



TOPOGRAFIA

MEDIDAS E REFERÊNCIAS: FORMA DA TERRA

Prof. Dr. Daniel Caetano

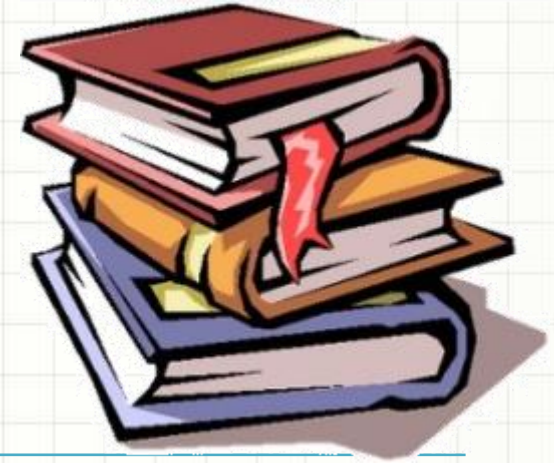
2014 - 1

Objetivos

- Conhecer as formas de representar a Terra
- Conhecer os erros envolvidos
- Conhecer algumas das referências usadas na topografia
- Conhecer áreas afins da topografia



Material de Estudo



Material

Acesso ao Material

Apresentação

<http://www.caetano.eng.br/>
(Topografia – Aula 2)

Material Didático

Topografia – Parte 1 – Págs 1-5, 15-18, 48-52
Topografia – Parte 2 – Págs 87-88, 136-137

Biblioteca

Topografia v.1 (Borges)



DISCUSSÃO DA ATIVIDADE



**CONHECENDO
MELHOR A TERRA**

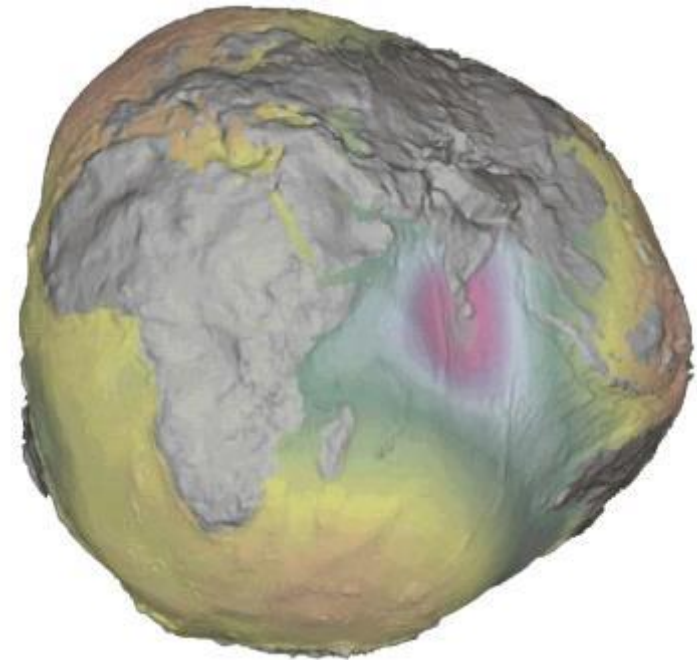
Forma e Dimensões da Terra

- Forma: não há modelo geométrico perfeito
- Dependendo da necessidade:
 - Geoide
 - Elipsoide (Elíptica)
 - Esferoide (Esférica)
 - Plana

Forma e Dimensões da Terra

- **Geoide** [\(vídeo\)](#)

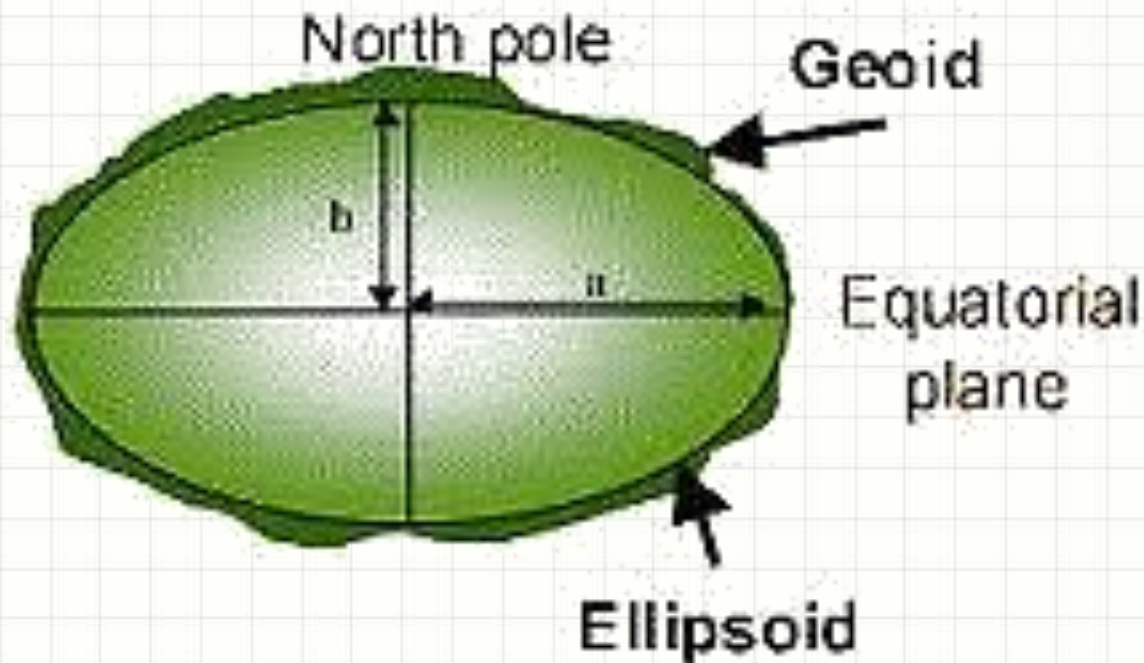
- Superfície formada através de uma prolongação do nível médio dos mares para o interior dos continentes
- A superfície é irregular devido a variações de gravidade, conforme é estudado em geologia
- Não é prática, por não ser matematicamente tratável



Forma e Dimensões da Terra

- **Elipsoide**

- Superfície obtida girando uma elipse em torno do eixo dos polos



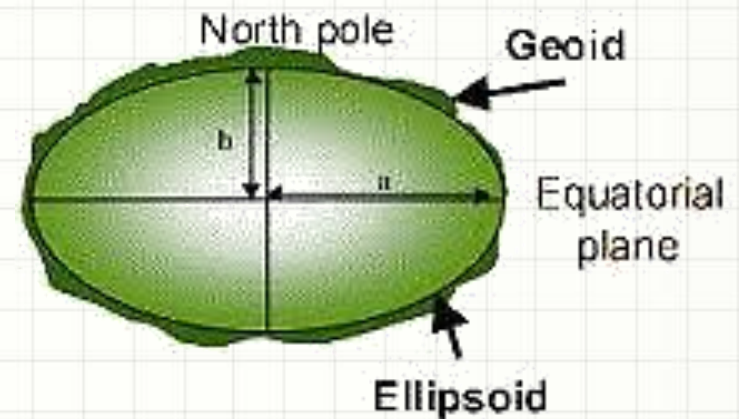
Forma e Dimensões da Terra

- **Elipsoide**

- Superfície obtida girando uma elipse em torno do eixo dos polos

- $\alpha = (a - b) / a$

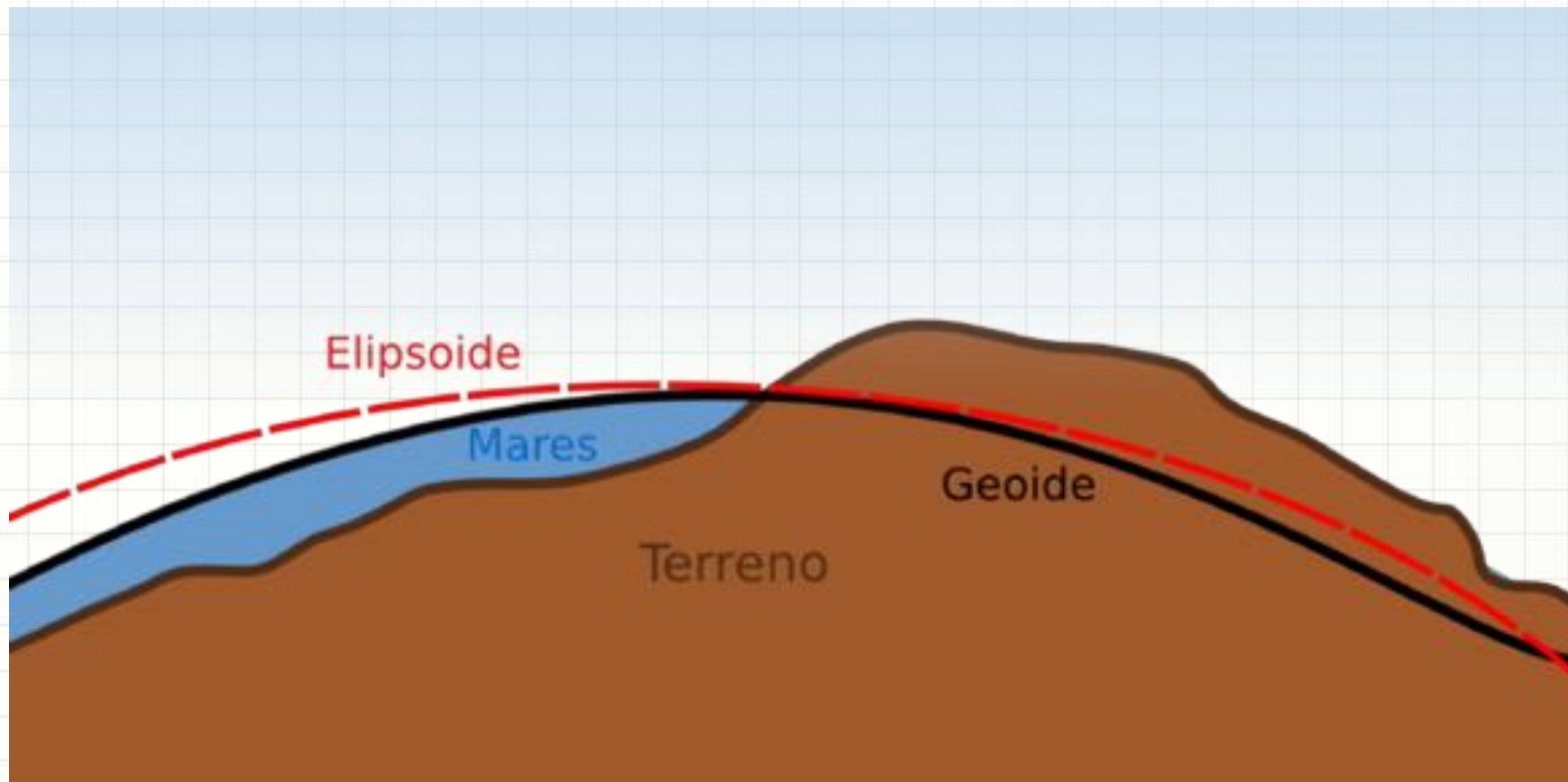
- α - achatamento
 - a – semi-eixo maior
 - b – semi-eixo menor



