



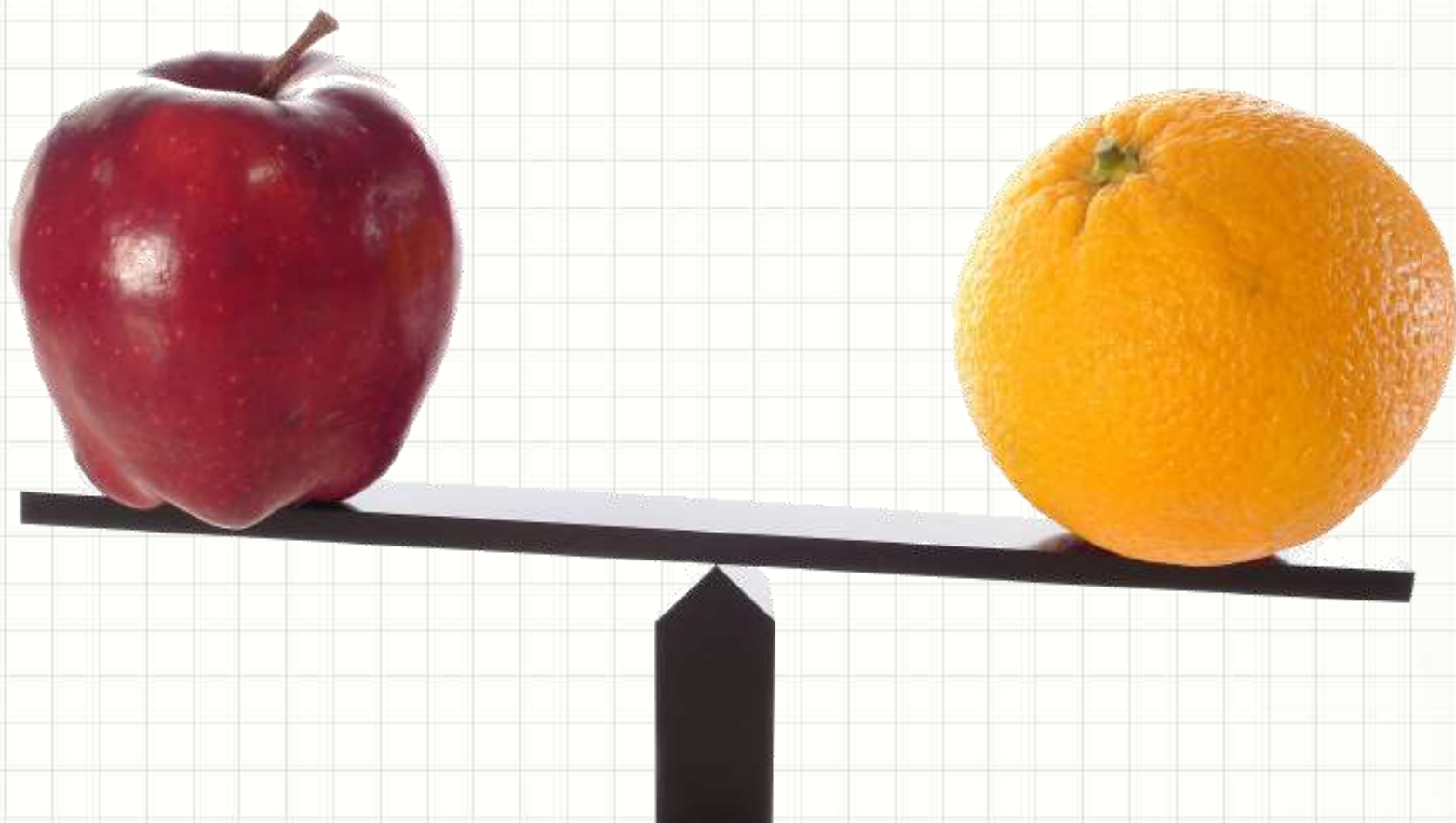
TOPOGRAFIA

MEDIDAS E REFERÊNCIAS: FORMA DA TERRA

Prof. Dr. Daniel Caetano

2017 - 1

Medir...
É comparar



Comparar pressupõe... Referência



Referencial: Sol

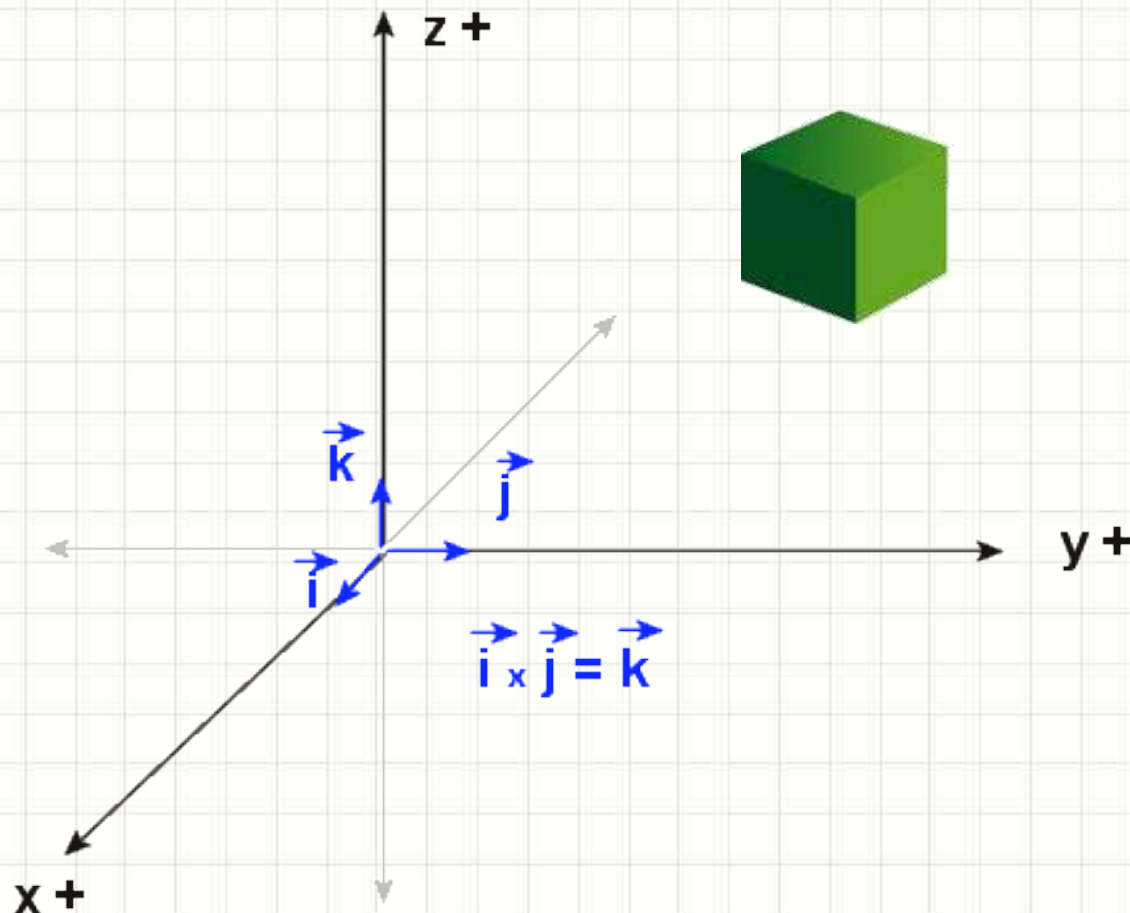


Referencial: Terra



Para medir...

Precisamos de referências

