

TOPOGRAFIA

Ângulos

Augusto Uchôa

LABORATÓRIO DE GEOMÁTICA APLICADA
DET/CT/UFC



Objetivos:

Norma 13133
Grandezas
mensuráveis na
Topografia

O sistema
Sexagesimal
Os Sumérios,
Egípcios,
Árabes, Indus
e Gregos

Tipos de
Ângulos
Verticais e
Horizontais

Orientação
Rumos e
Azimutes

Transporte
de
Azimutes



O que diz a NBR 13133/2021?

“Levantamento topográfico é: um conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas.”



LINHA DO TEMPO



Groma
560 a.C

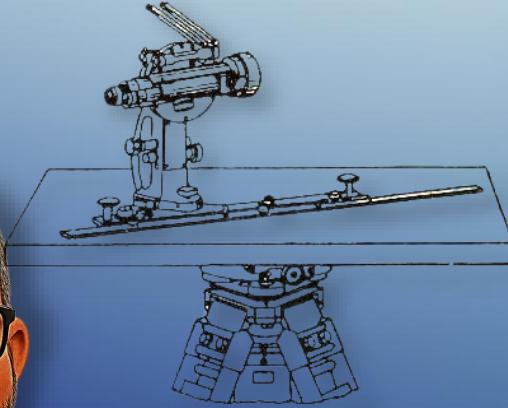


Dioptra
século III a.C.

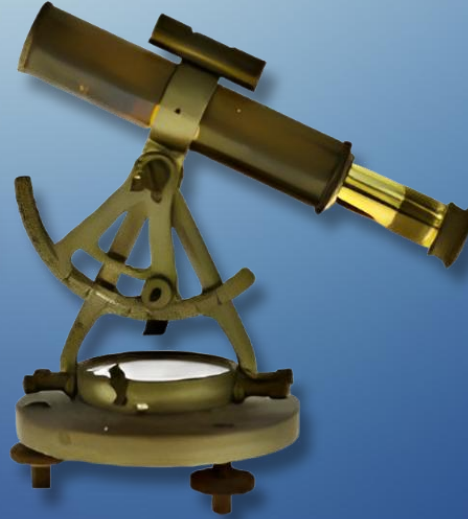


Astrolábio de
Hiparco
190 a 120 AC

LINHA DO TEMPO



*Teodolito
precheta
1720*



*transit theodolite
final do século IXX*



*repetition theodolite
início do século XX*



LINHA DO TEMPO



Wild T2
1950



Kern K2
1977



Teodolito
eletrônico
2000



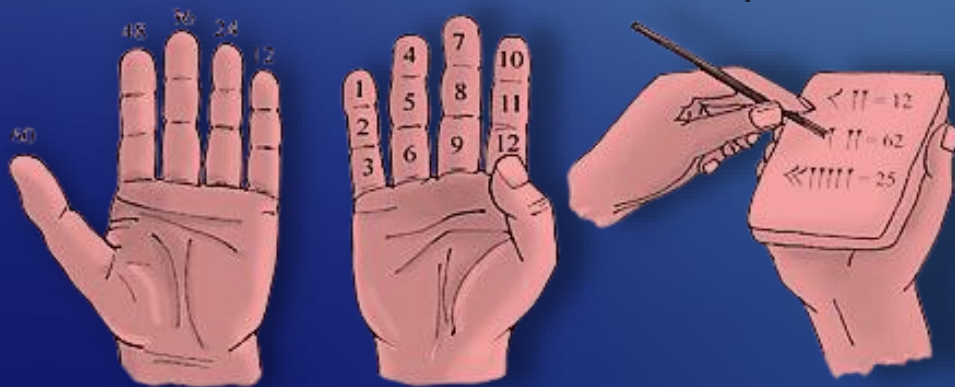
Estação Total
Robótica
2025



O sistema Sexagesimal

De base 60, criado pela civilização assíria, provavelmente surgiu da combinação de um método de contagem em base 5 (pelos dedos) e de base 12 (pelas falanges).

1	𐎶	11	𐎶𐎵	21	𐎶𐎵𐎶	31	𐎶𐎵𐎶𐎶	41	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶	51	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶
2	𐎶𐎶	12	𐎶𐎵𐎶𐎶	22	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶	32	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶	42	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	52	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
3	𐎶𐎶𐎶	13	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶	23	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶	33	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	43	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	53	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
4	𐎶𐎶𐎶𐎶	14	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶	24	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	34	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	44	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	54	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
5	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	15	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	25	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	35	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	45	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	55	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
6	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	16	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	26	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	36	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	46	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	56	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
7	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	17	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	27	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	37	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	47	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	57	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
8	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	18	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	28	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	38	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	48	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	58	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
9	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	19	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	29	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	39	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	49	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶	59	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶
10	𐎶	20	𐎶𐎵	30	𐎶𐎵𐎶	40	𐎶𐎵𐎶𐎶	50	𐎶𐎵𐎶𐎶𐎶		

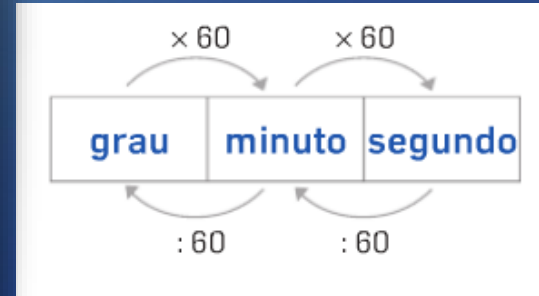


O Grau

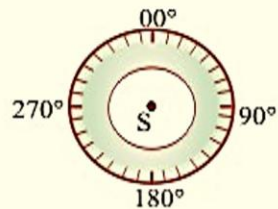
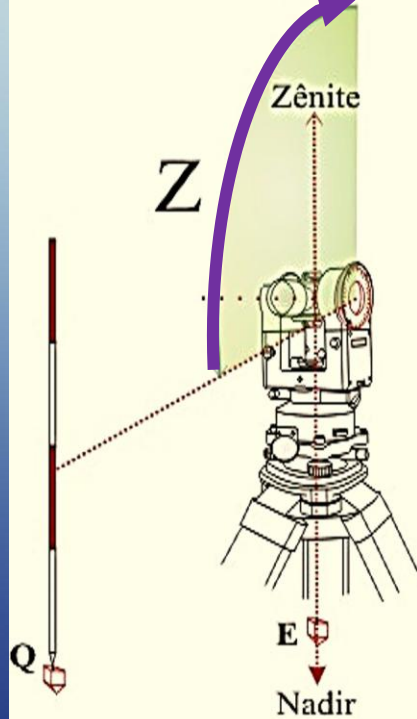
Embora existam unidades como grado e radiano, o grau — uma unidade sexagesimal — é o mais usado no Brasil. Para atender às necessidades da planimetria e da altimetria, medem-se ângulos nos planos horizontal e vertical, originando, respectivamente, os ângulos horizontais e verticais.