Denominação Usual	a (m)	α
Córrego Alegre (Int'l 1909)	6.378.388	1/297
SAD-69 (oficial – Australian 69)	6.378.160	1/298,25
SIRGAS -2000 (GRS-80)	6.378.137	1/298,26
WGS-84 (GPS)	6.378.137	1/298,27

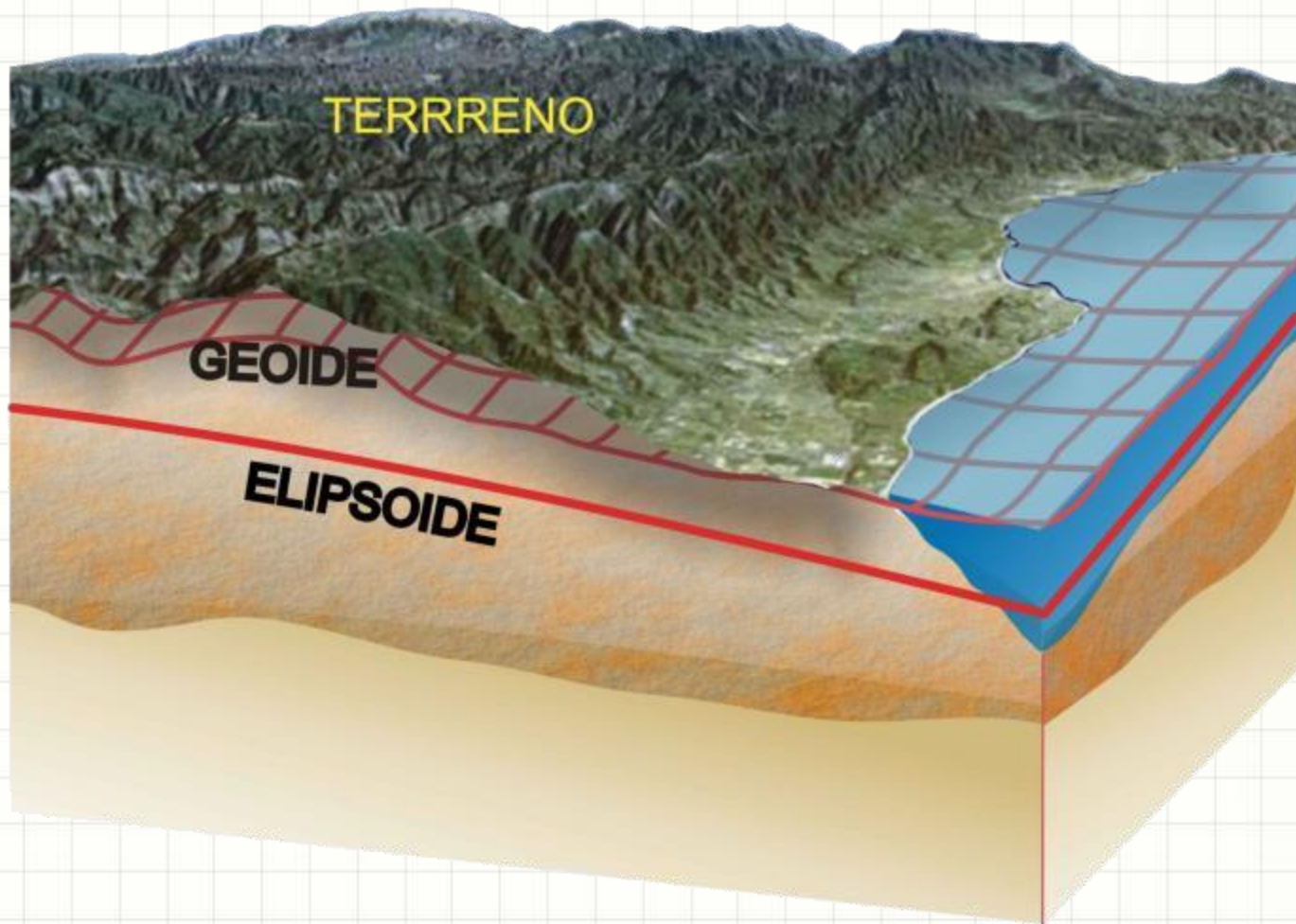
Forma e Dimensões da Terra

- **Elipsoide x Geoide x Terreno**



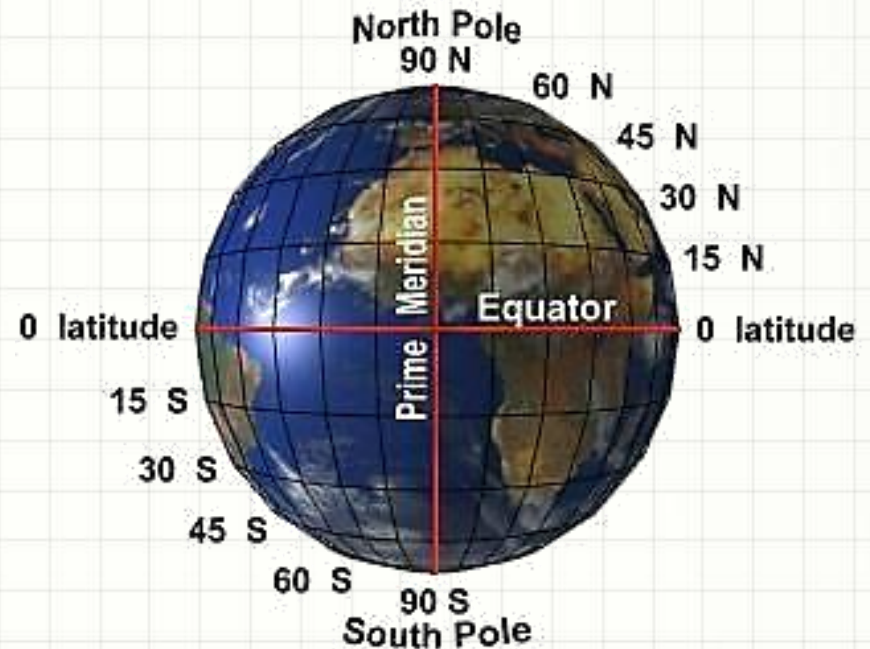
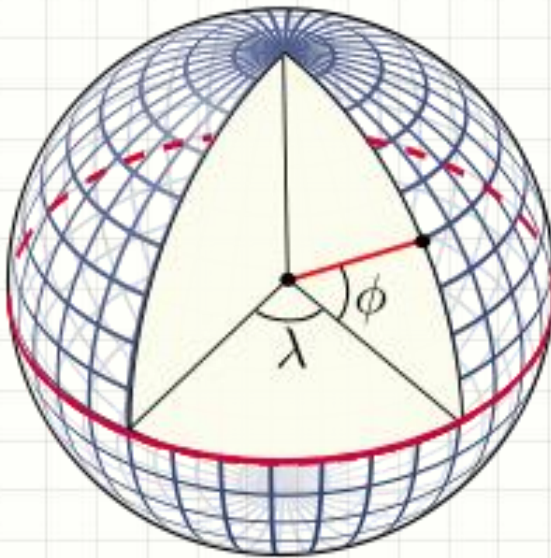
Forma e Dimensões da Terra

- **Elipsoide x Geoide x Terreno**



Forma e Dimensões da Terra

- **Esférica (raio 6.371.000m)**
 - Muitas aplicações: latitude e longitude
 - Latitude (ϕ): a partir do equador
 - Longitude (λ): a partir do meridiano de Greenwich



Forma e Dimensões da Terra

- **Plana**

- Simplifica cálculos
- Será adotada sempre que possível
- Topografia: limite de 25 a 30km
 - Erro aceitável por conta da curvatura



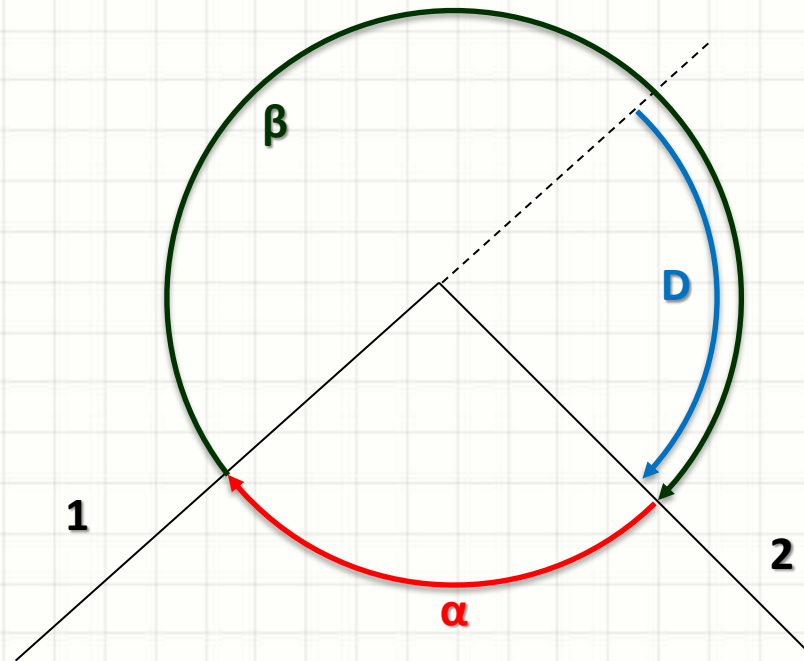


MEDIDAS TOPOGRÁFICAS

Medidas Topográficas Básicas

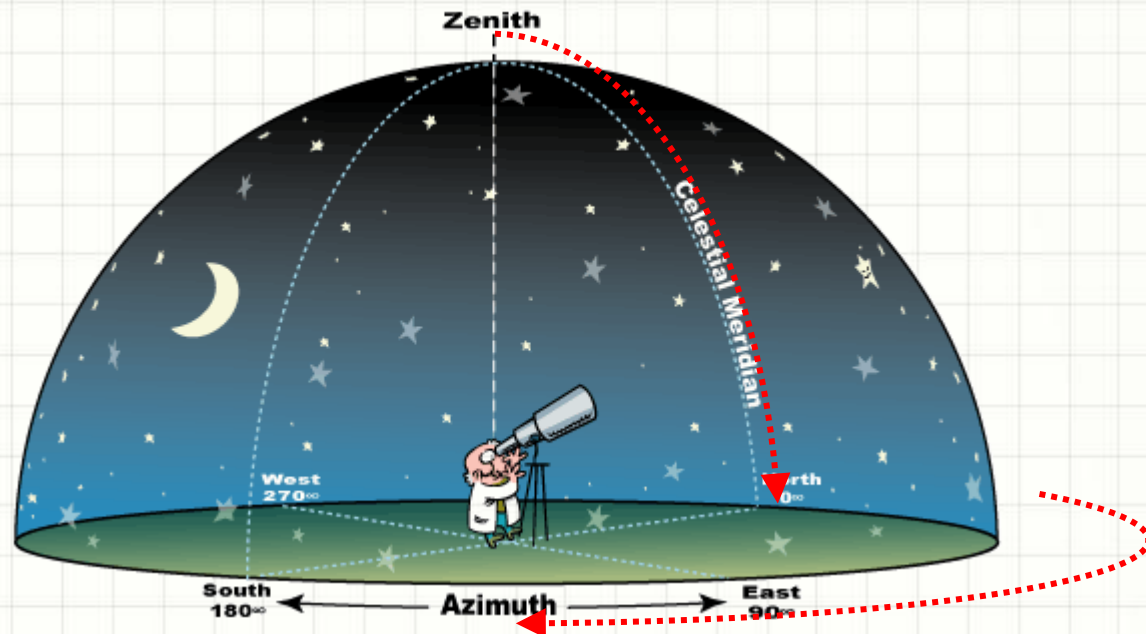
- Plano topográfico
 - Distâncias x Ângulos