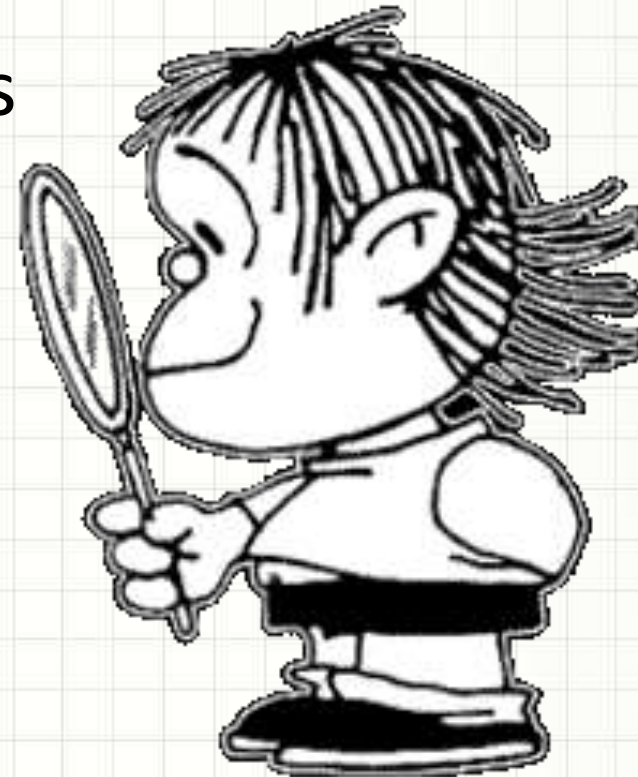


**Na topografia, nossa
referência será a Terra!**

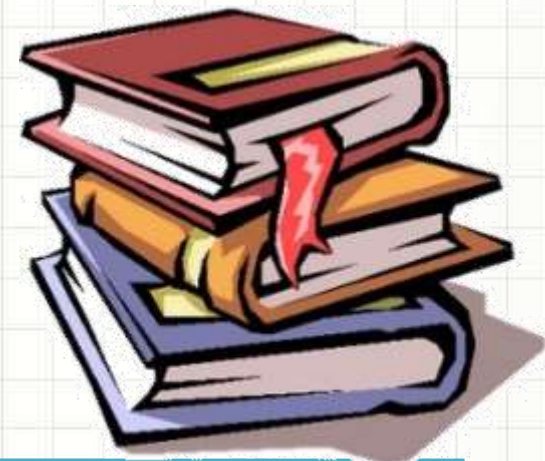


Objetivos

- Conhecer as formas de representar a Terra
- Conhecer algumas das referências e medidas usadas na topografia
- Conhecer os erros envolvidos
- 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)