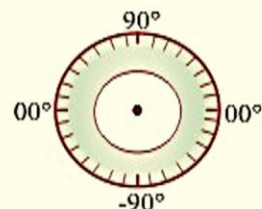
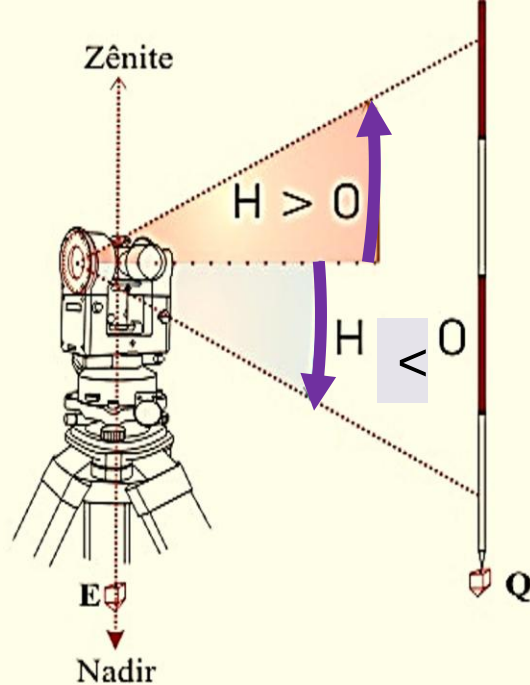
D=DEG=Degree=Grau
=1/360 circunferência



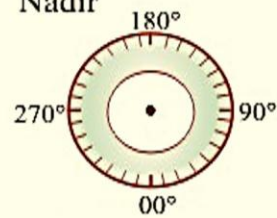
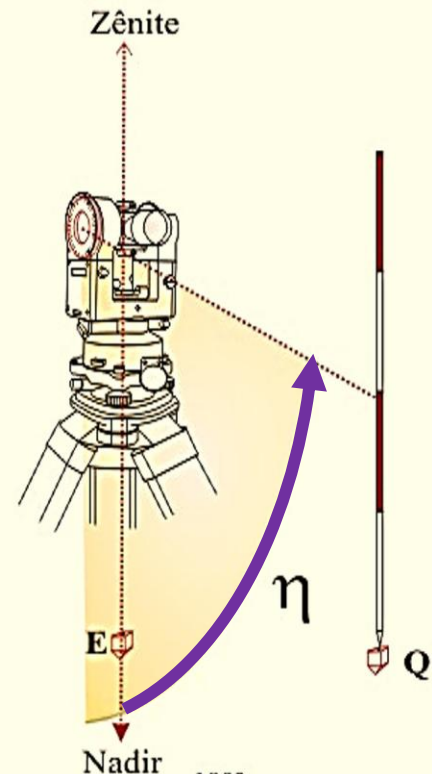
ÂNGULOS VERTICAIS



Zenital



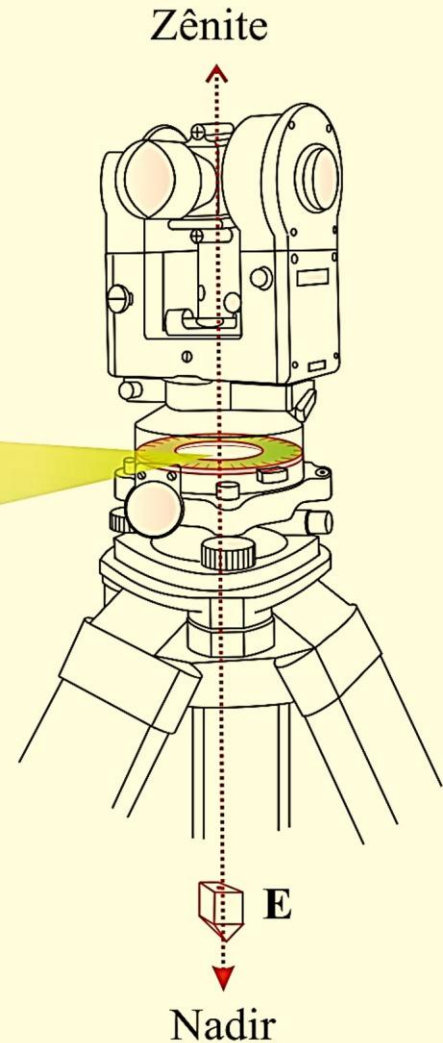
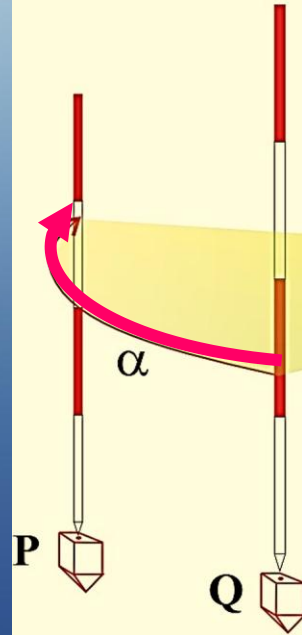
de altura



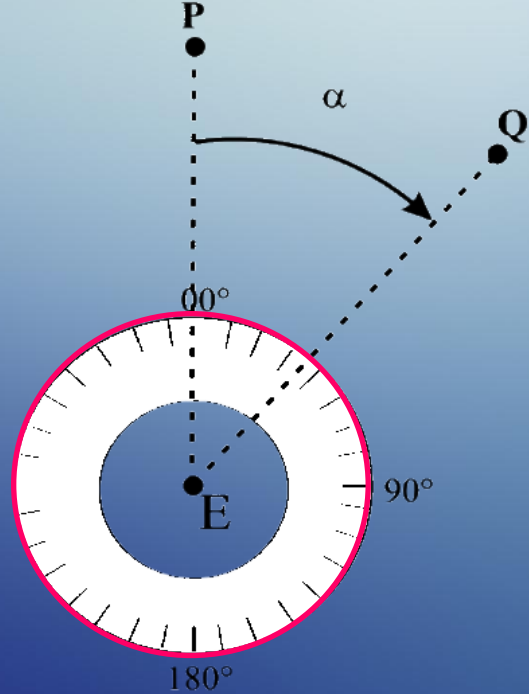
Nadiral

ÂNGULOS HORIZONTAIS

Dois alinhamentos definem planos verticais; o diedro entre eles é o ângulo horizontal. Por convenção, o sentido horário é positivo. Há vários métodos de medição, cada um com aplicações e níveis de precisão distintos.



Métodos de Medição de AH

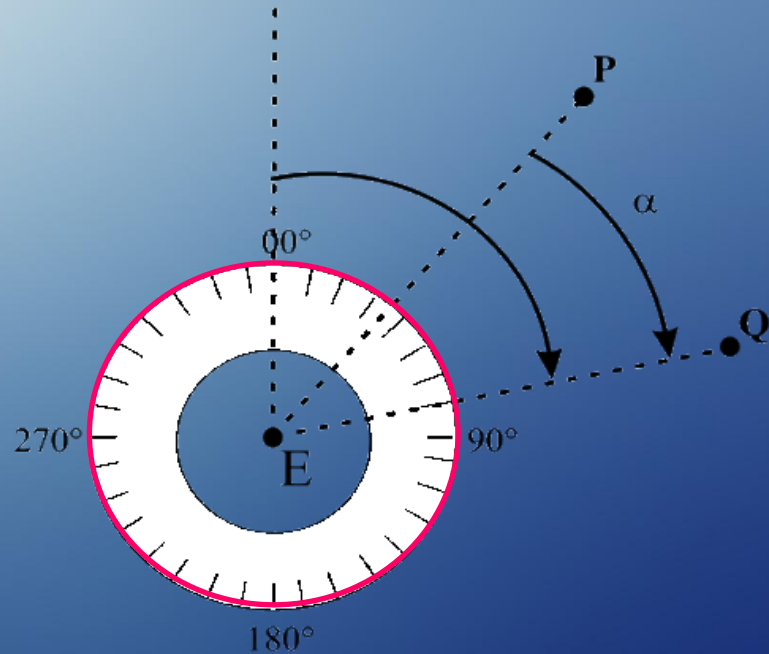


Com acerto do zero em P(zerando):