α – ângulo horário interno
 β – ângulo horário externo
D – ângulo de deflexão



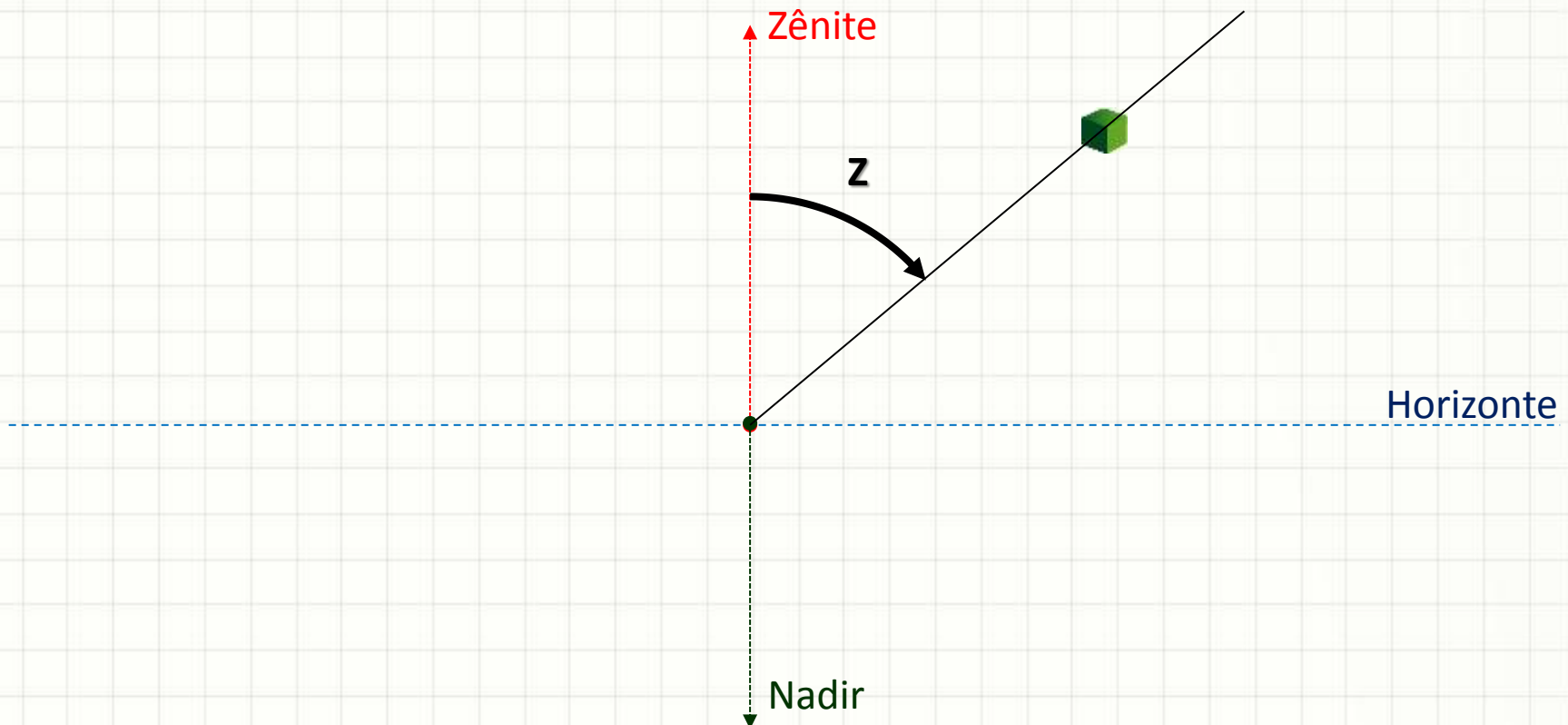
Medidas Topográficas Básicas

- Plano topográfico
 - Distâncias x Ângulos
 - Ângulos Zenitais (Verticais – Zênite / Para baixo)
 - Ângulos Azimutais (Horizontais – Norte / Horário)



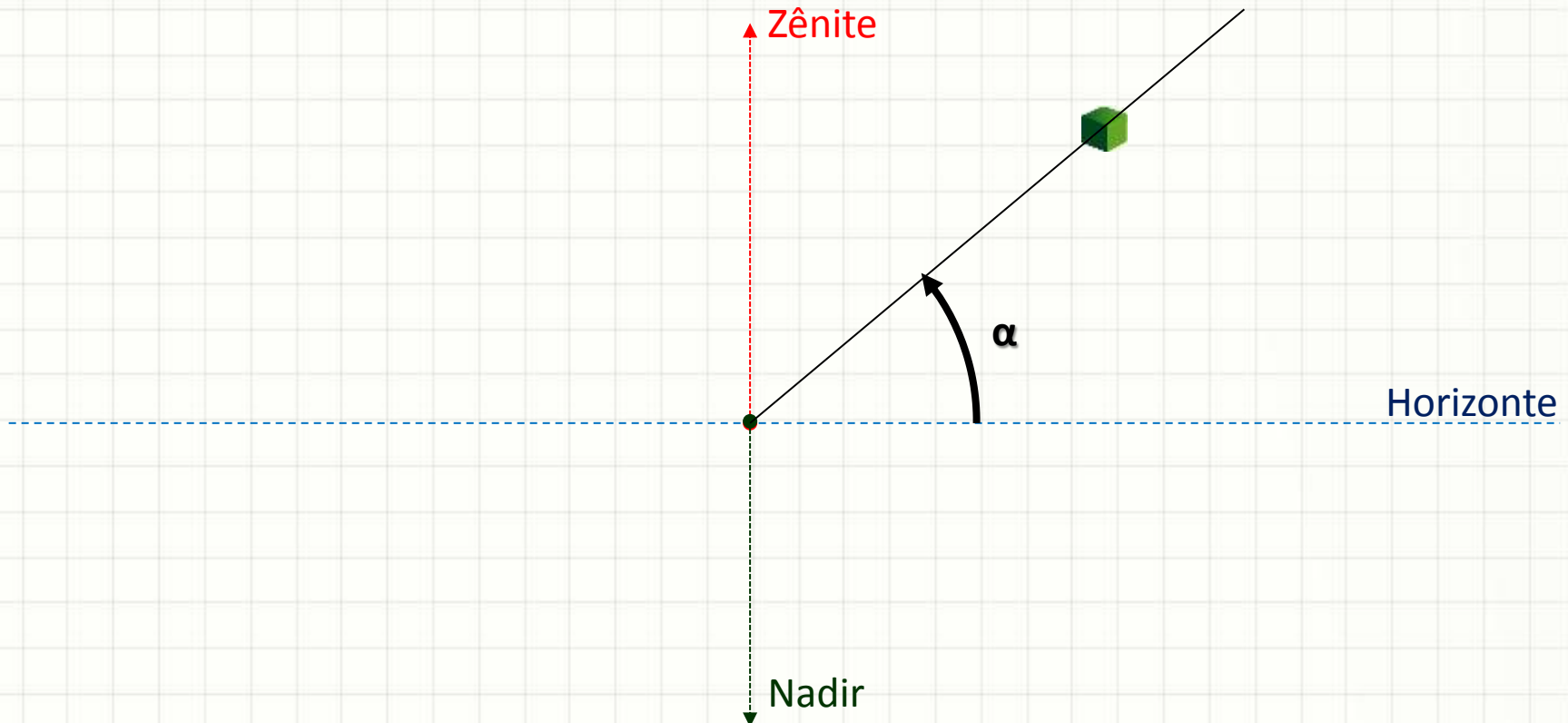
Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos **Verticais**
 - Zenitais



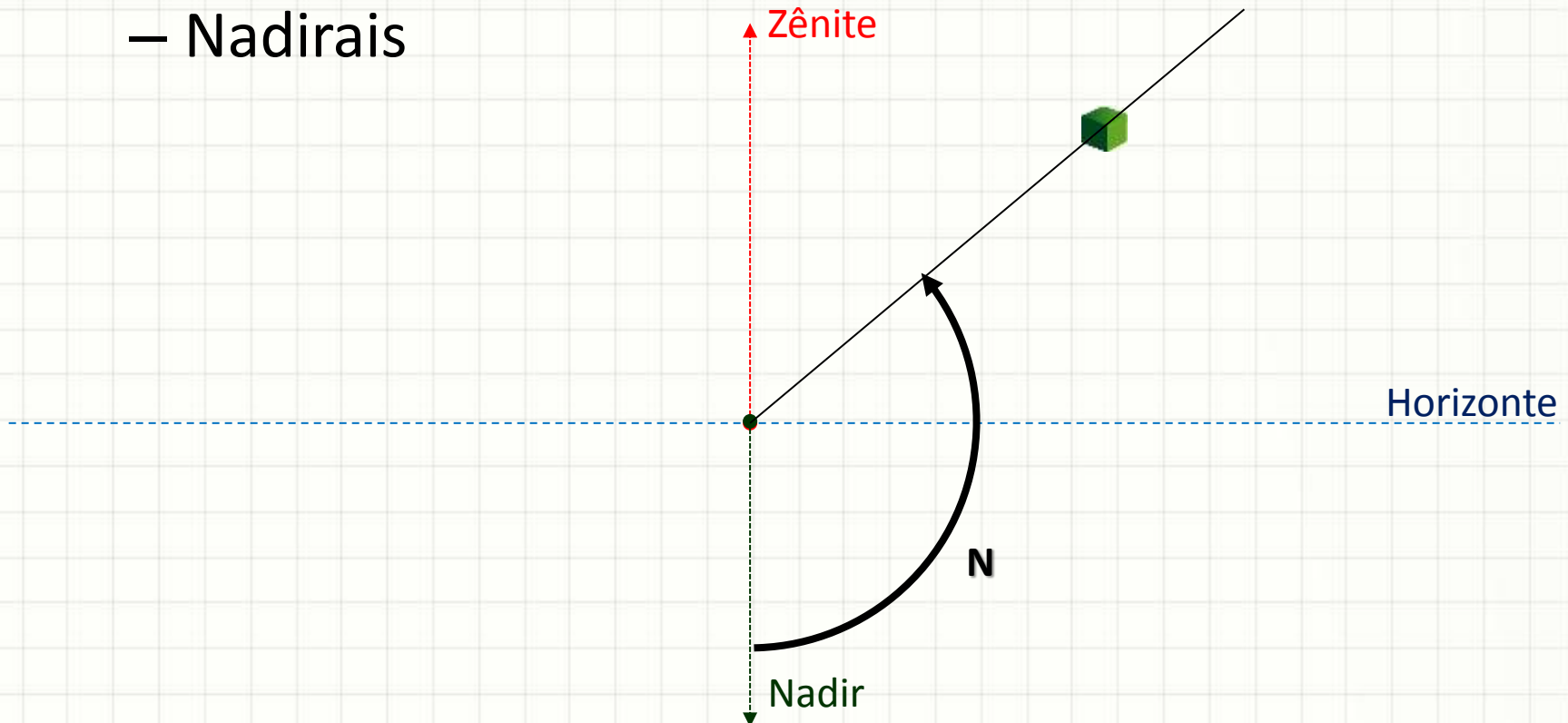
Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos **Verticais**
 - Zenitais
 - Normais



