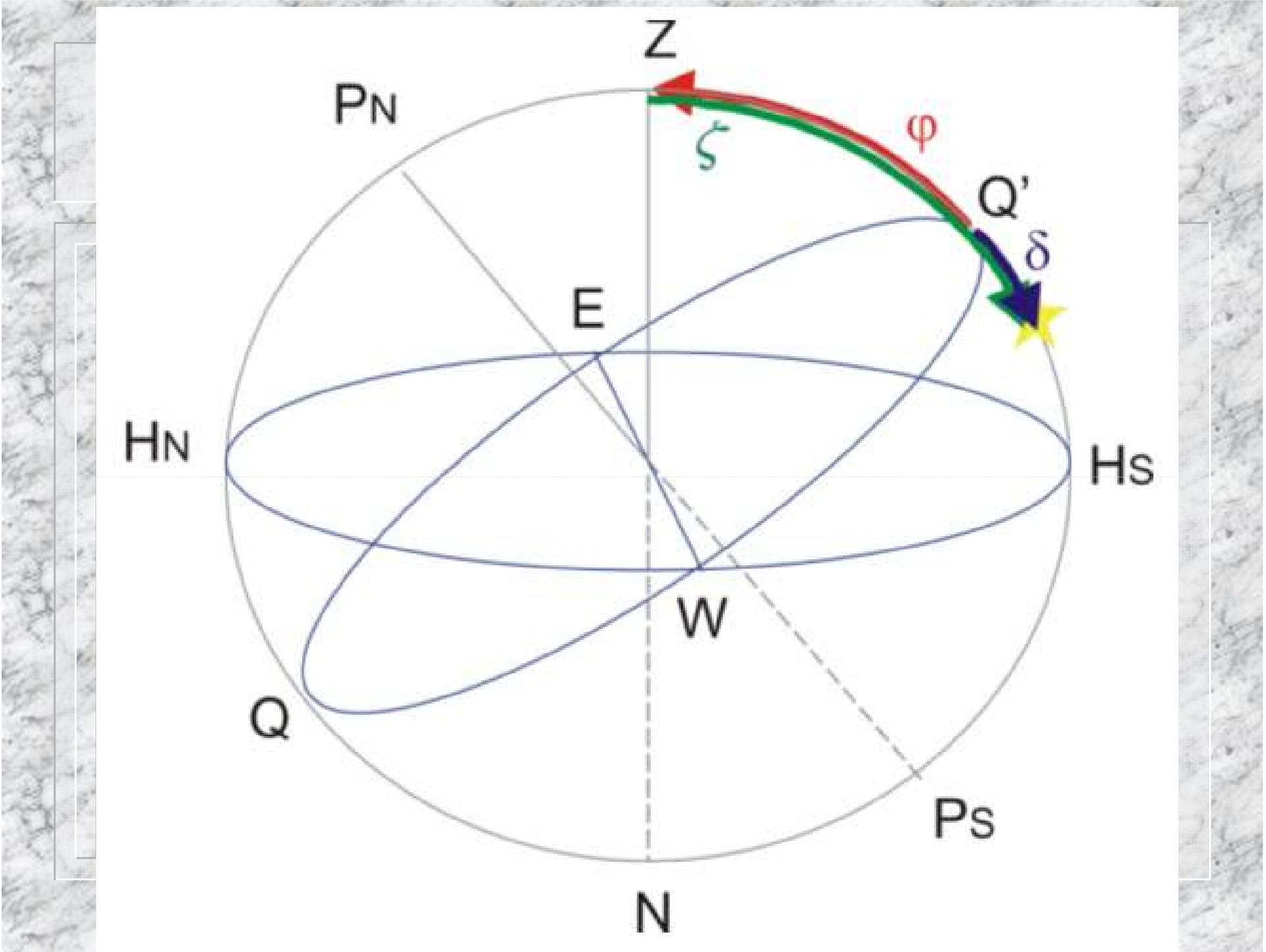
Do .c. Sagita Grad. Dinu?

f	Elegio bispo z cõfessor.	1	18	21	3
g	Babiana virgem z mar	2	19	21	7
<b>H</b>	Cassiano bispo z mar	3	20	23	10
b	Barbora virgem, z mar	4	21	23	14
c	Sabe abbade z basso bis	5	22	23	16
d	Nicolao bispo z confes	6	23	23	22
e	Ambrosio bispo z confe	7	24	23	27
f	A concepça. n da senhora	8	25	23	27
g	Leocadia virgem z mart	9	26	23	29
<b>H</b>	Eulalia virgem z mart	10	27	23	30
b	Damaso papa z confes	11	28	23	32
c	Valerico abbade da orde	12	29	23	33
d	Luzia virgem z martyr	13	30	23	33
e	Nicasio bispo z martyr	14	1	23	34
f	Valeriano bispo z mart	15	2	23	34
g	Ananias azaris misael.	16	3	23	35
<b>H</b>	Lazaro bispo z confes	17	4	23	37
b	Annũciacã da senhoi	18	5	23	37
c	Pemestio martyre sãto	19	6	23	38
d	Liberato bis <b>Dia d jeju</b>	20	7	23	38
e	<b>Thome apostolle</b>	21	8	23	40
f	Treladacã de scõ ysidoro	22	9	23	44
g	Servulo confessor z mar	23	10	23	45
<b>H</b>	Gregorio <b>Dia d jeju</b>	24	11	23	47
b	Onacimento do senhoi	25	12	23	47
c	Scõ esteuã primiro marty	26	13	22	47
d	Sam johan euanglista	27	14	22	47
f	Os innocentes martyres	28	15	22	47
f	Thomas arcobispo de xi	29	16	22	47
g	Sanino bispo z martyr	30	17	22	48
<b>H</b>	Silvestre papa z mart	31	18	22	50
			19	22	53