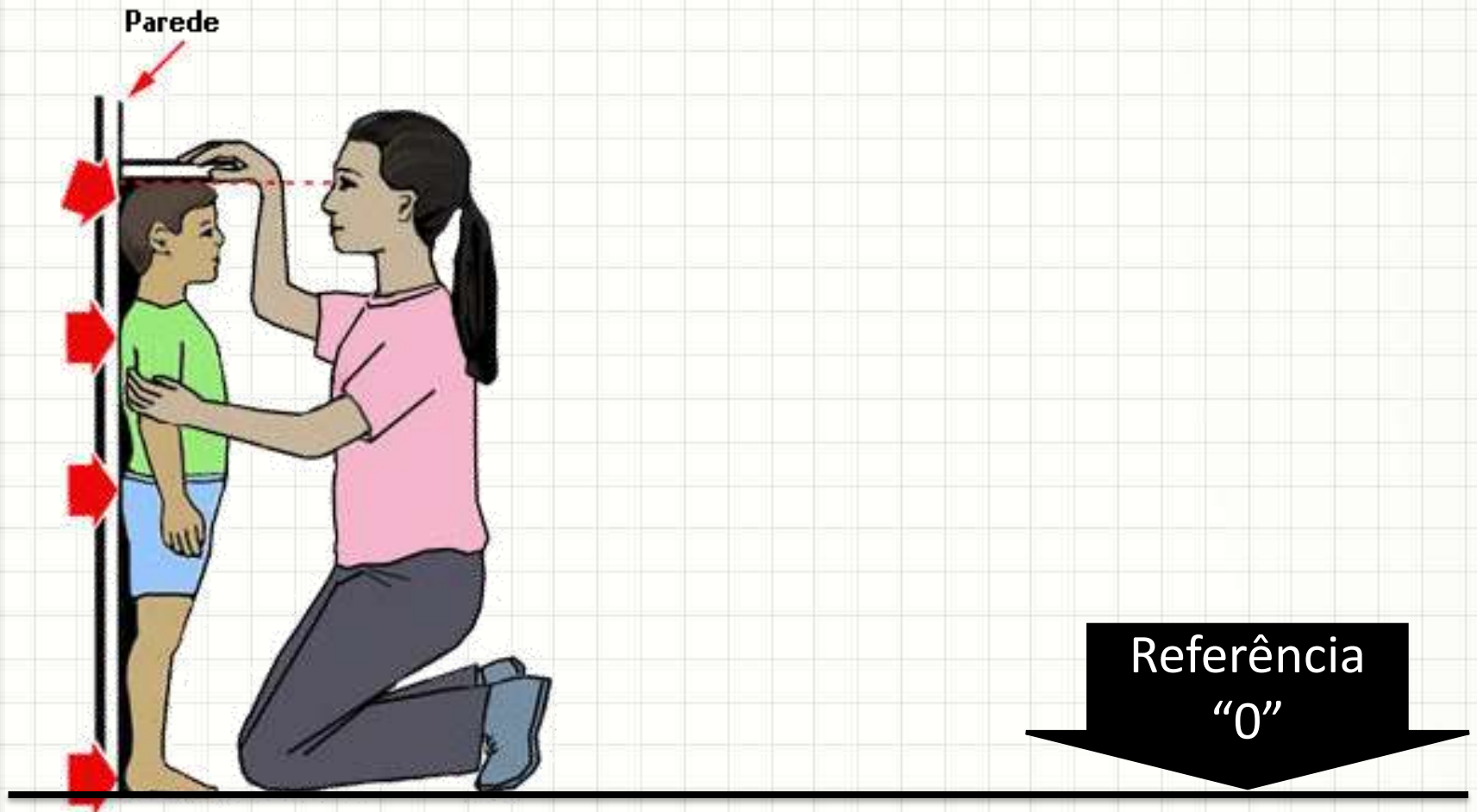
DISCUSSÃO DA ATIVIDADE



A TERRA COMO REFERÊNCIA

A Terra como Referência

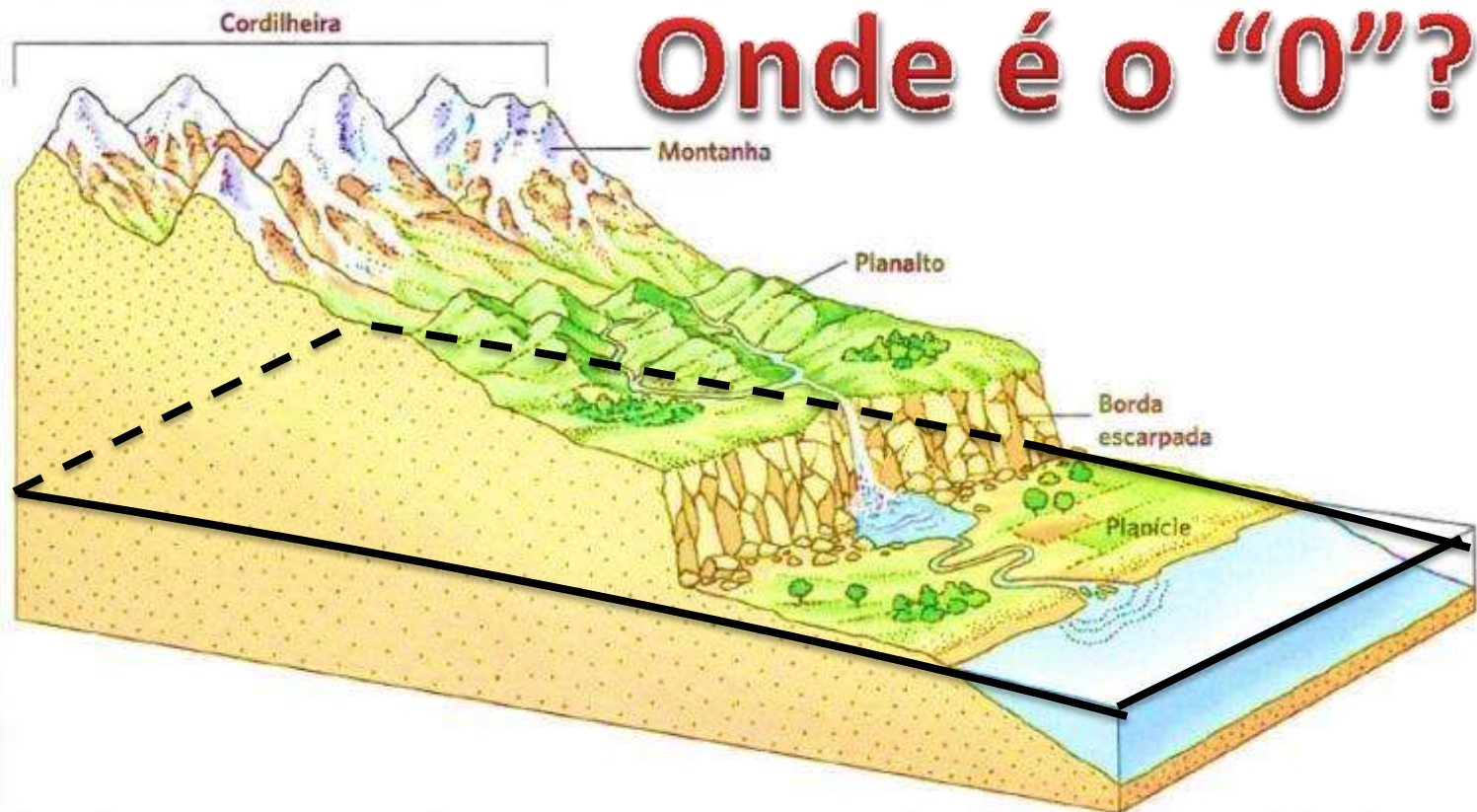
- Medir alturas: referência é necessária