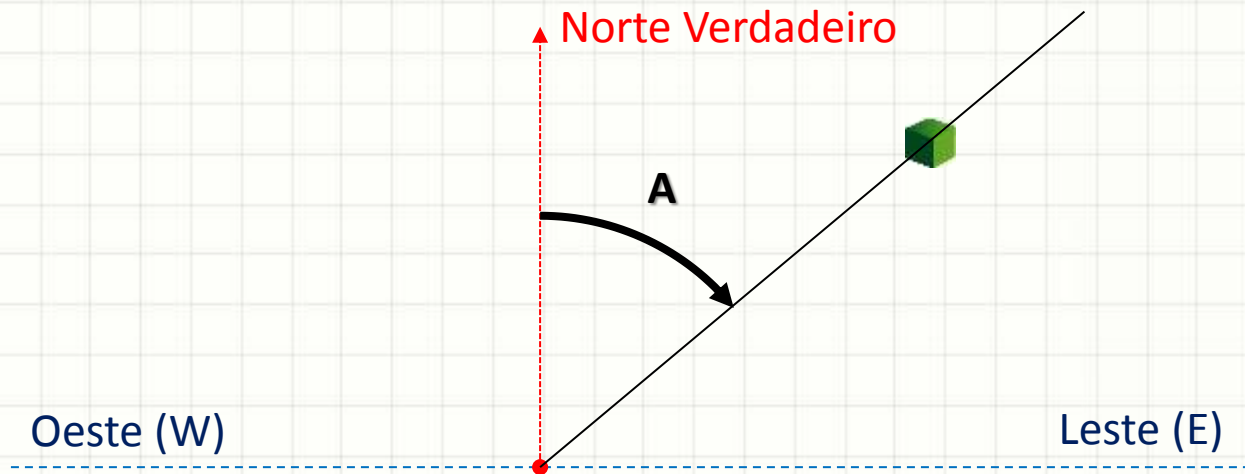
Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos **Verticais**
 - Zenitais
 - Normais
 - Nadirais



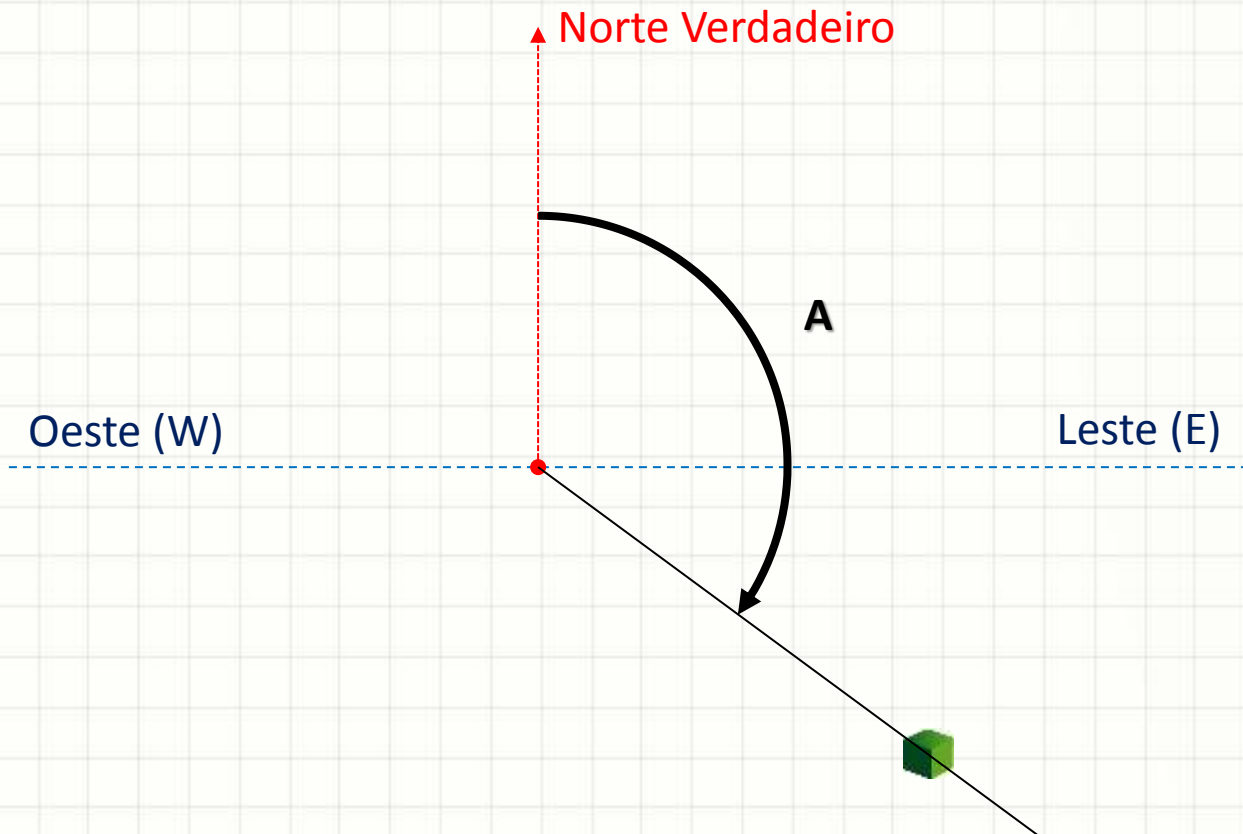
Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos Horizontais
 - Azimutes



Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos Horizontais
 - Azimutes

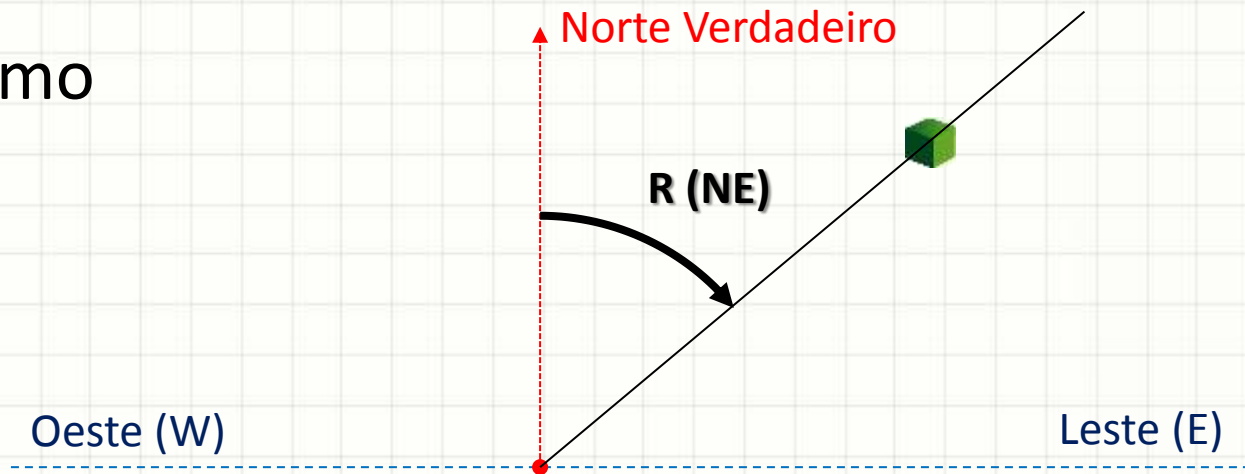


Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos Horizontais

- Azimutes

- Rumos

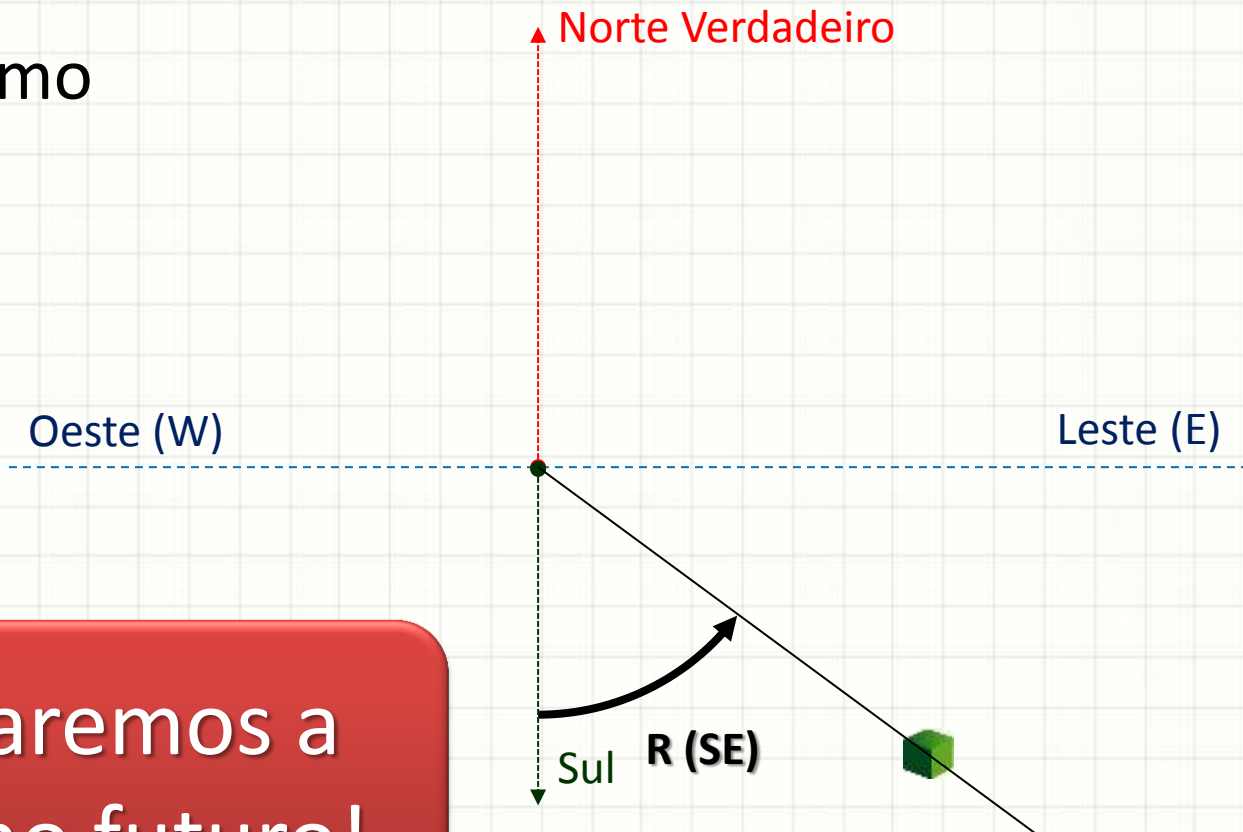


Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos Horizontais

- Azimutes

- Rumos



Voltaremos a
isso no futuro!