# A LATITUDE PELO SOL

- Conhecidos esses dois valores (distância zenital e declinação), e fazendo umas contas simples (de somar ou de subtrair) obtinha-se a latitude do lugar.

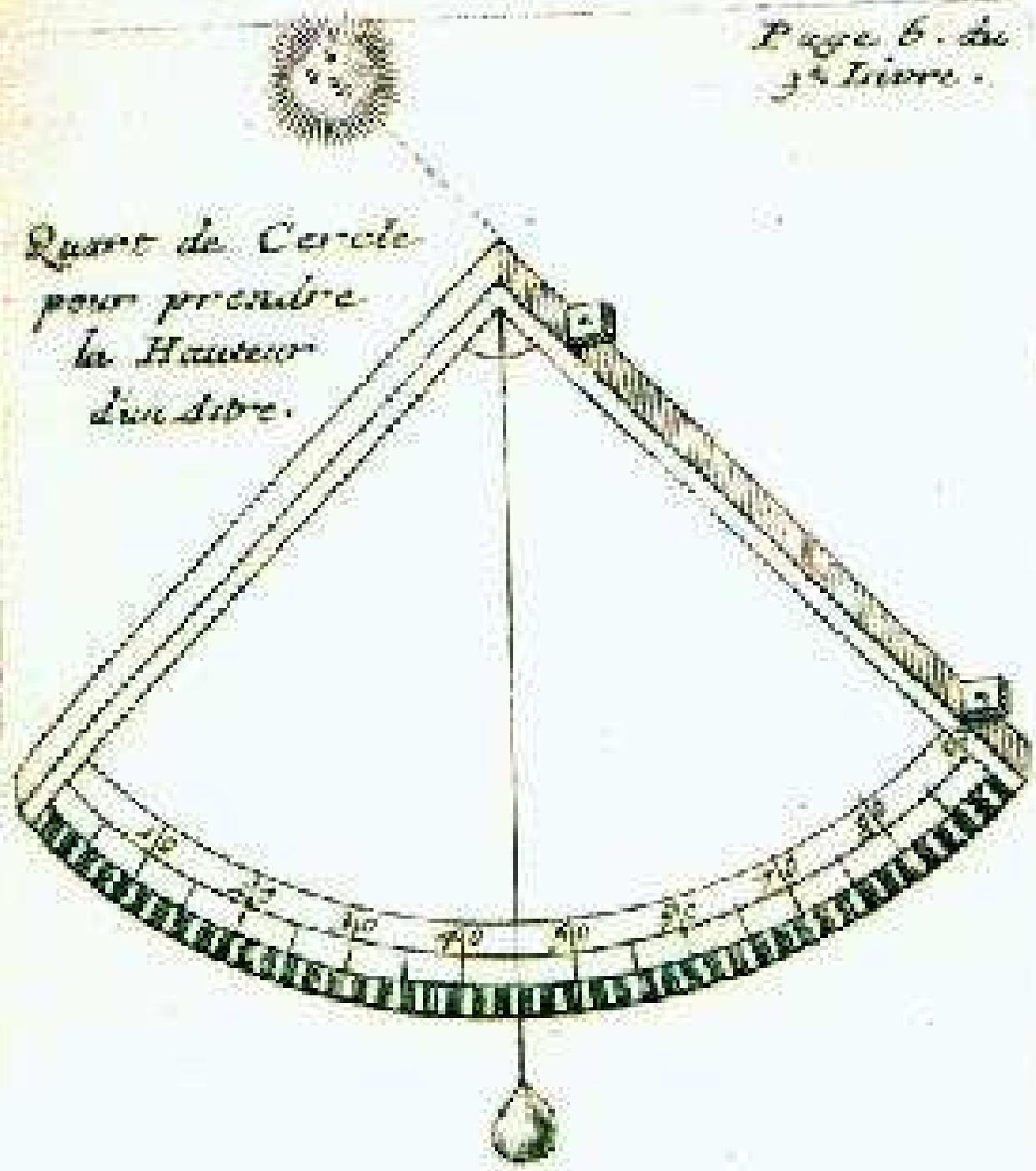