A Terra como Referência

- Medir alturas: referência é necessária

Principais formas de relevo



A Terra como Referência

- Medir alturas: referência é necessária



Onde é o “0”?

**Qual a forma
da Terra?**



CONHECENDO MELHOR A TERRA

Forma e Dimensões da Terra

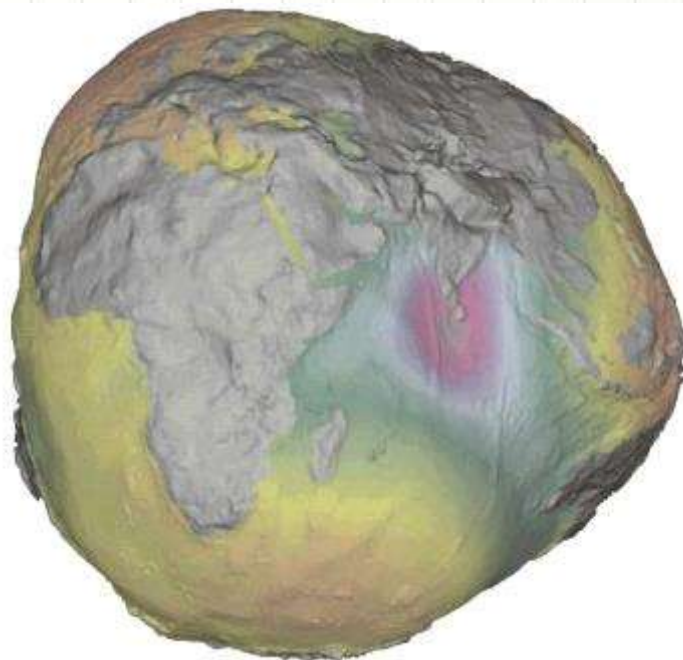
- Forma: não há modelo geométrico perfeito
- Dependendo da necessidade:
 - Plana
 - Esferoide (Esférica)
 - Elipsoide (Elíptica)
 - Geoide



Forma e Dimensões da Terra

- **Geoide** [\(vídeo\)](#)

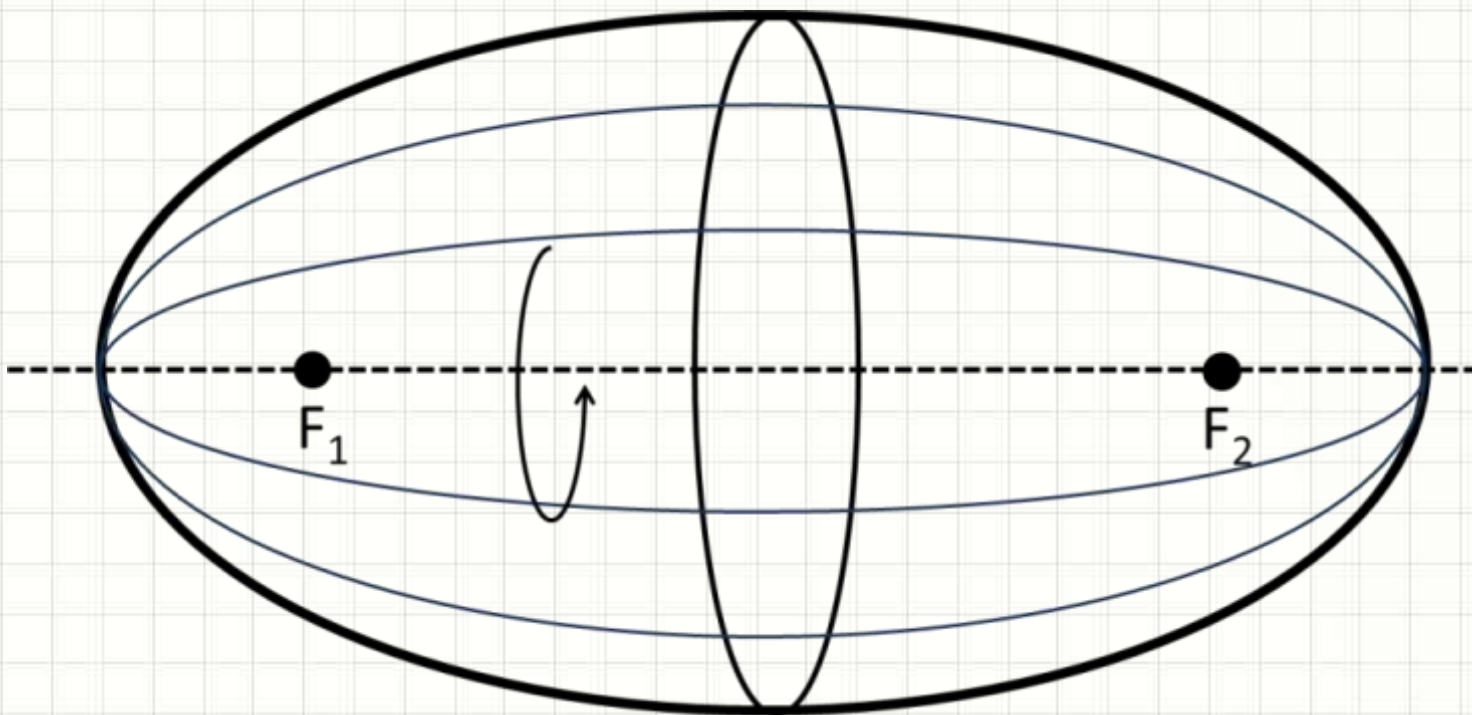
- Superfície formada através de uma prolongação do nível médio dos mares para o interior dos continentes
- A superfície é irregular devido a variações de gravidade, conforme é estudado em geologia
- Não é prática, por não ser matematicamente tratável