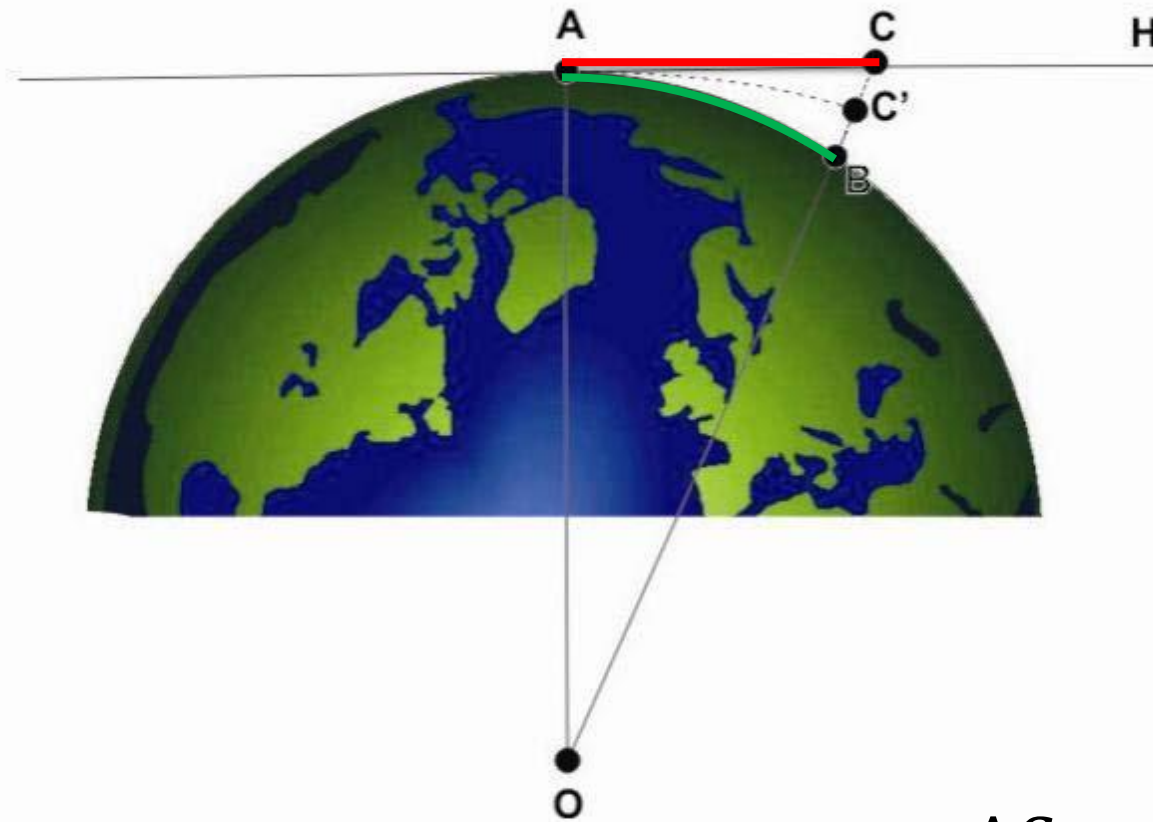
MEDIDAS TOPOGRÁFICAS: TIPOS E ORIGENS DOS ERROS

Medidas Topográficas Básicas

- Erros: sempre existem nas medidas
- **Erros Grosseiros**
 - Atenção; repetir e eliminar absurdos
- **Erros Acidentais**
 - Repetir e tirar média
- **Erros Sistemáticos**
 - Causas conhecidas ou detectáveis
 - Corrigir manualmente

Efeito da Curvatura na Distância

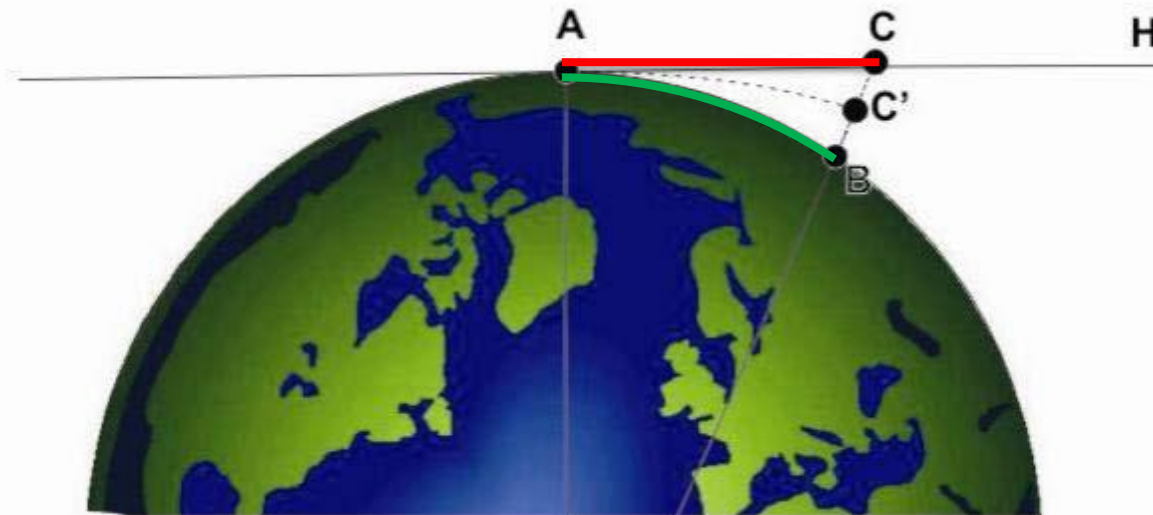
- Medindo distância...



$$\Delta S = \frac{S^3}{3 \cdot R^2}$$

Efeito da Curvatura na Distância

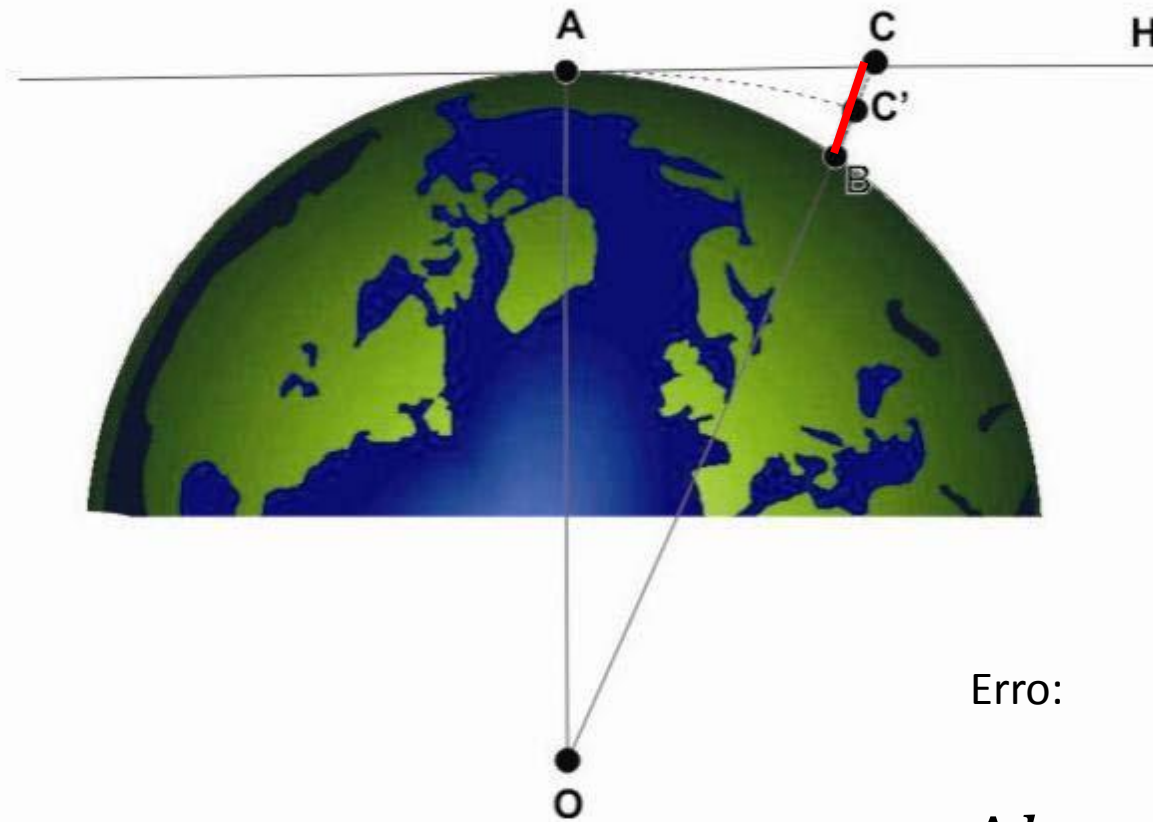
- Medindo distância...



S	ΔS
1km	0,008 mm
10km	8,2 mm
25km*	12,8 cm
50km	1,03 m

Efeito da Curvatura na Altura

- Medindo altura...

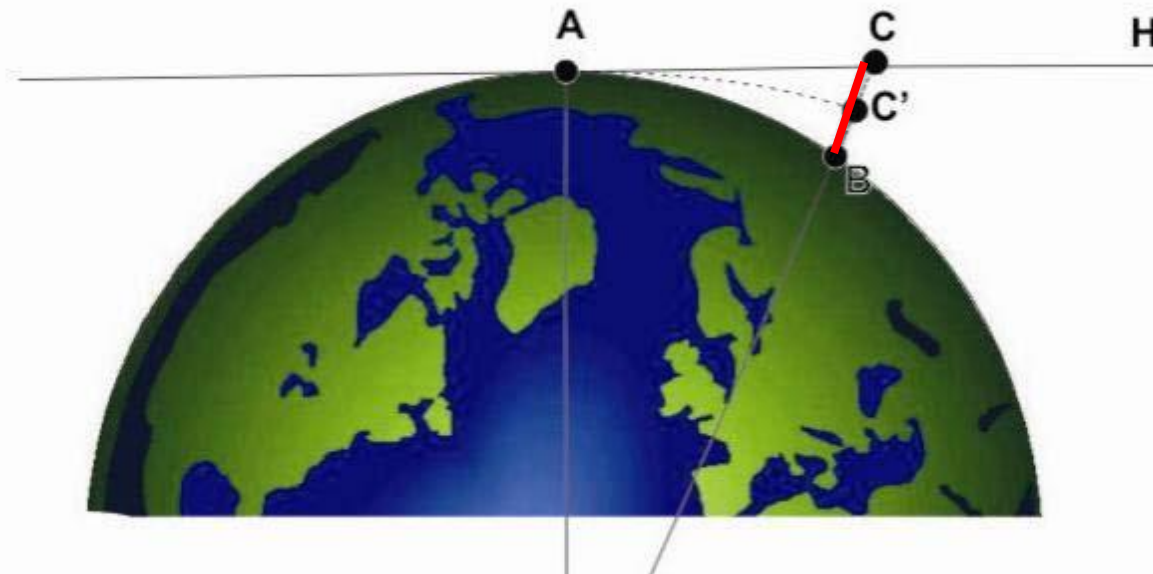


Erro:

$$\Delta h = \frac{s^2}{2 \cdot R}$$

Efeito da Curvatura na Altura

- Medindo altura...