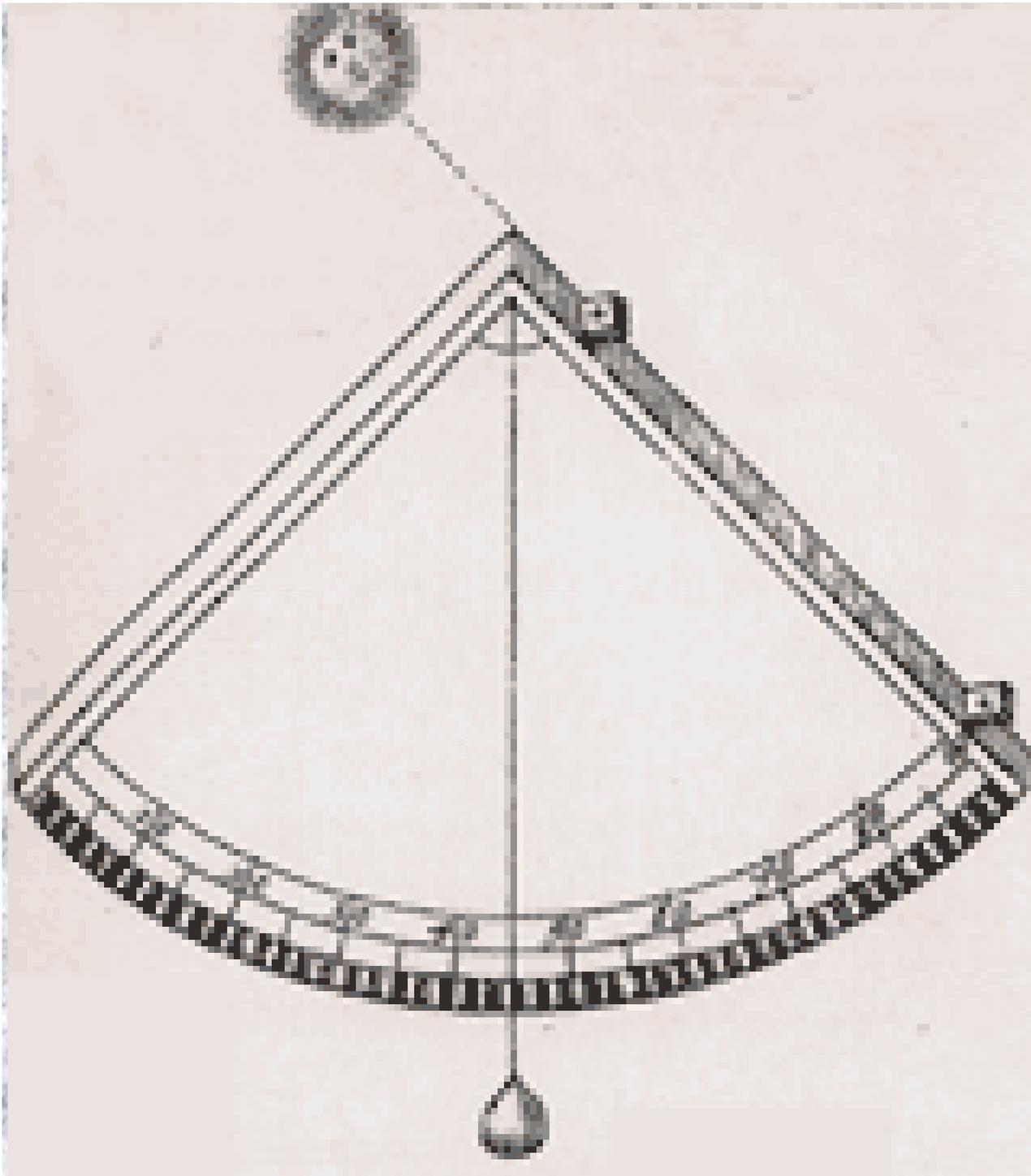


# OS INSTRUMENTOS

- A altura da Estrela Polar podia ser determinada usando um quadrante ou uma balestilha.

Quart de Cercle  
pour prendre  
la Hauteur  
d'un objet.