$$L_P = 00^\circ 00' 00''$$

$$L_Q = 35^\circ 20' 10''$$

$$\alpha = L_Q - L_P = 35^\circ 20' 10''$$



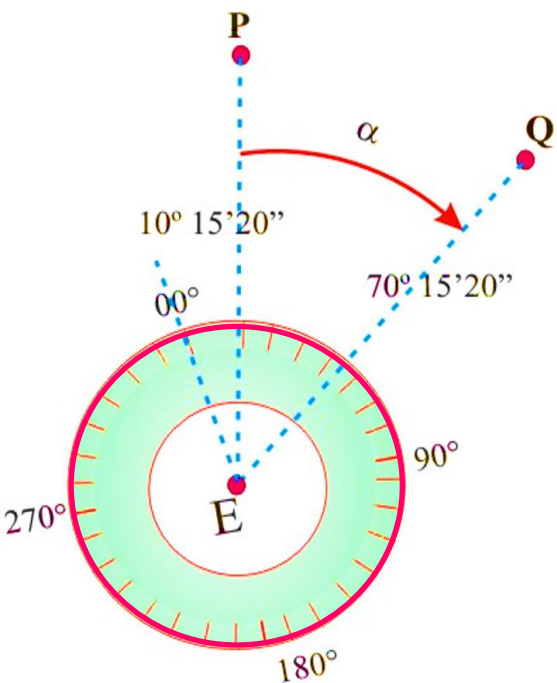
Em qualquer parte do limbo (sem zerar):

$$L_P = 40^\circ 10' 00''$$

$$L_Q = 75^\circ 30' 10''$$

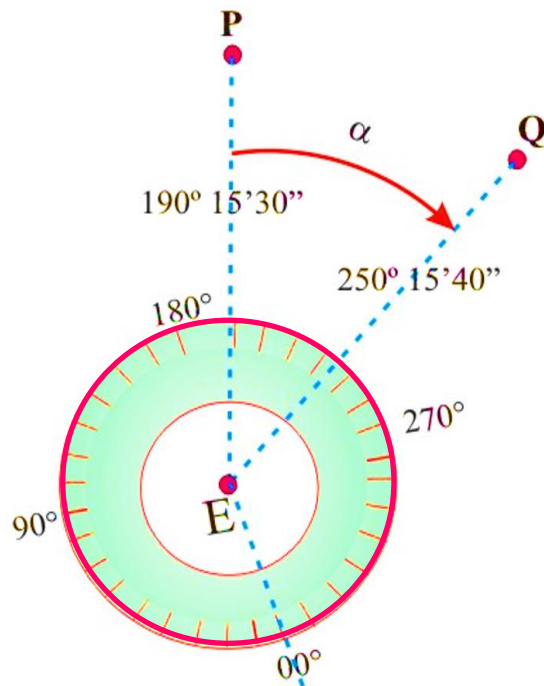
$$\alpha = L_Q - L_P = 35^\circ 20' 10''$$

Método de Medidas Compensadas ou de Bessel



Posição Direta

$$\alpha = L_Q^D - L_P^D$$



Posição Inversa

$$\alpha = L_Q^I - L_P^I$$

$L_P = 10^\circ 15' 20''$	$L_Q = 70^\circ 15' 20''$
$L_P = 190^\circ 15' 30''$	$L_Q = 250^\circ 15' 40''$
$200^\circ 30' 50''$	$320^\circ 31' 00''$

$$\alpha = \frac{320^\circ 31' 00'' - 200^\circ 30' 50''}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ 00' 05''$$

Orientação



Rumo e Azimute

Ao se falar de posicionamento geográfico, o primeiro conceito que surge é o de “NORTE”:

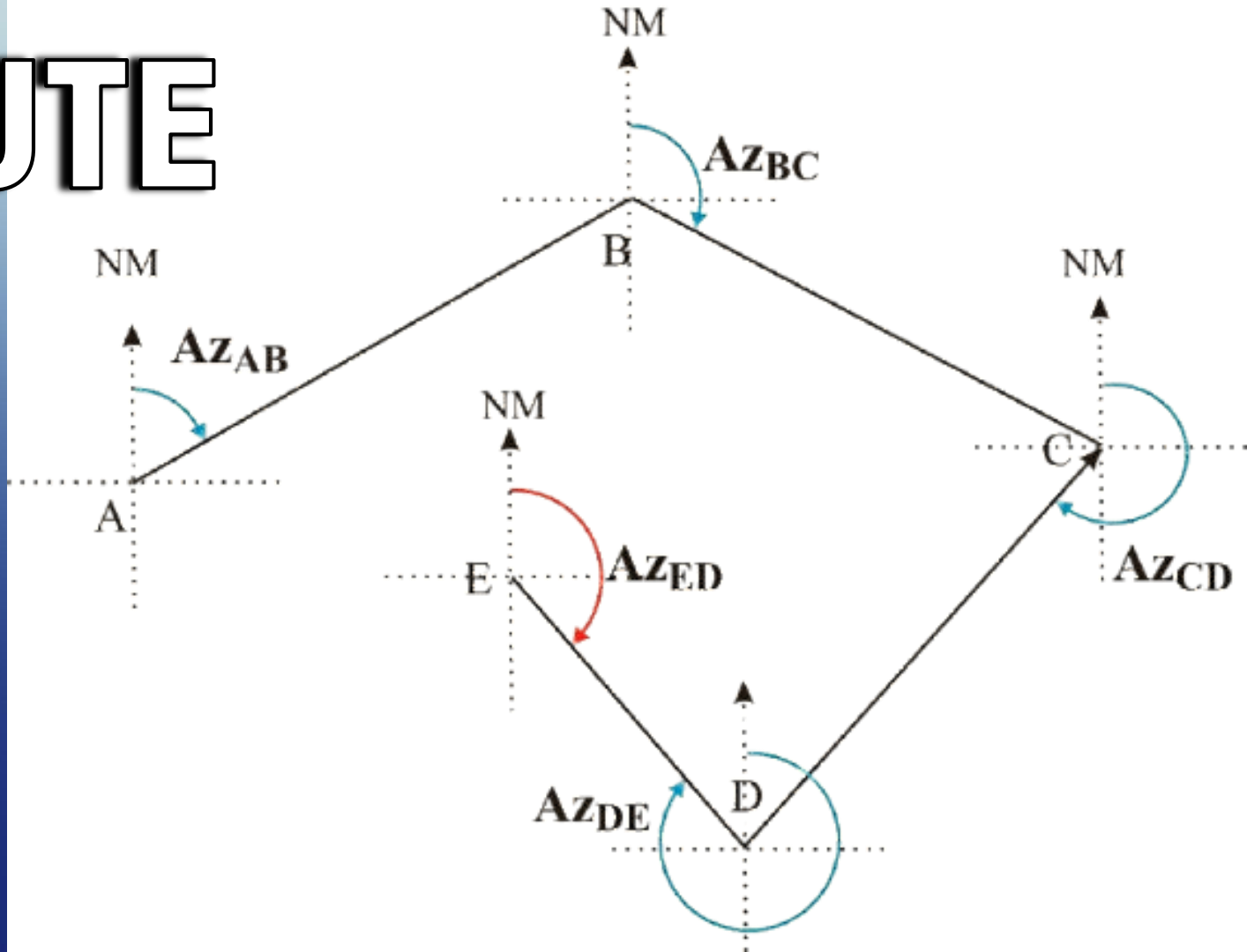
- Norte Magnético;
- Norte Geográfico ou Verdadeiro;
- Norte da Quadrícula;



AZIMUTE

É o ângulo horizontal entre um alinhamento e o norte, medido no sentido horário de 0° a 360° .