S	Δh
100m*	0,8 mm
500m	20 mm
1km	78 mm
10km	7,8 m



EXERCÍCIO

Exercício

- Vou construir uma casa... Qual forma de representação da Terra é mais apropriada? Por quê?
- E se eu fosse construir uma linha de trem bala...? Seria a mesma?

Exercício

- Vou construir uma casa... Qual forma de representação da Terra é mais apropriada? Por quê?
 - Plana... É a mais simples e a precisão é suficiente
- E se eu fosse construir uma linha de trem bala...? Seria a mesma?
 - Aí seria um elipsoide como o GRS-80 (SIRGAS-2000). A razão é que esse tipo de obra exige mais precisão

Exercício – Terra Esférica

- Qual a distância máxima para um erro menor que 0,5m na medida de distância?

$$\Delta S = \frac{S^3}{3 \cdot R^2}$$

- Qual a distância máxima para um erro menor que 0,5m na medida de altura?

$$\Delta h = \frac{S^2}{2 \cdot R}$$

Exercício – Terra Esférica

- Qual a distância máxima para um erro menor que 0,5m na medida de distância?

$$\Delta S = \frac{S^3}{3 \cdot R^2} \qquad 0,5 \geq \frac{S^3}{3 \cdot R^2}$$

- Qual a distância máxima para um erro menor que 0,5m na medida de altura?

$$\Delta h = \frac{S^2}{2 \cdot R} \qquad 0,5 \geq \frac{S^2}{2 \cdot R}$$



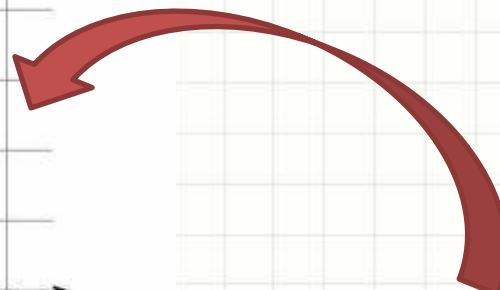
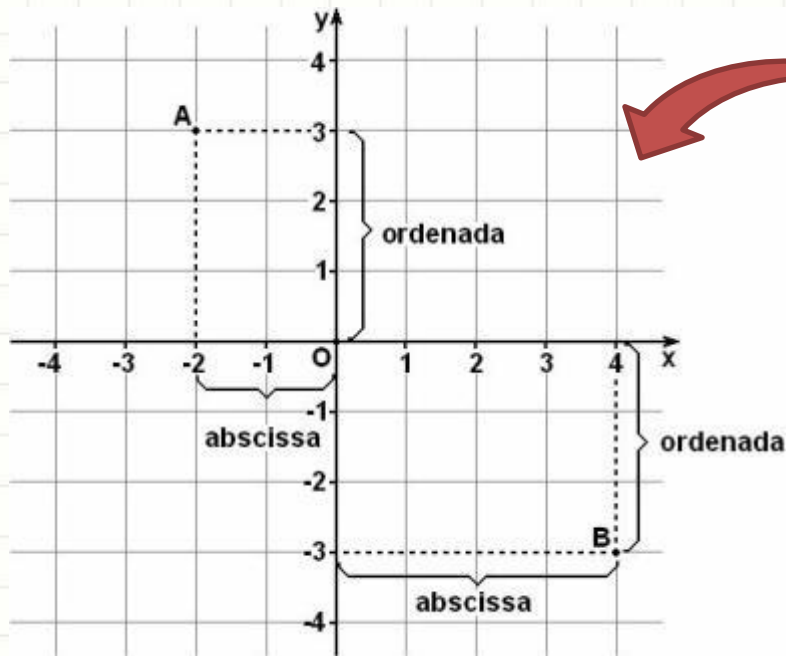
PAUSA PARA O CAFÉ!



REFERENCIAL DE POSICIONAMENTO

Referencial de Posicionamento

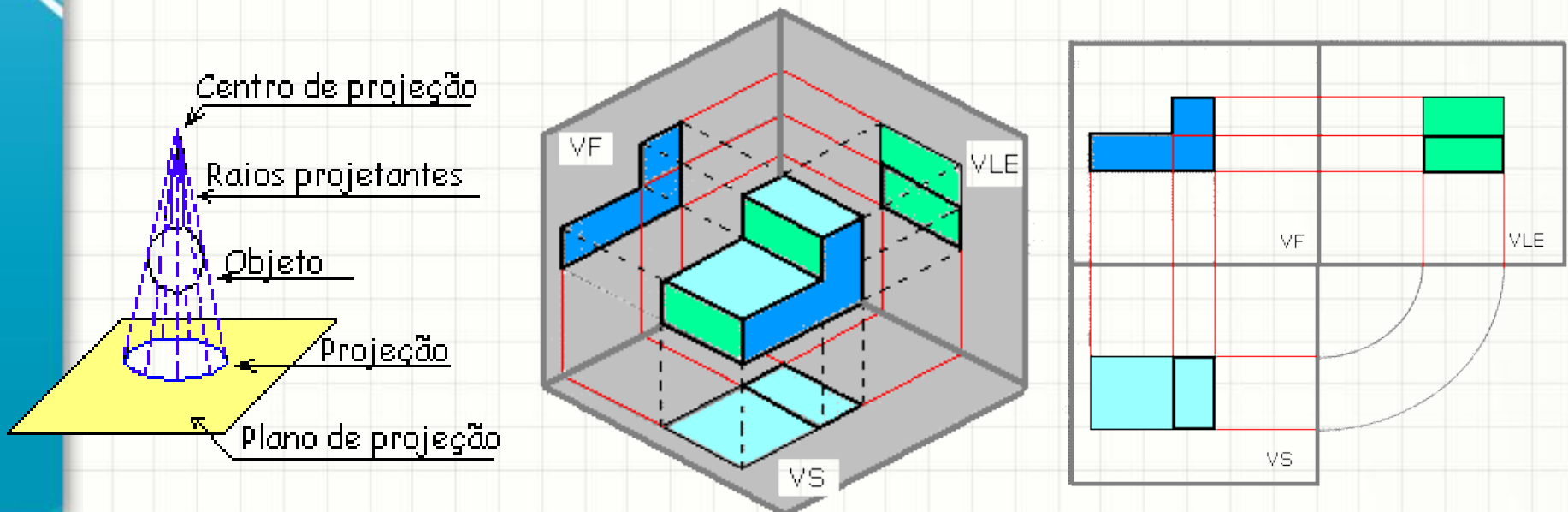
- Costumamos usar o plano cartesiano



Como colocar a Terra no plano?

Referencial de Posicionamento

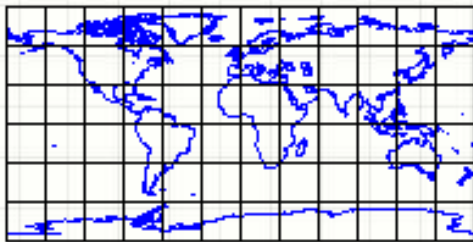
- Como fazer uma planta/carta/mapa?
 - Terra “elíptica” x Papel plano
- **Terra Plana:** simples, mas alto desvio
- **Outras formas:** complexo, desvio mais baixo
 - Projeção: representar forma 3D no plano