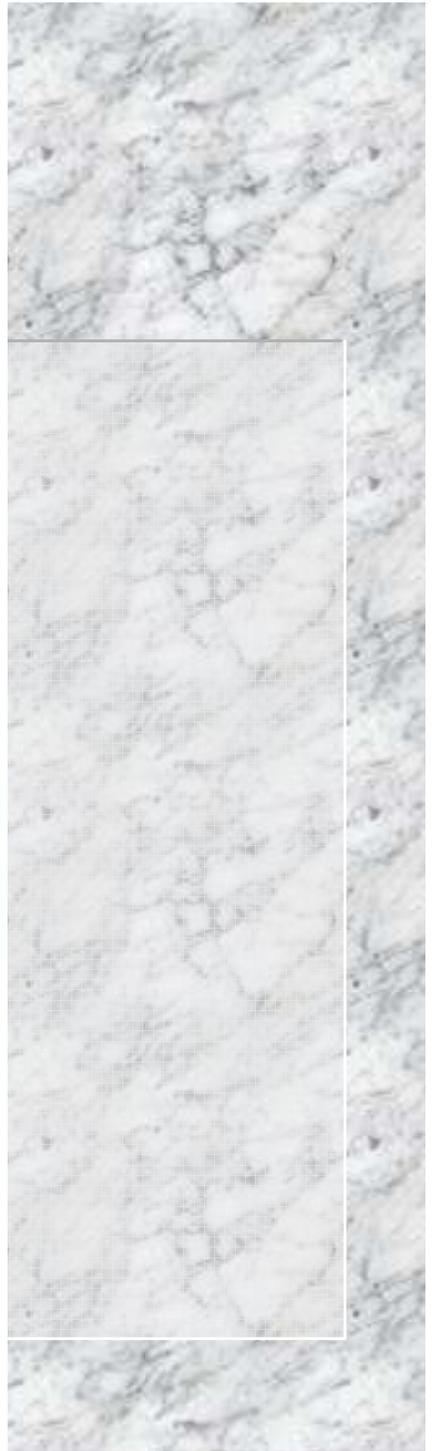






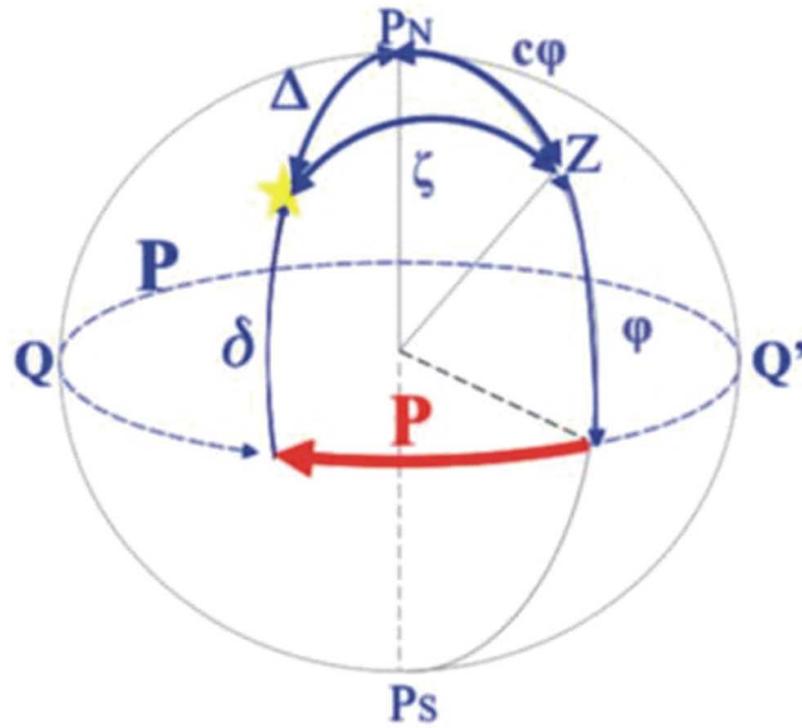
# OS INSTRUMENTOS

- A altura do Sol, ou melhor a sua distância zenital, era determinada usando um astrolábio.