Forma e Dimensões da Terra

- **Elipsoide**

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



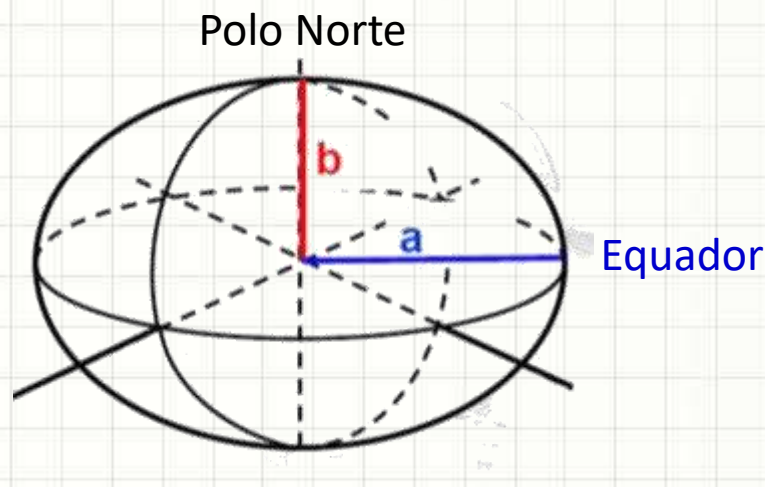
Forma e Dimensões da Terra

- **Elipsoide**

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

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

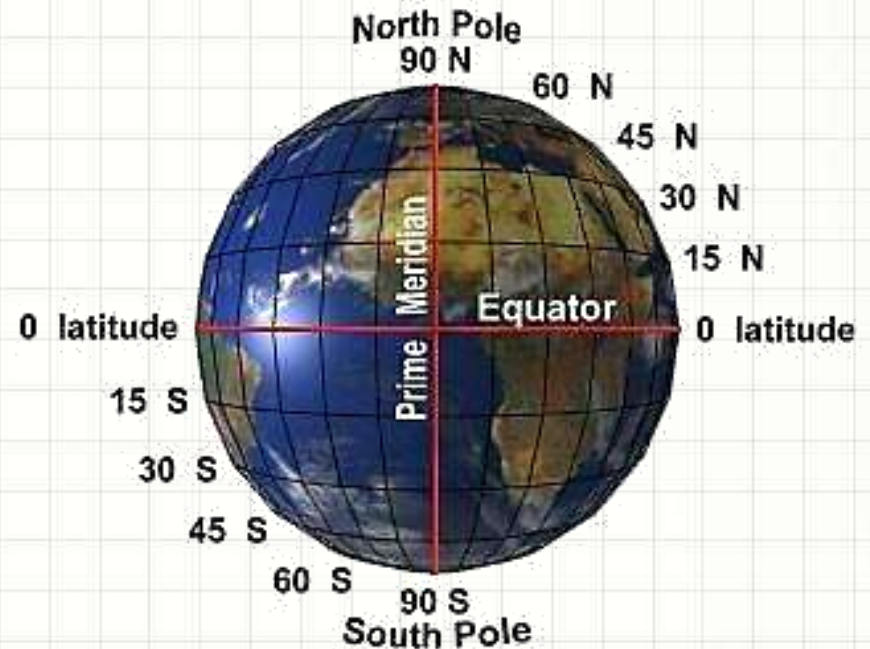
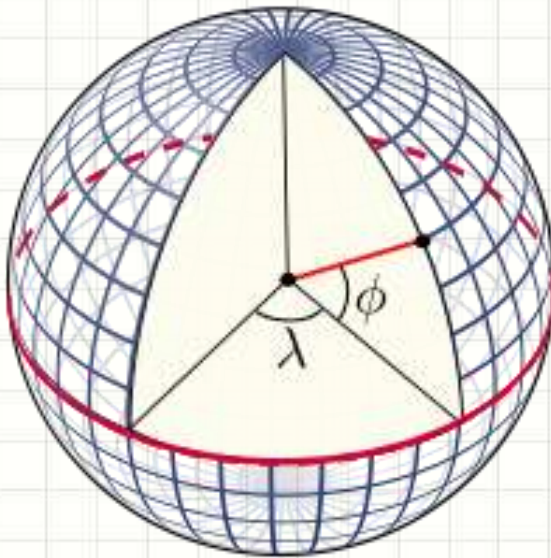
- α - achatamento
 - a – semi-eixo maior
 - b – semi-eixo menor