Referencial de Posicionamento

- Minimizar a distorção

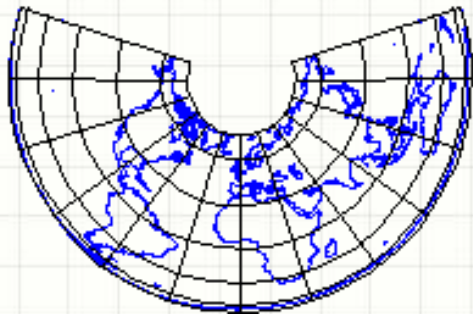
Cylindric



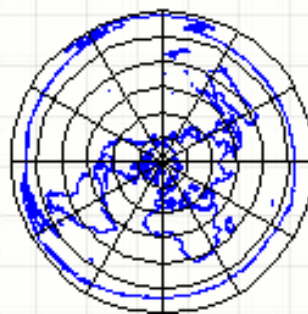
Pseudocylindric



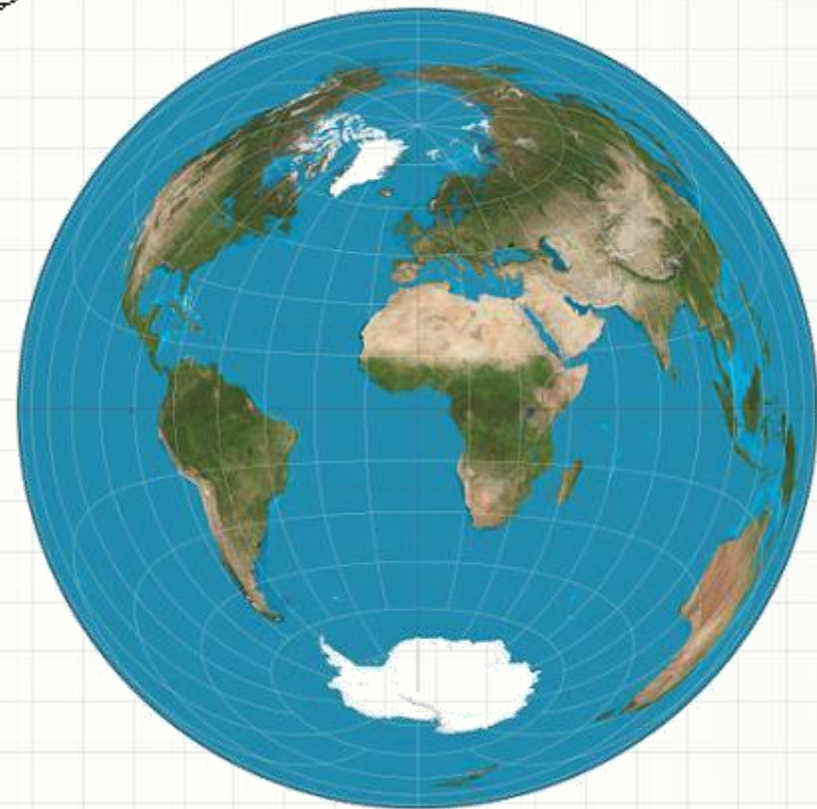
Conic



Planar

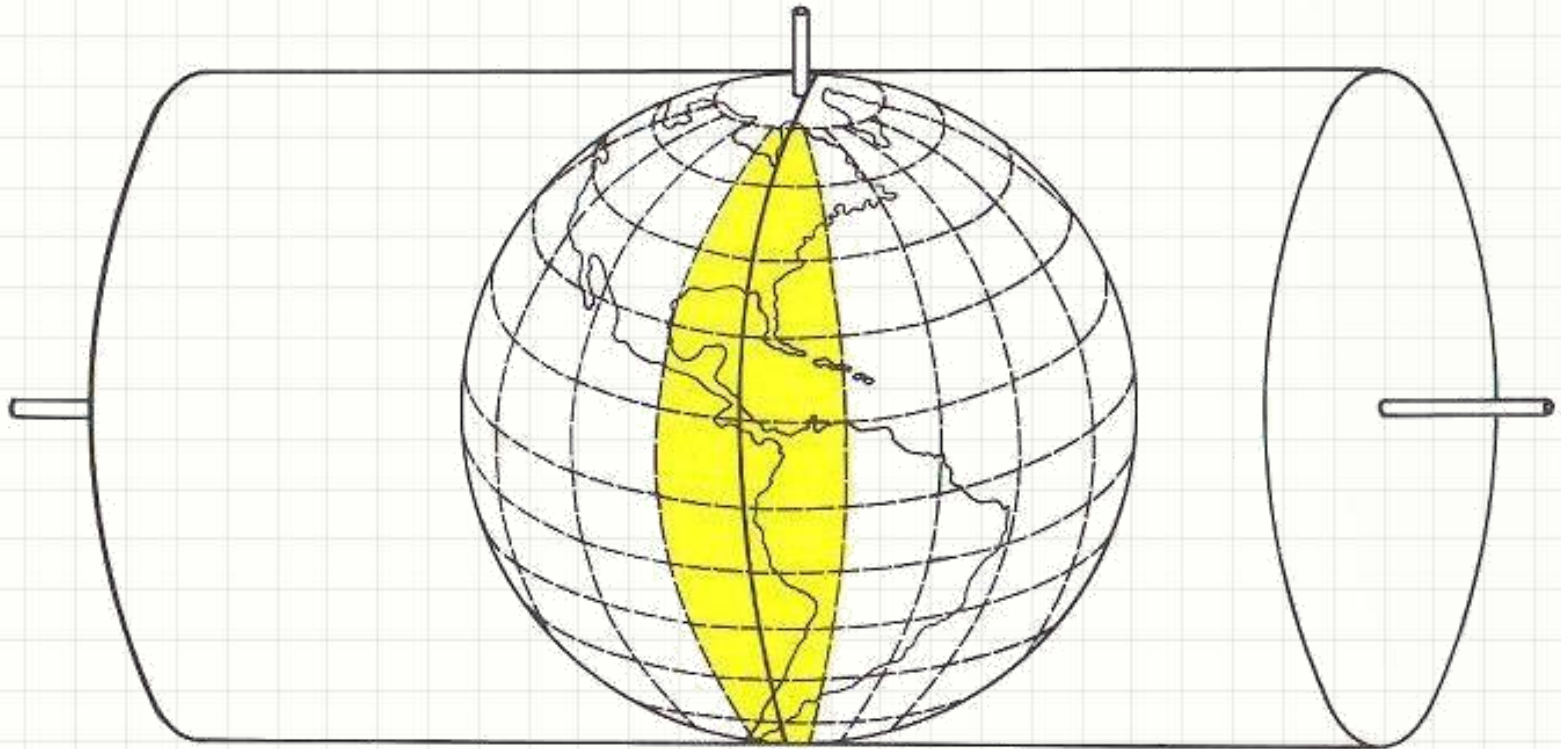


Dá pra medir
distâncias aqui?



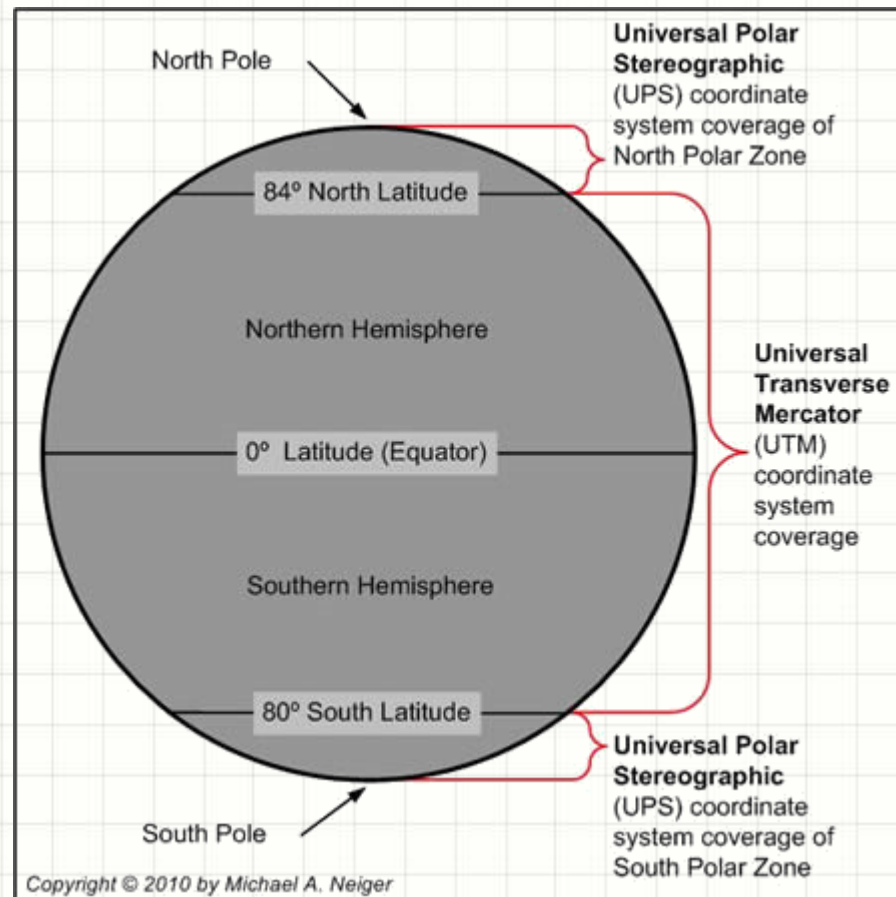
Referencial de Posicionamento

- Projeção Cilíndrica Transversal de Mercator



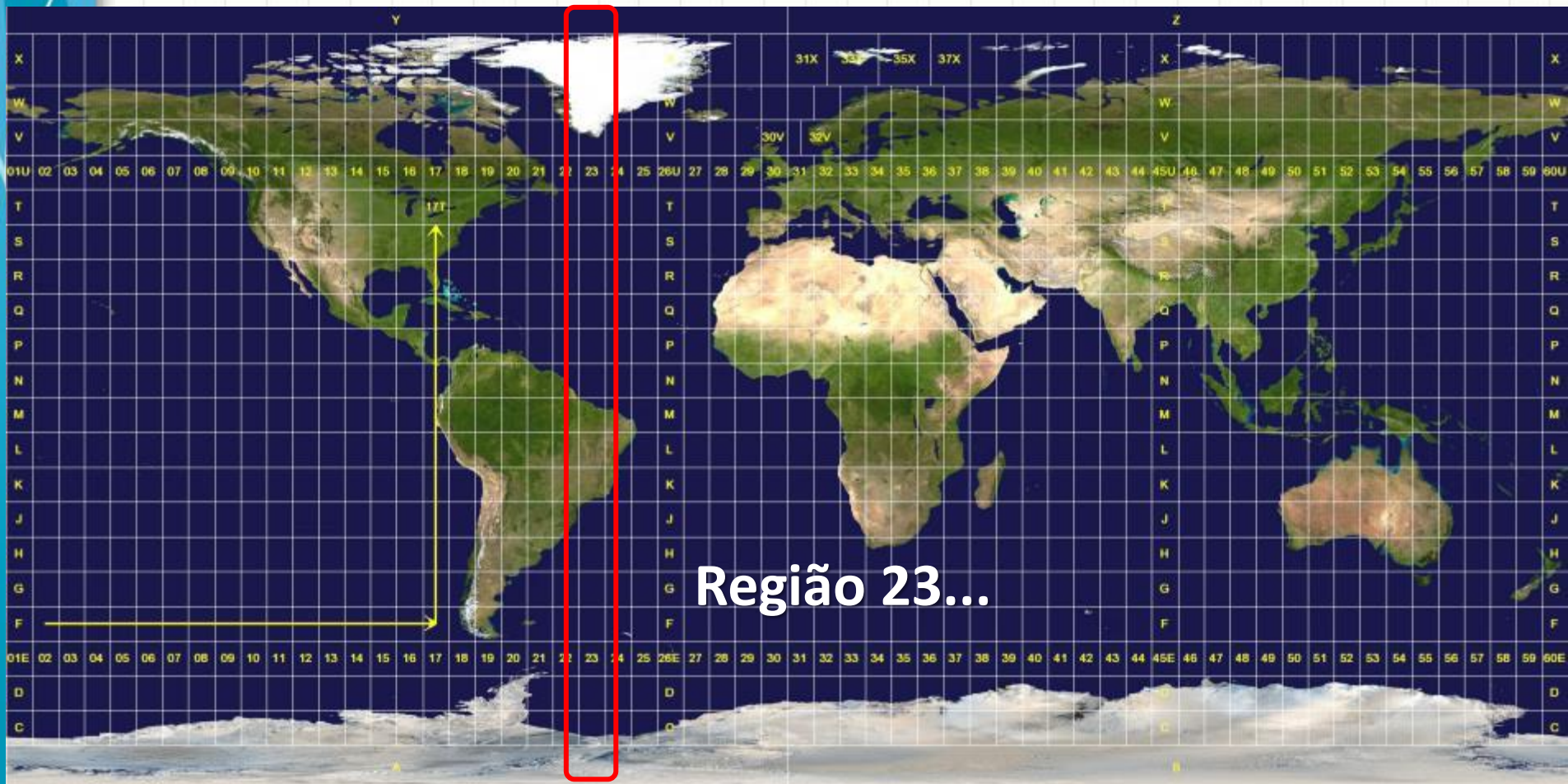
Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