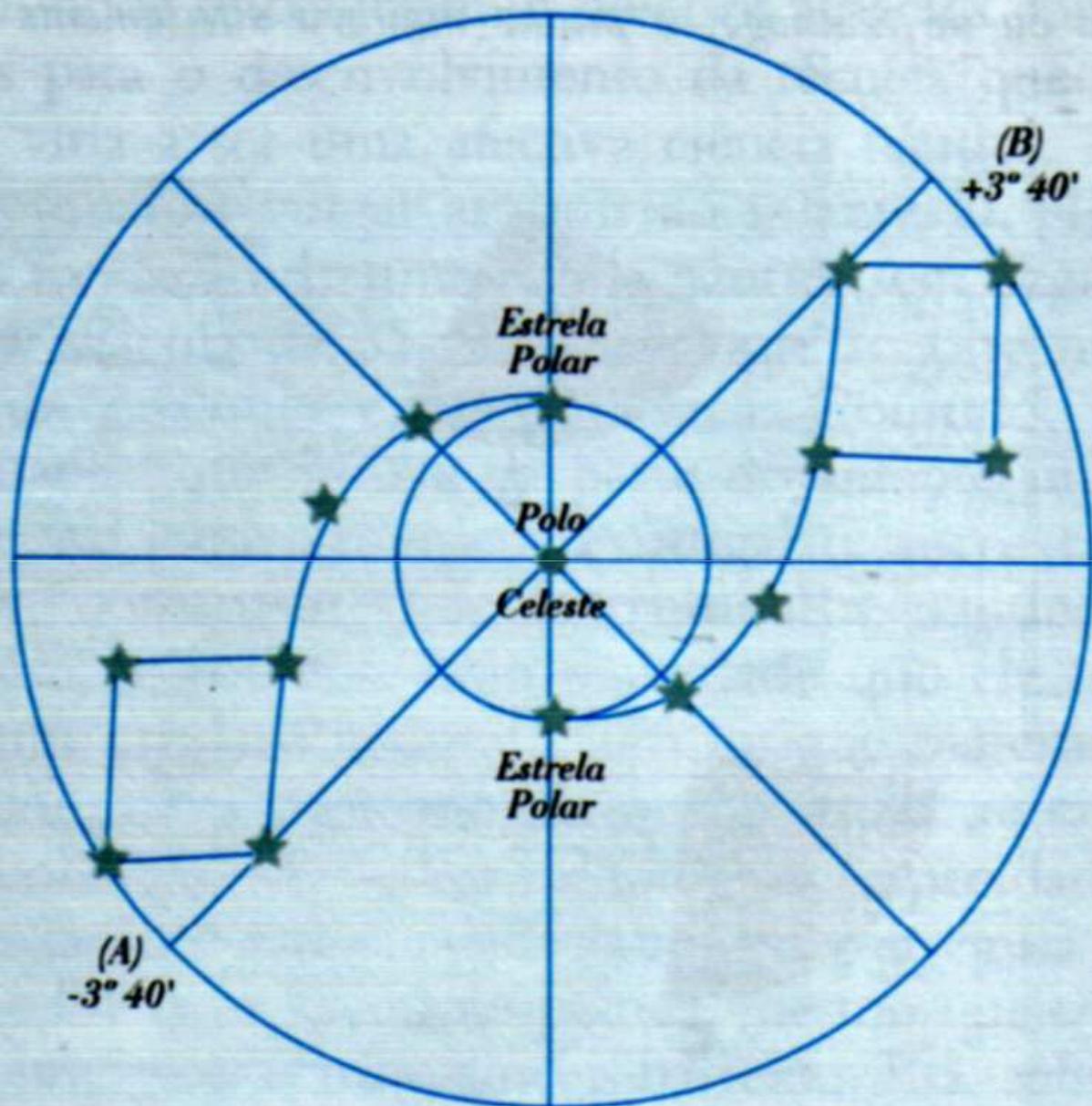


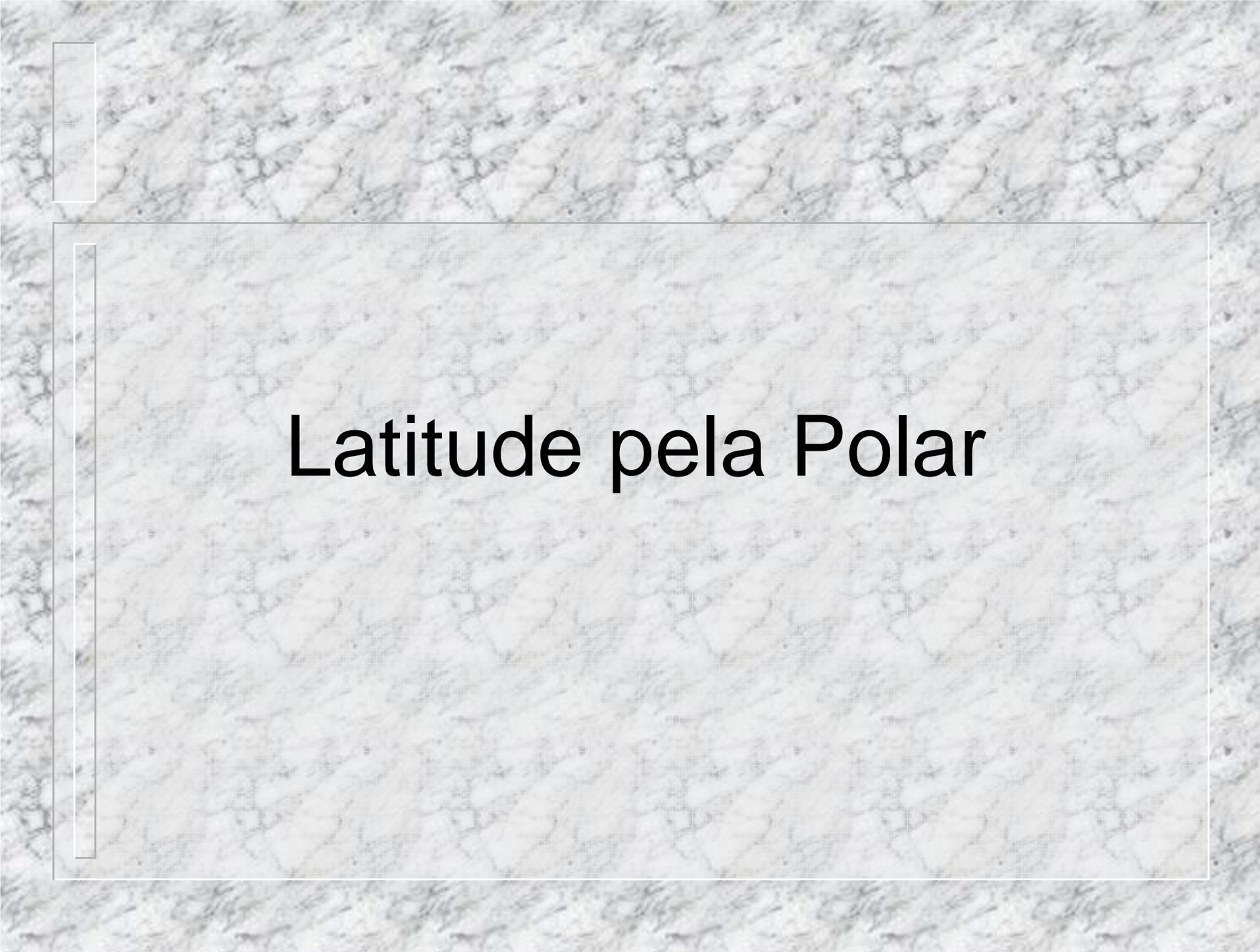
# REFERÊNCIAS

- Página da Associação Nacional de Cruzeiros  
<http://www.ancruzeiros.pt/index.html>
- Portal do Astrónomo  