Referenciado ao norte magnético, é o azimuth magnético; ao norte geográfico, é o azimuth verdadeiro (ou geográfico).



Azimute e Contra- Azimute

$$Az < 180^\circ$$



$$Az + 180^\circ$$

$$Az > 180^\circ$$

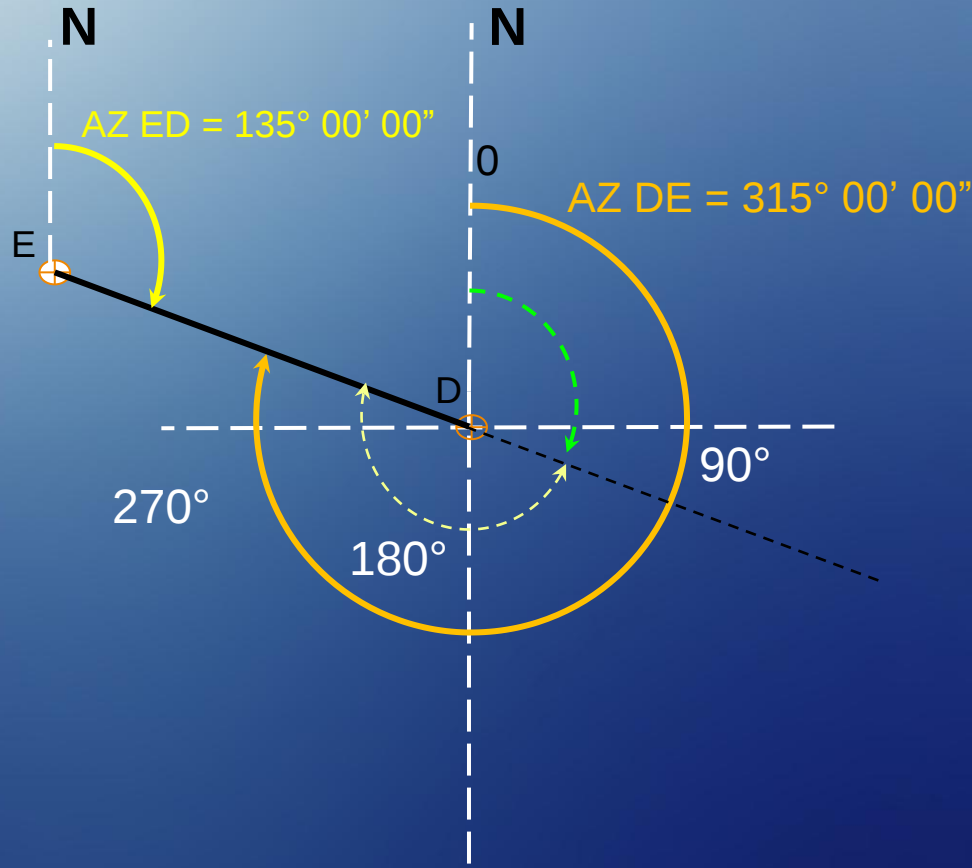


$$Az - 180^\circ$$

$$Az_{DE} \neq Az_{ED}$$

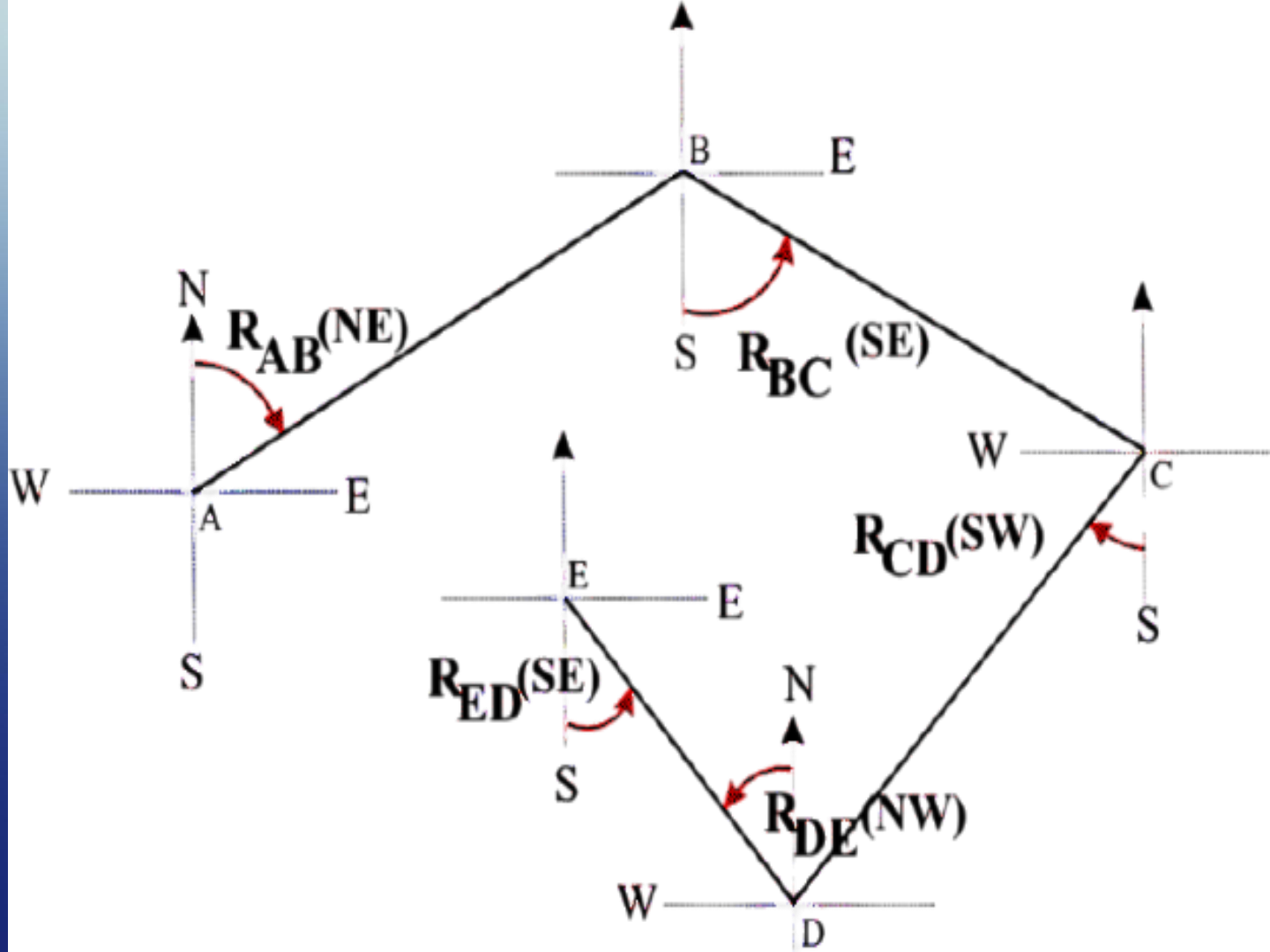
$$Az_{DE} = 315^\circ 00' 00''$$

$$Az_{ED} = Az_{DE} - 180^\circ \Rightarrow Az_{ED} = 135^\circ 00' 00''$$



RUMO

O RUMO de um alinhamento é o ângulo horizontal formado entre as direções Norte ou Sul e a direção do alinhamento, no sentido horário ou anti-horário, variando de 0° a 90° que SEMPRE necessita da indicação do quadrante no qual se situa o alinhamento.