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

- **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

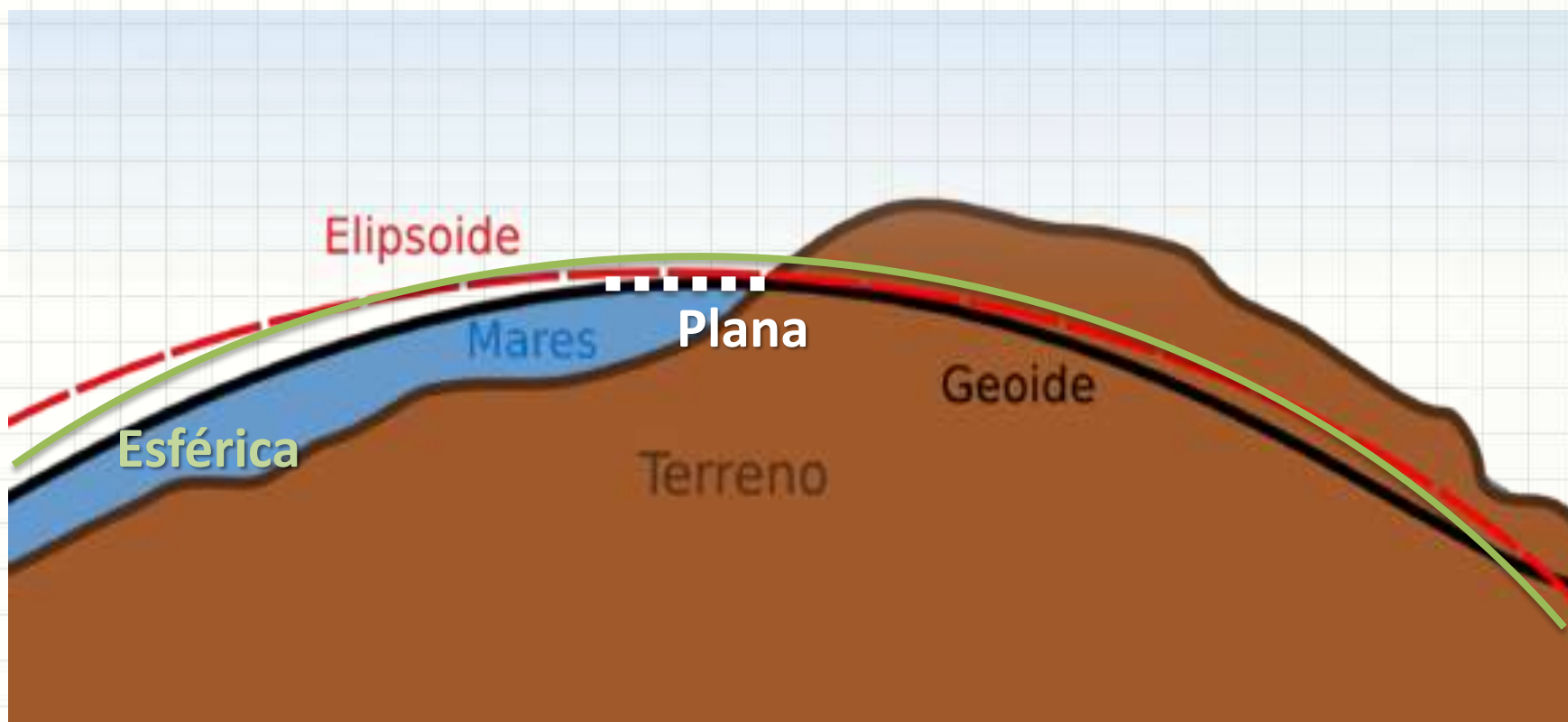
- **Plana**