<http://www.portaldoastronomo.pt>  
Tema do mês de Fevereiro de 2004



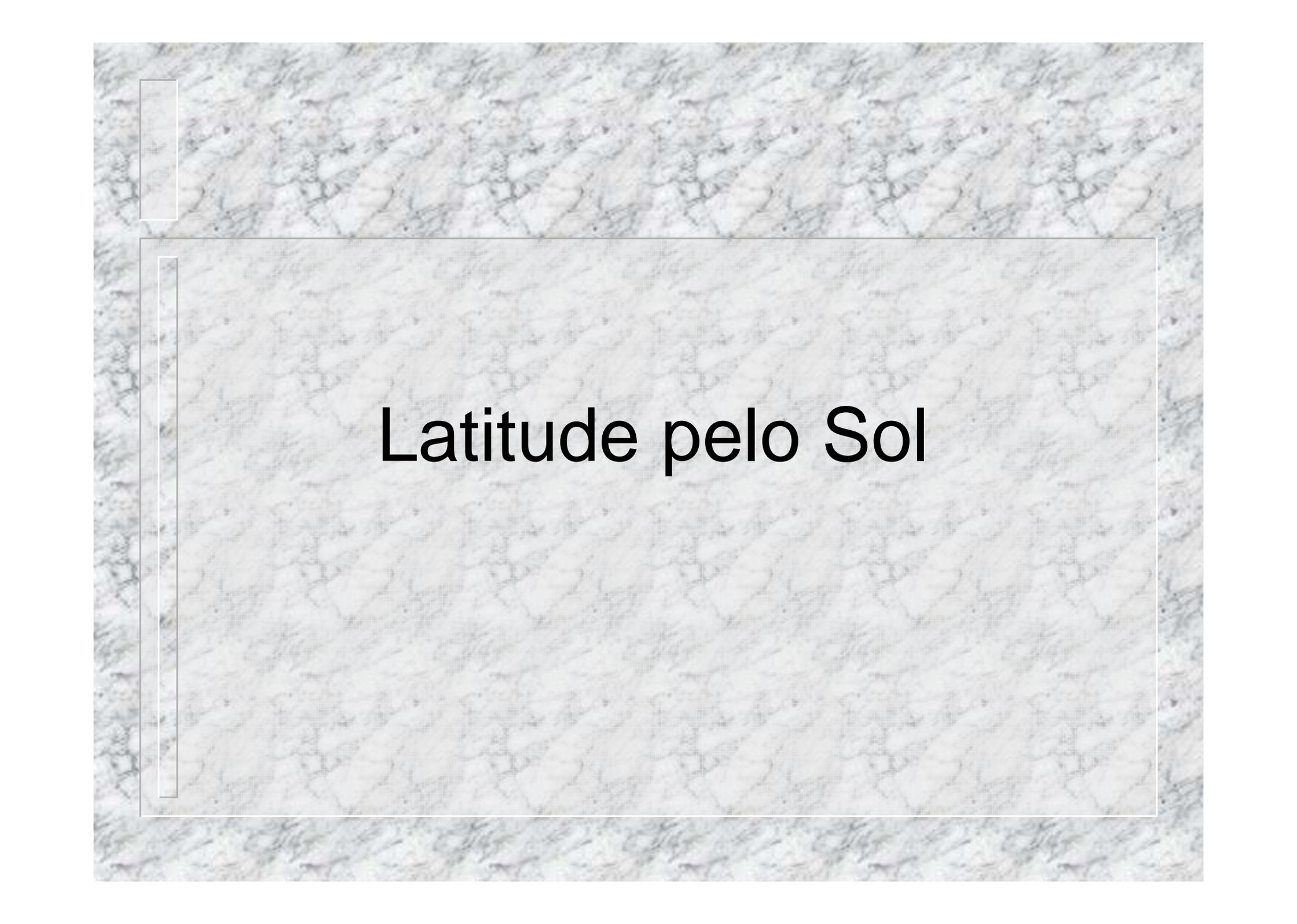
- PN - Pólo Norte
- Z - Zénite do Observador
- $\Delta$  - Distância Polar
- $\delta$  - Declinação
- $\varphi$  - Latitude