RUMO

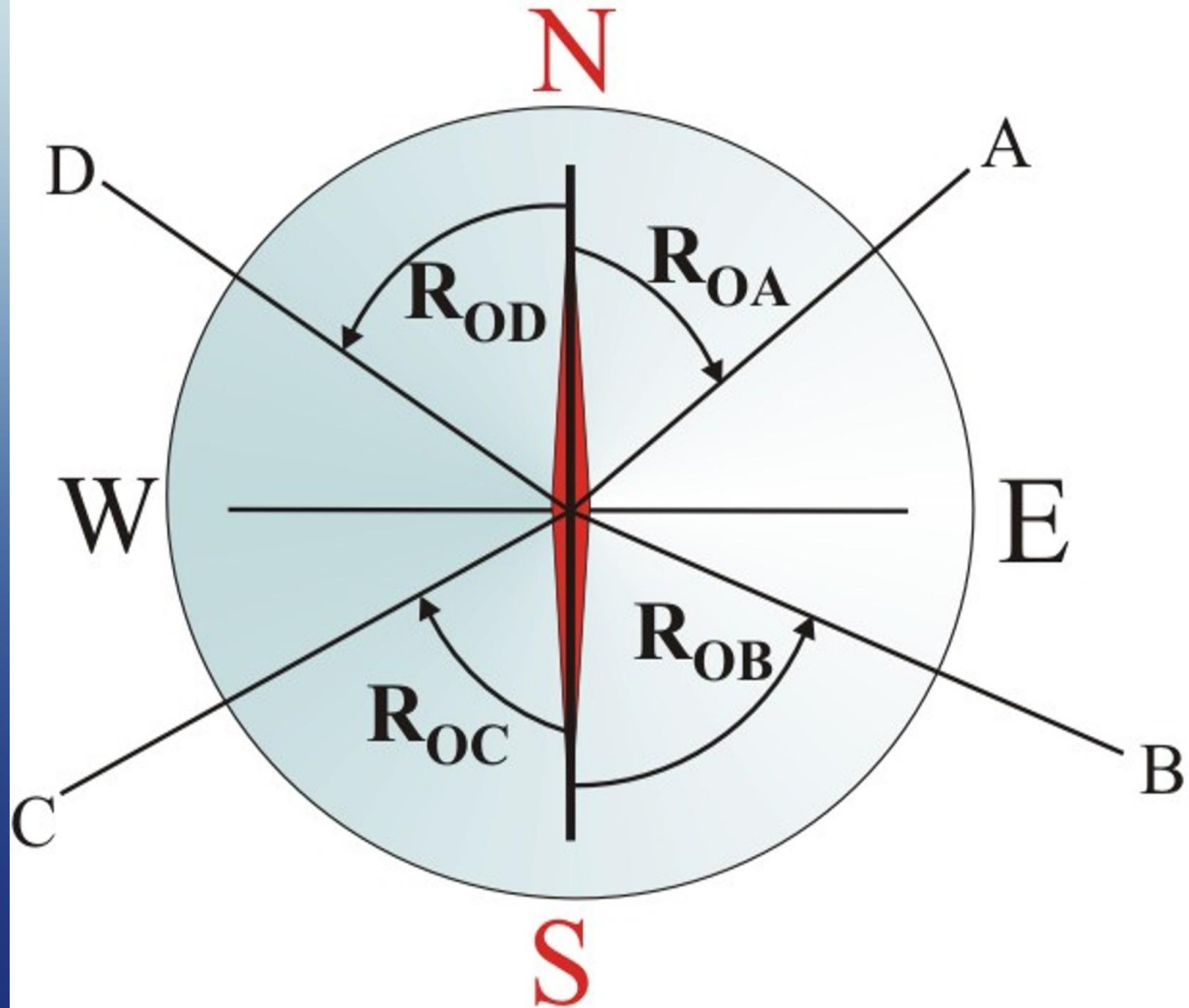
Exemplos:

$$R_{OA} = 75^{\circ}30'40'' NE$$

$$R_{OB} = 70^{\circ}20'20'' SE$$

$$R_{OC} = 36^{\circ}40'00'' SW$$

$$R_{OD} = 45^{\circ}00'10'' NW$$

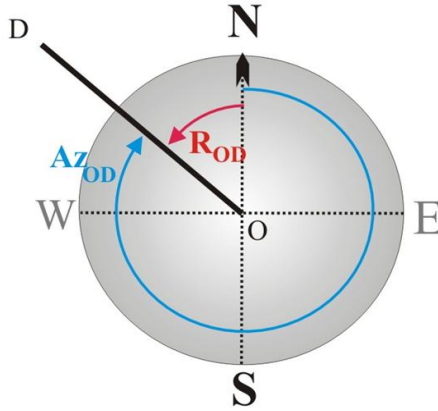


RUMO

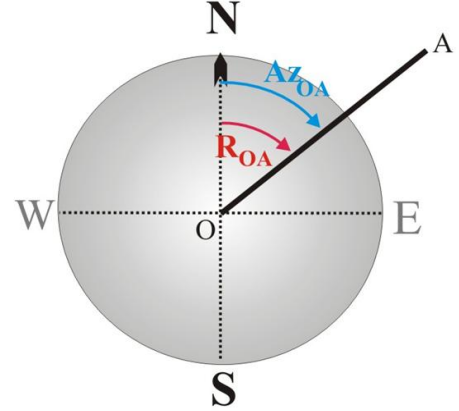
versus

AZIMUTE

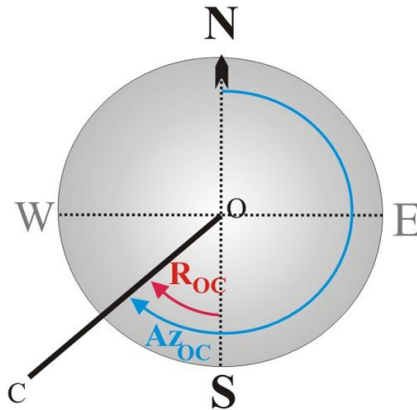
IV Quadrante $R_{OC} = 360^\circ - Az_{OD}$



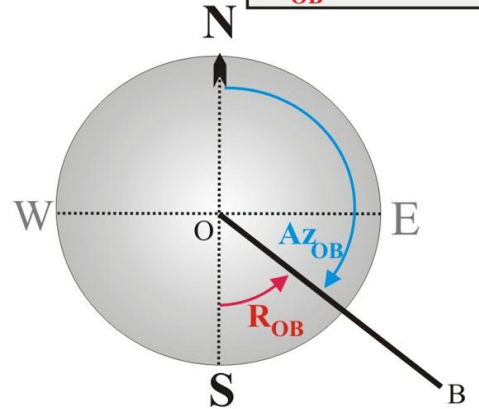
I Quadrante $R_{OA} = Az_{OA}$



III Quadrante $R_{OC} = Az_{OC} - 180^\circ$



II Quadrante $R_{OB} = 180^\circ - Az_{OB}$



Plantas Topográficas antigas, o que fazer?