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



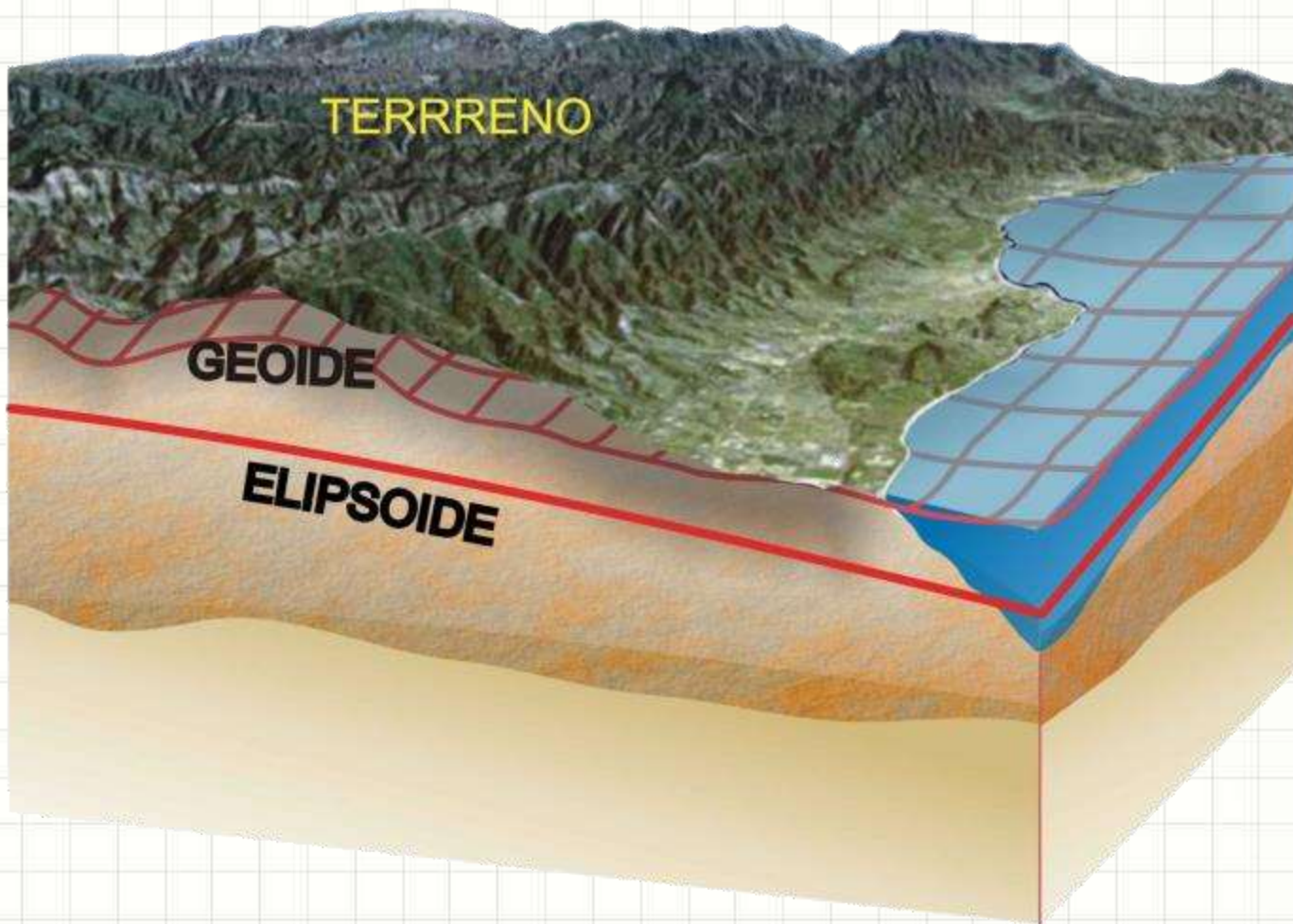
Forma e Dimensões da Terra

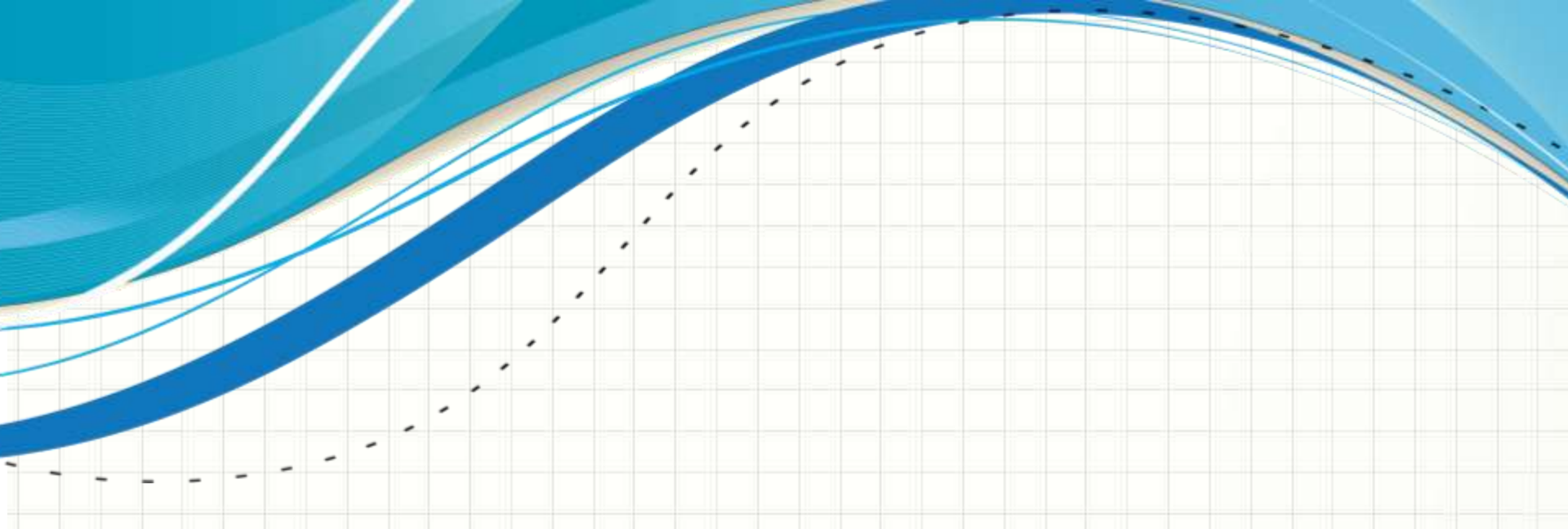
- **Elipsoide x Geoide x Terreno x Esférica x Plana**