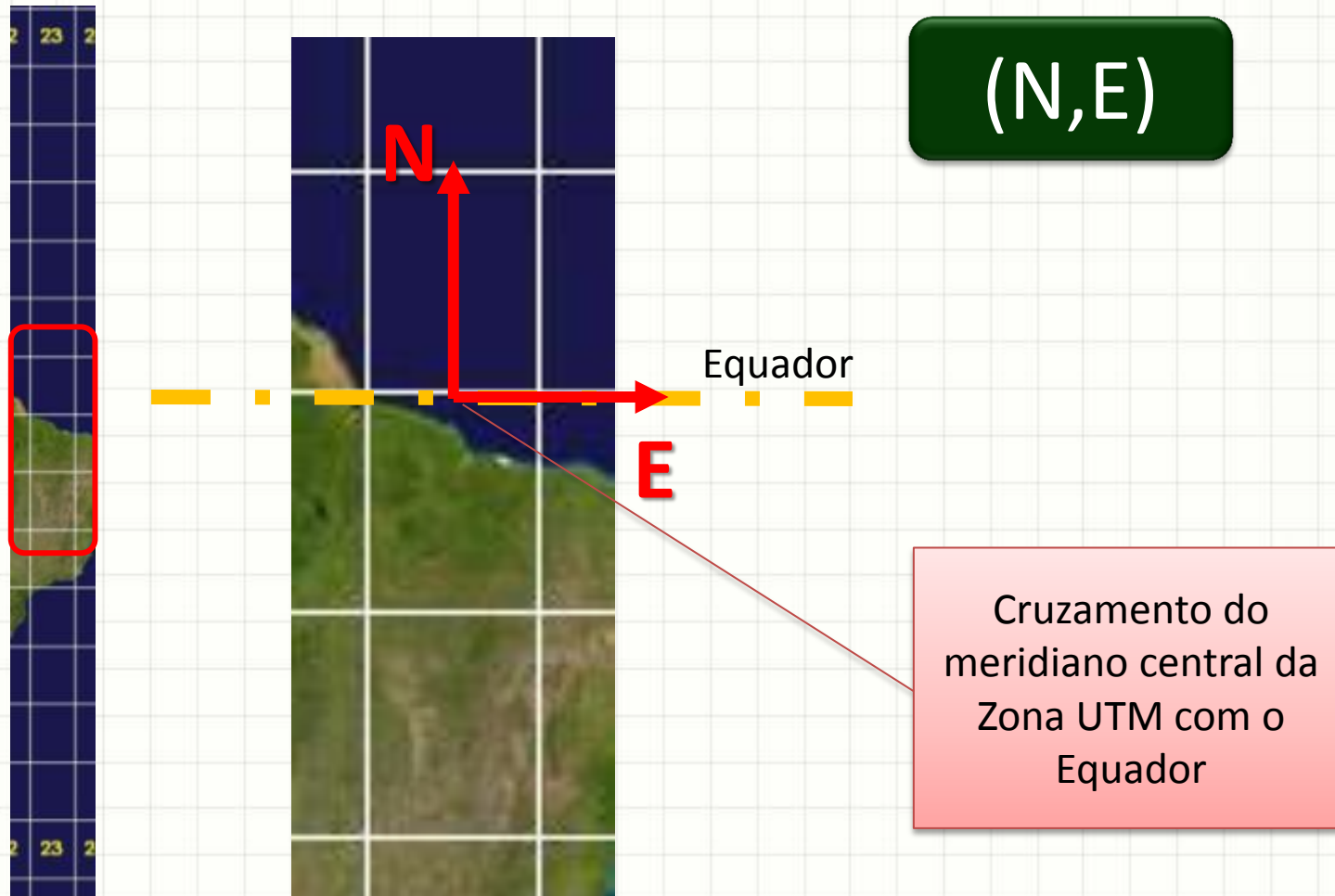
Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



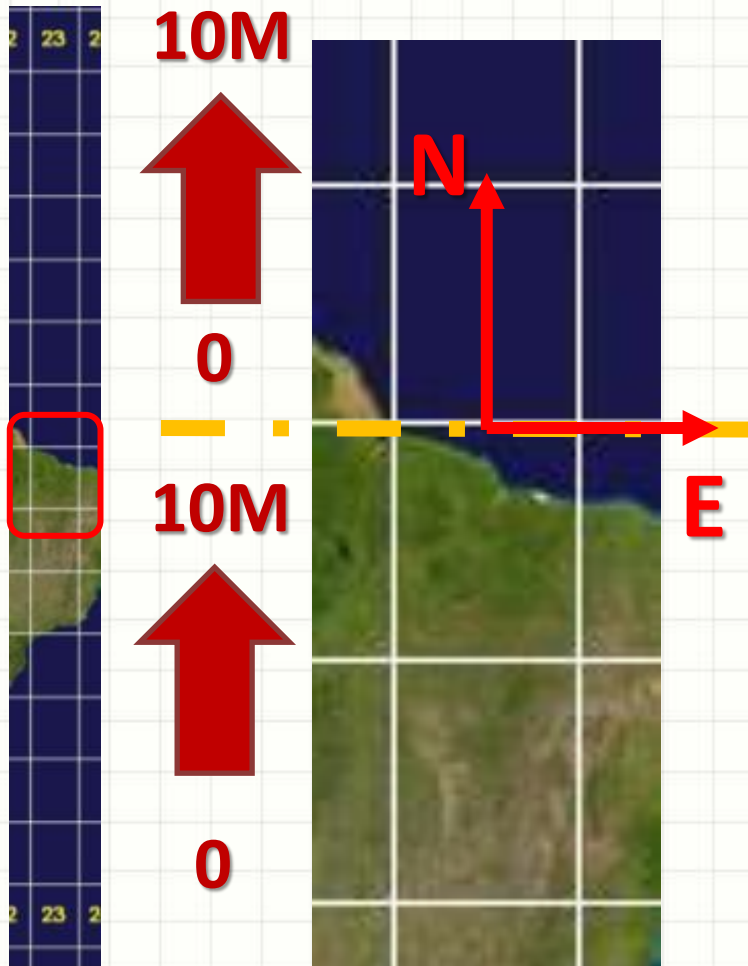
Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



(N,E)

Como varia a coordenada N?

Hemisfério Norte:

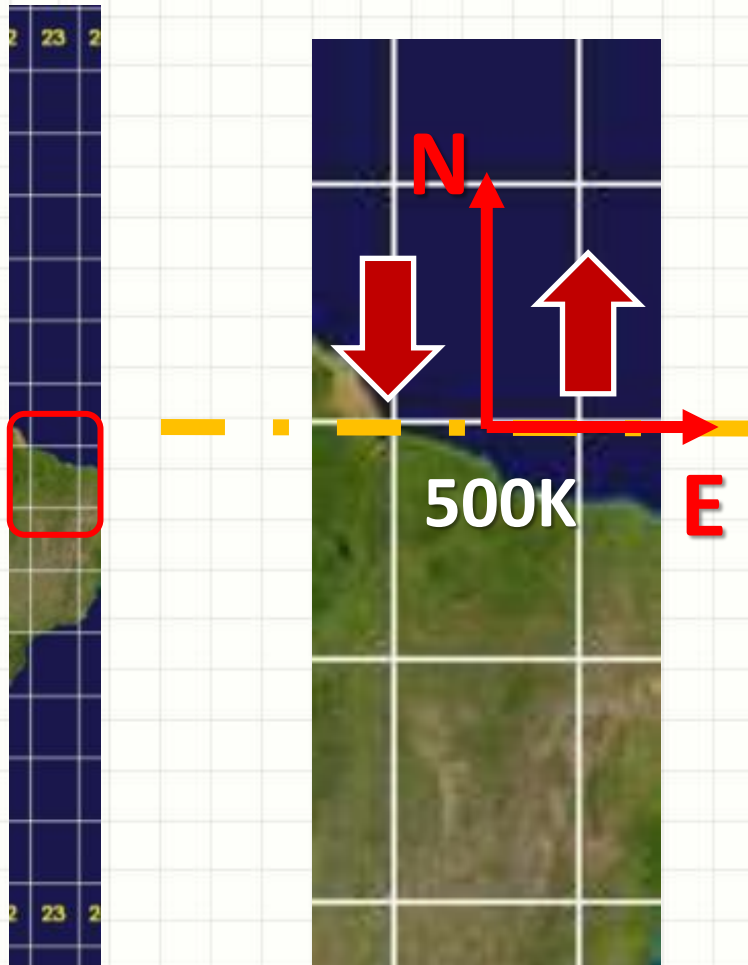
0 (Equador) a 10.000.000 (N)

Hemisfério Sul:

0 (S) a 10.000.000 (Equador)

Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



(N,E)

Como varia a coordenada E?

Centro da zona é o 500.000

E Diminui à esquerda (até ~100K)
Cresce à direita (até ~900K)

Por que não é fixo no extremo esquerdo?

Porque a largura de diferentes zonas varia!

Referencial de Posicionamento



- UTM é mais importante na cartografia
- Na topografia: coordenada do marco inicial



- Todas as medidas feitas a partir dele

Referencial de Posicionamento

- Site: <http://www.digital.santos.sp.gov.br/marcos/Index.htm>

Sistema Cartográfico Metropolitano da Baixada Santista							
CONDESB - Conselho de Desenvolvimento da Baixada Santista							
AGEM - Agência Metropolitana da Baixada Santista							
Marco Metropolitano							
Código: 4243				Município: Santos - SP			
Nome: RN-16SAN=MM-SANTOS				Bairro: Areia Branca			
Carta SCM: 101-109				Implantado em: 1998			
Coordenadas Geodésicas				Coordenadas UTM			
	SAD-69	Córrego Alegre	WGS-84		SAD-69	Córrego Alegre	WGS-84
Latitude (S):	23° 58' 50,65676" S	23° 58' 51,03013" S	23° 58' 52,43706" S	N:	7350901,584m	7350883,983m	7350855,537m
Longitude (W):	48° 22' 45,17183" W	48° 22' 45,63188" W	48° 22' 46,77723" W	E:	359 652,009m	359 633,772m	359 607,667m
Altitude:	2,5440m	2,5440m	2,5440m	H:	2,5440m	2,5440m	2,5440m
Obs.:				Obs:			
Croqui de Localização e Amarração:				Foto:			
							

Referencial de Posicionamento

- Site: <http://www.digital.santos.sp.gov.br/marcos/Index.htm>

Implantado em: 1998			
Coordenadas UTM			
	SAD-69	Córrego Alegre	WGS-84
N:	7350901,584m	7350863,983m	7350855,537m
E:	359 652,009m	359 633,772m	359 607,667m
H:	2,5440m	2,5440m	2,5440m

Zona 23K

23S ...N ...E



ÁREAS DA TOPOGRAFIA E ÁREAS AFINS

Áreas da Topografia e Afins

- O que é cartografia?
- Qual a diferença para topografia?
- Por que tantas projeções e preocupações...?



Áreas da Topografia

- A topografia pode ser dividida em 3 áreas:
 - **Topometria:** estuda a medida de distâncias e ângulos para representar fielmente o terreno
 - Planimetria e Altimetria
 - **Topologia:** interpreta dados obtidos por topometria com base em outros conhecimentos para minimizar a necessidade de pontos e erros
 - **Taqueometria:** levantamento de pontos *in loco* – levantamento plani-altimétrico

Áreas Afins da Topografia

- 4 áreas correlatas da topografia:
 - **Cartografia:** construção de mapas sem fins de projeto de obras civis
 - **Aerofotogrametria:** construção de mapas por fotos aéreas
 - **Sensoriamento remoto:** obtenção e tratamento imagens da superfície do terreno por meio de satélites
 - **Geodésia:** estuda os sistemas de posicionamento por G.P.S.



PERGUNTAS?



CONCLUSÕES

Resumo

- Formato da terra
 - Medidas topográficas e seus erros
 - Sistema de referência e áreas da topografia
-

- Definindo escala...
 - O que é?
 - O que são carta, mapa e planta?
- Quais são os instrumentos?
 - Qual a precisão da medida?



EXERCÍCIO

Exercício (Quartetos/Entrega Individual)

- Cada aluno do grupo deve medir o tamanho da sala de aula em passos.
- Cada aluno deve converter a sua medida em passos para metros
- Tire a média de cada medida
- Desenhar um croqui da sala de aula, incluindo:
 - porta
 - lousa