Mapa Babilônico do Mundo
criado no século 6 a.C.

Planta Topográfica de Fortaleza-
Subúrbios- 1875



Carta magnética do Brasil



Observatório Nacional

Equador Magnético em 1957 e 2000



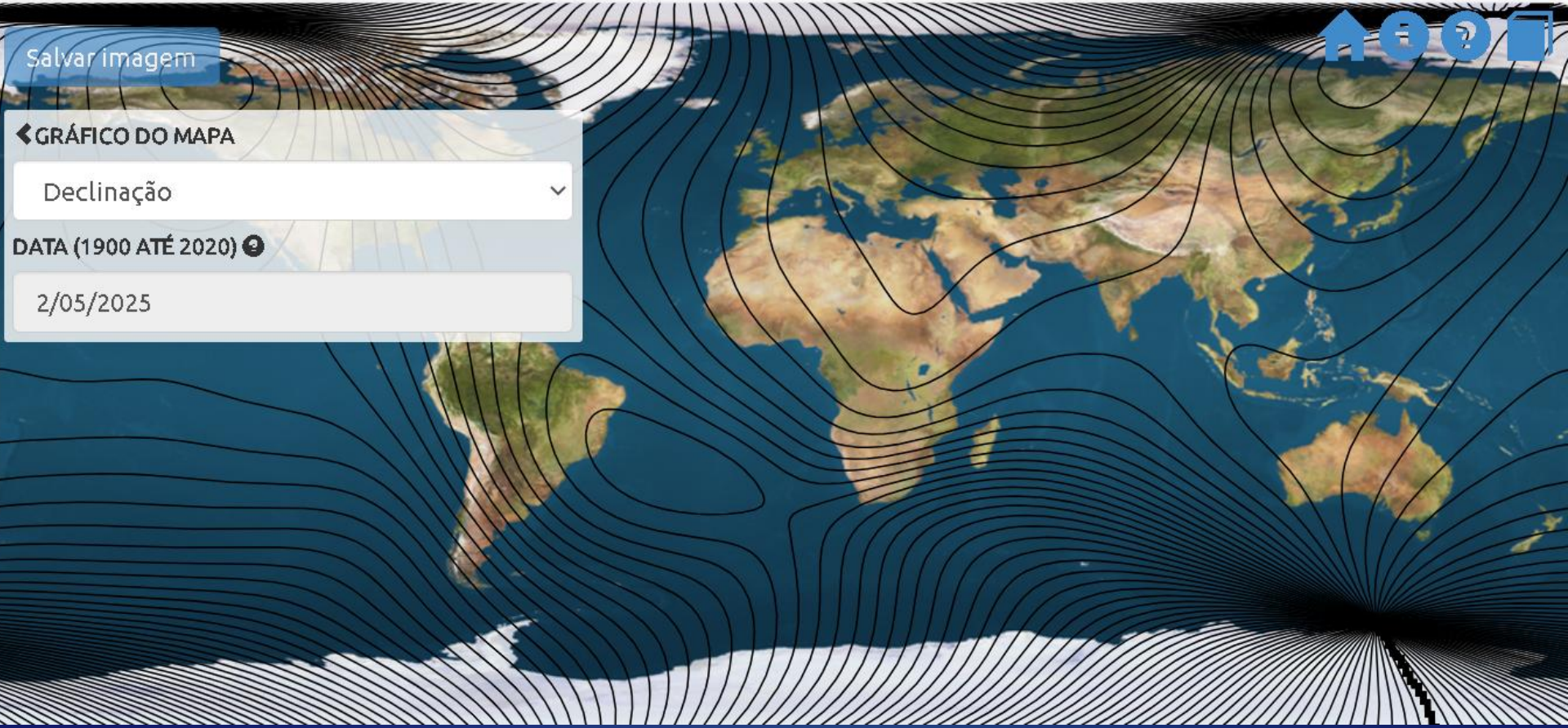
Salvar imagem

◀ GRÁFICO DO MAPA

Declinação ▾

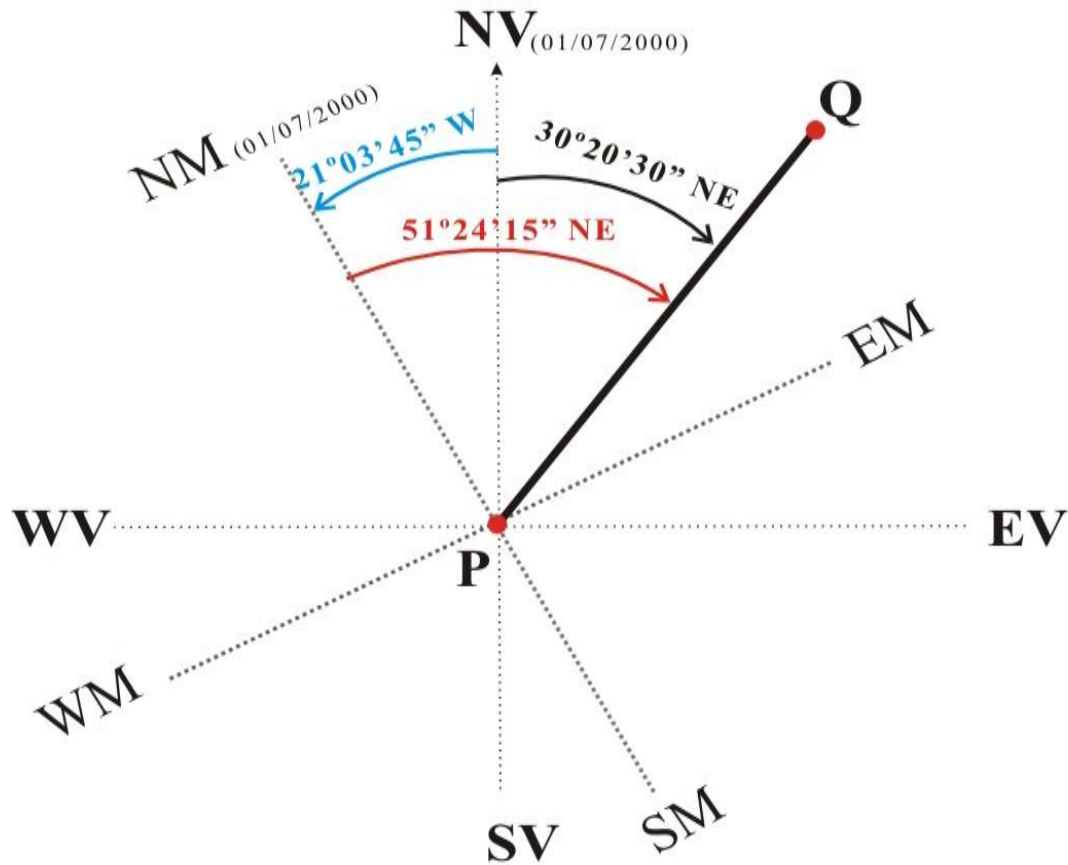
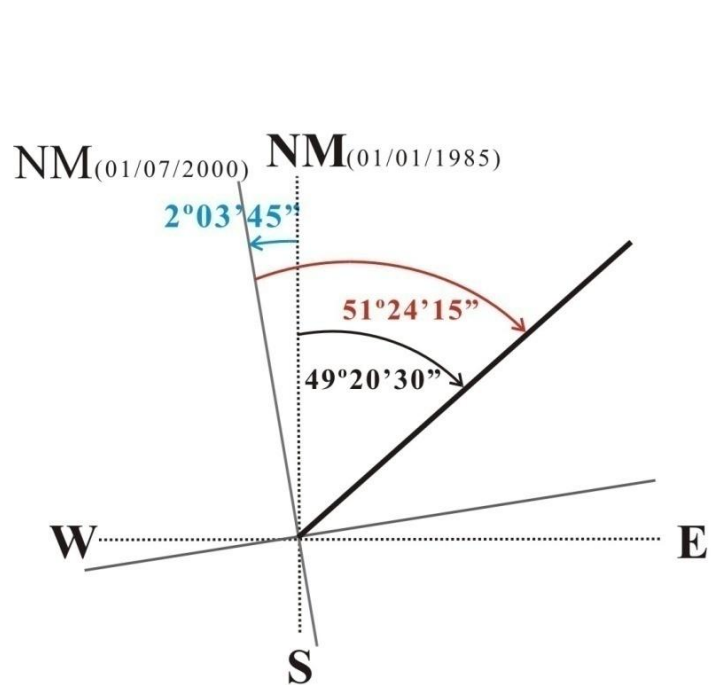
DATA (1900 ATÉ 2020) ⓘ