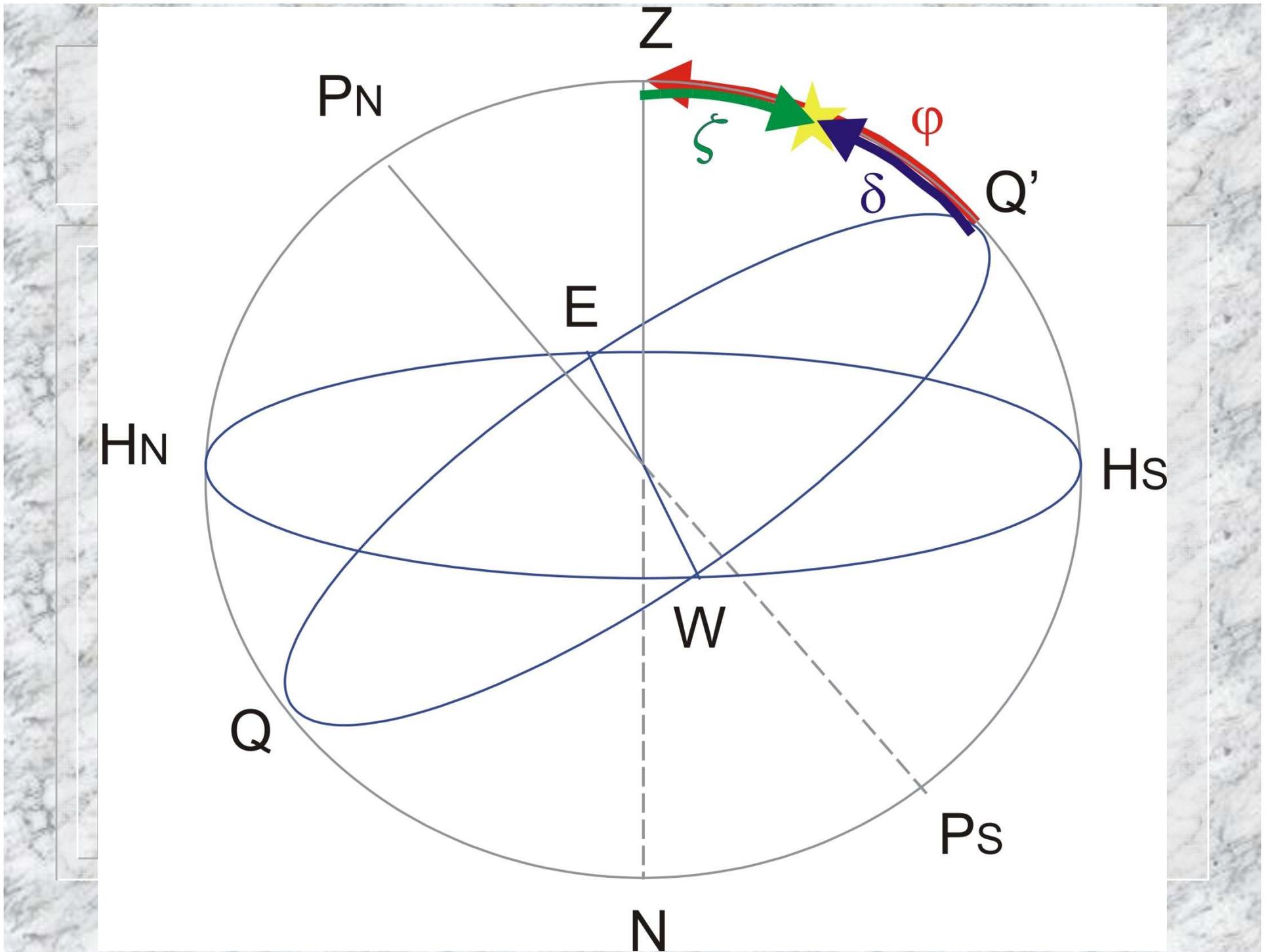


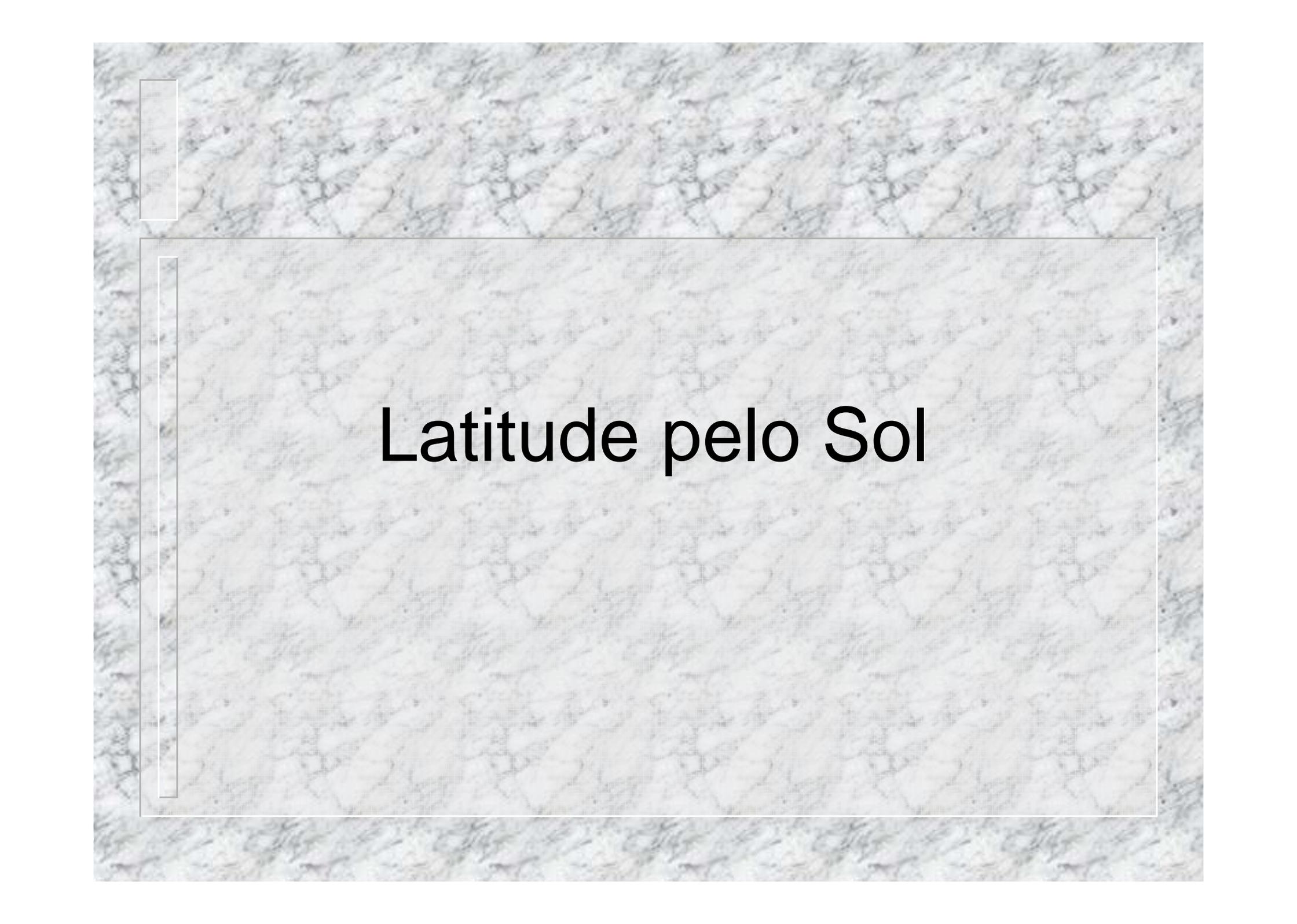
Latitude pela Polar



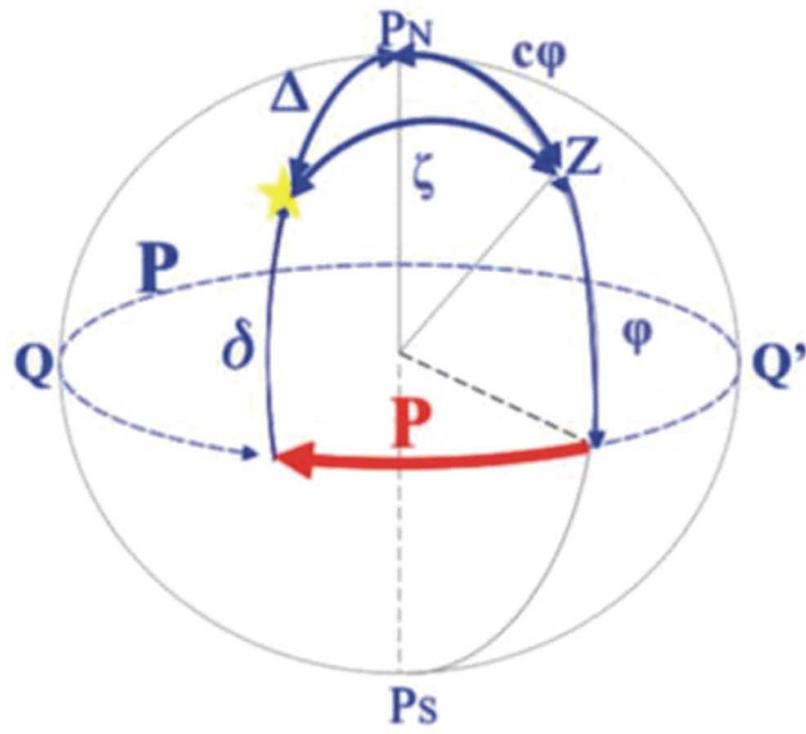


Latitude pelo Sol





**Latitude pelo Sol**



- PN - Pólo Norte
- Z - Zénite do Observador
- $\Delta$  - Distância Polar
- $\delta$  - Declinação
- $\varphi$  - Latitude