2/05/2025

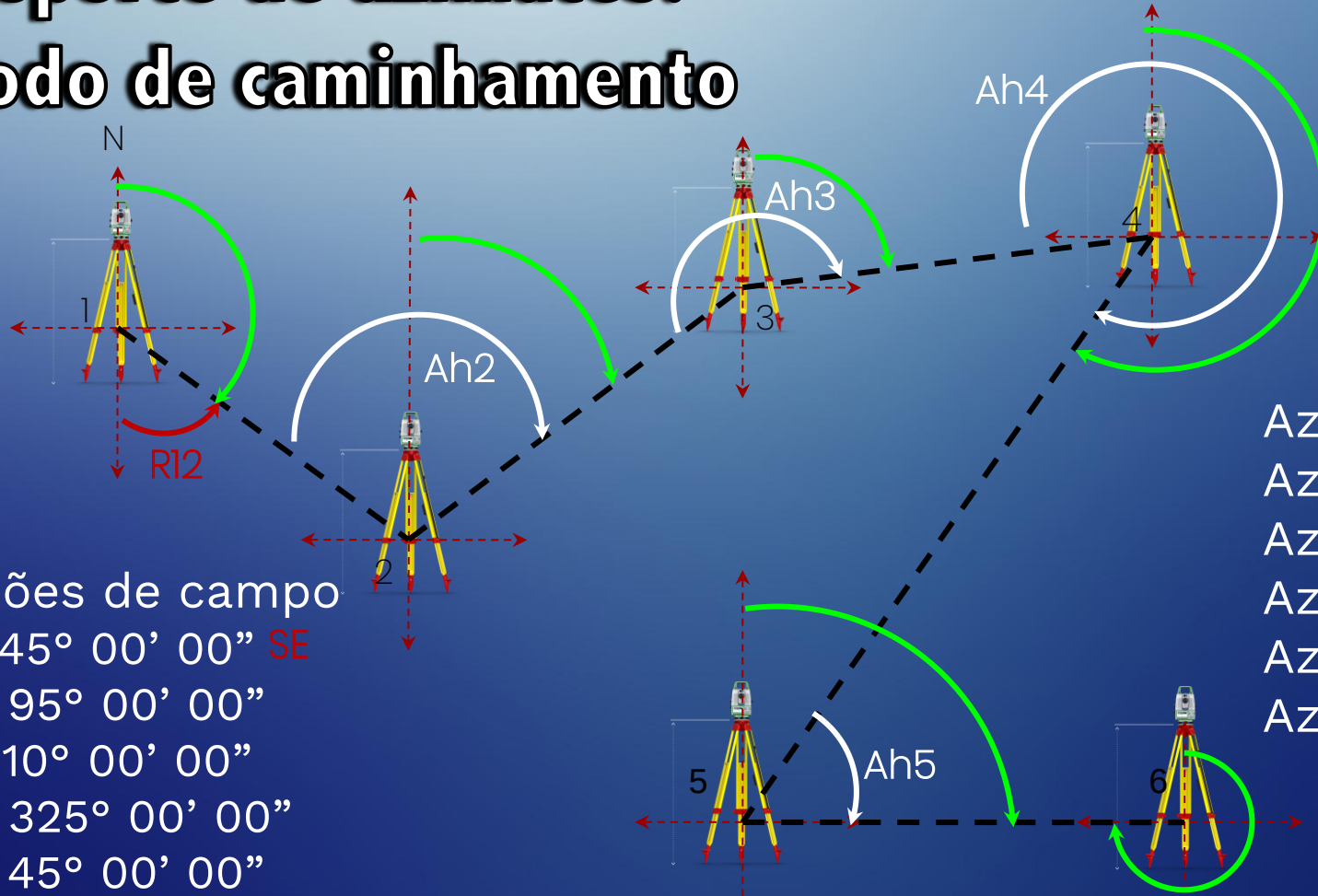


AVIVENTAÇÃO DE RUMOS

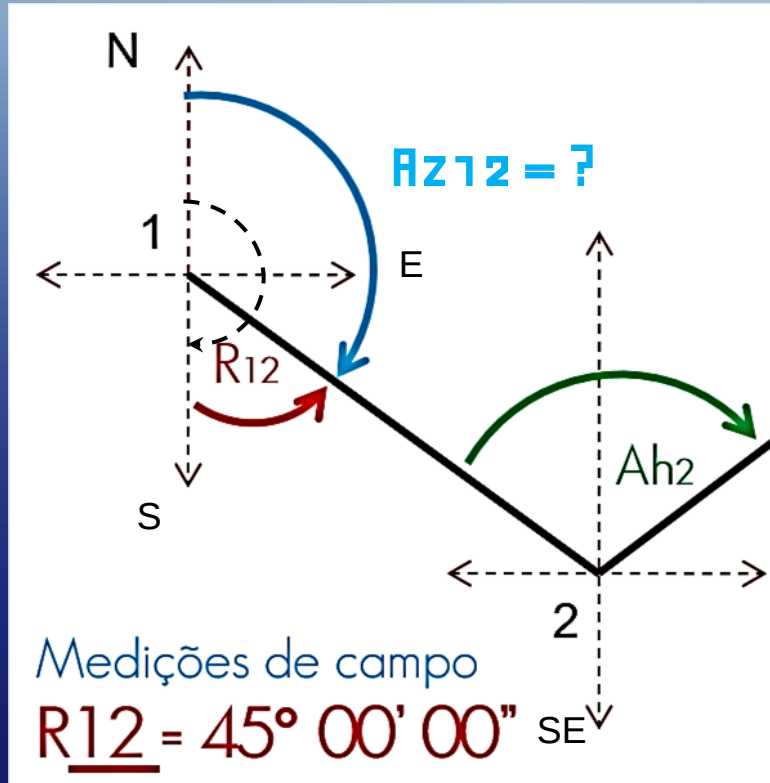
CONVERSÃO DE RUMOS MAGNÉTICOS PARA VERDADEIROS



Transporte de azimutes: método de caminhamento



O que eu tenho e o que eu quero?

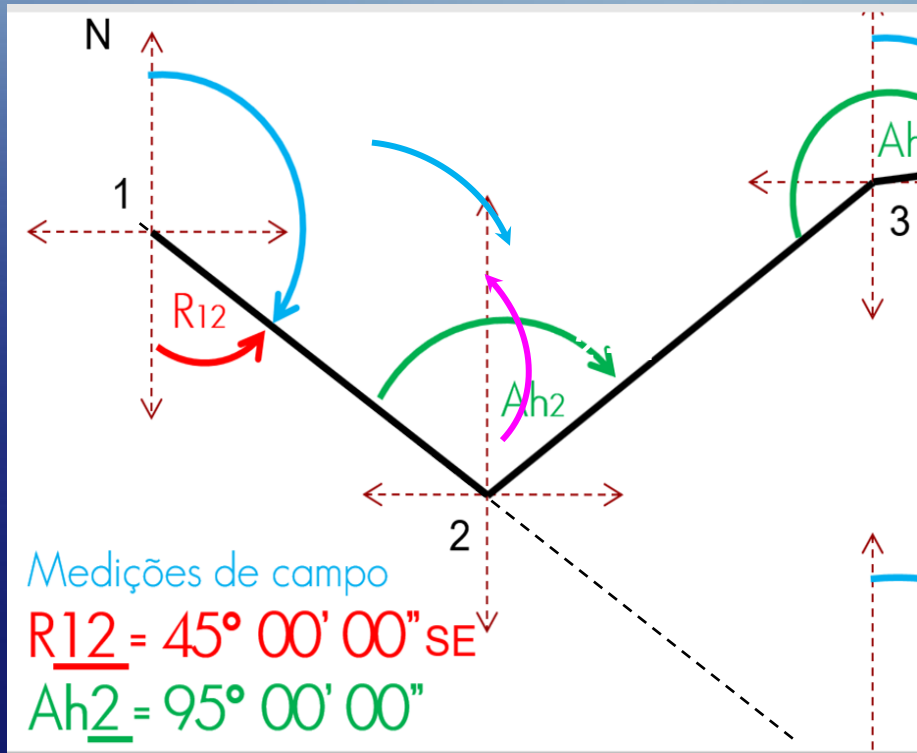


$$Az_{12} = 180^{\circ} - R_{12}$$

$$Az_{12} = 180^{\circ} - 45^{\circ}$$

$$Az_{12} = 135^{\circ} 00' 00''$$

O que eu tenho e o que eu quero?



$$Az_{12} = 135^{\circ} 00' 00''$$

$$\Delta_2 = 180^{\circ} - Ah_2$$

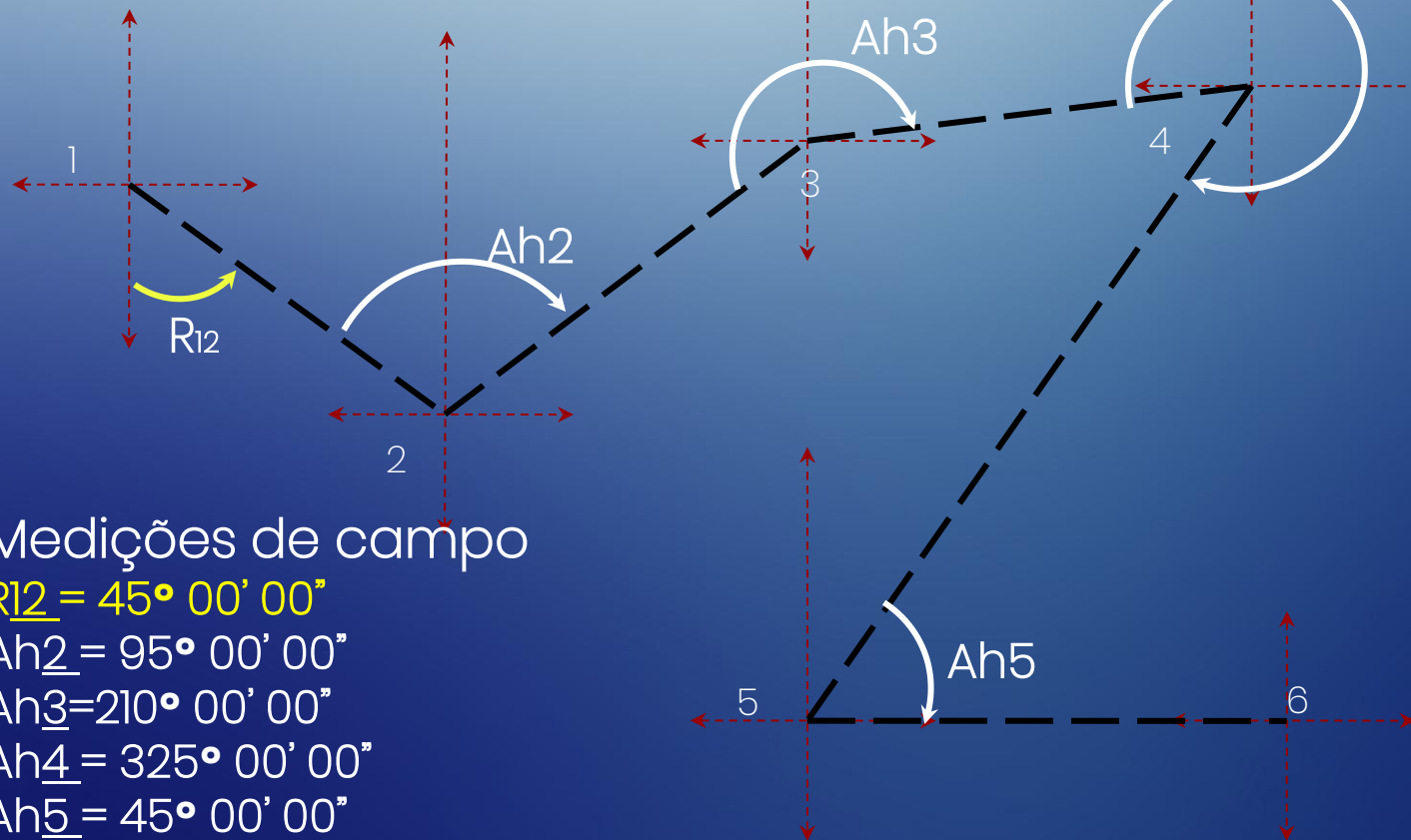
$$\Delta_2 = 180^{\circ} - 95^{\circ} = 85^{\circ} 00' 00''$$

$$Az_{23} = Az_{12} - \Delta_2$$

$$Az_{23} = 135^{\circ} - 85^{\circ}$$

$$Az_{23} = 50^{\circ} 00' 00''$$

ATIVIDADE 3



Medições de campo

$$R_{12} = 45^{\circ} 00' 00''$$

$$Ah_2 = 95^{\circ} 00' 00''$$

$$Ah_3 = 210^{\circ} 00' 00''$$

$$Ah_4 = 325^{\circ} 00' 00''$$

$$Ah_5 = 45^{\circ} 00' 00''$$

Engenheiro (a, e) adote o mesmo procedimento geométrico apresentado em sala de aula para determinar os azimutes 34, 45, 56, 65 e os rumos 23, 34, 45, 56, 65.



Tema 4: Porque o Brasil é tão desigual?

- Como a história do Brasil ajudou a criar tanta desigualdade?
- Quem ganha e quem perde com a desigualdade no Brasil de hoje?
- O que o governo, os ricos e a sociedade fazem (ou deixam de fazer) para mudar isso?



TOPOGRAFIA

Ângulos

Augusto Uchôa

LABORATÓRIO DE GEOMÁTICA APLICADA
DET/CT/UFC