Forma e Dimensões da Terra

- Elipsoide x Geoide x Terreno

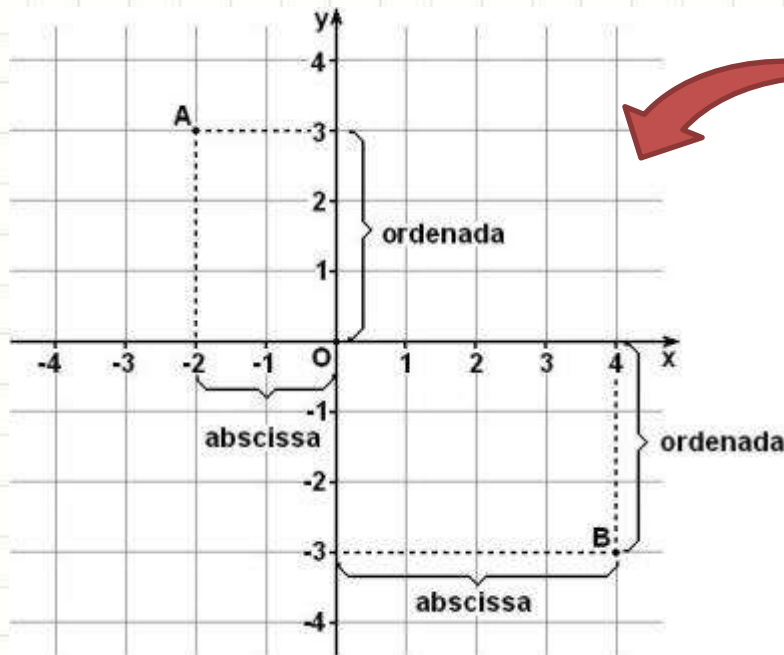




POSICIONAMENTO NO “PLANO” TERRESTRE

Referencial de Posicionamento

- Costumamos usar o plano cartesiano

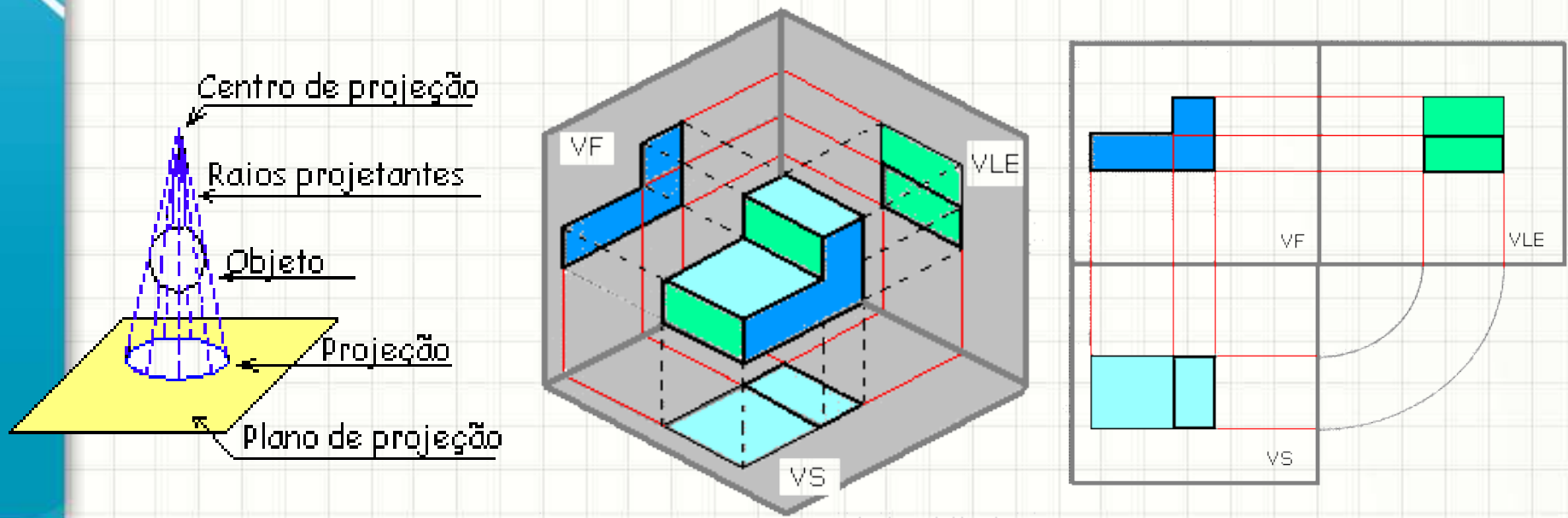


Como colocar a
Terra no plano?



Referencial de Posicionamento

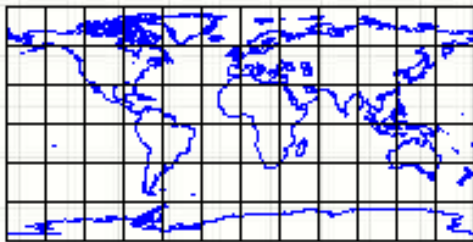
- Como fazer uma planta/carta/mapa?
 - Terra “elíptica” x Papel plano
- **Terra Plana:** simples, mas alto desvio
- **Outras formas:** complexo, desvio mais baixo
 - Projeção: representar forma 3D no plano



Referencial de Posicionamento

- Minimizar a distorção

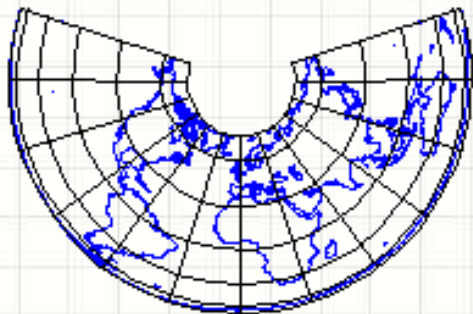
Cylindric



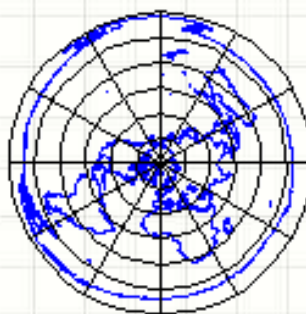
Pseudocylindric



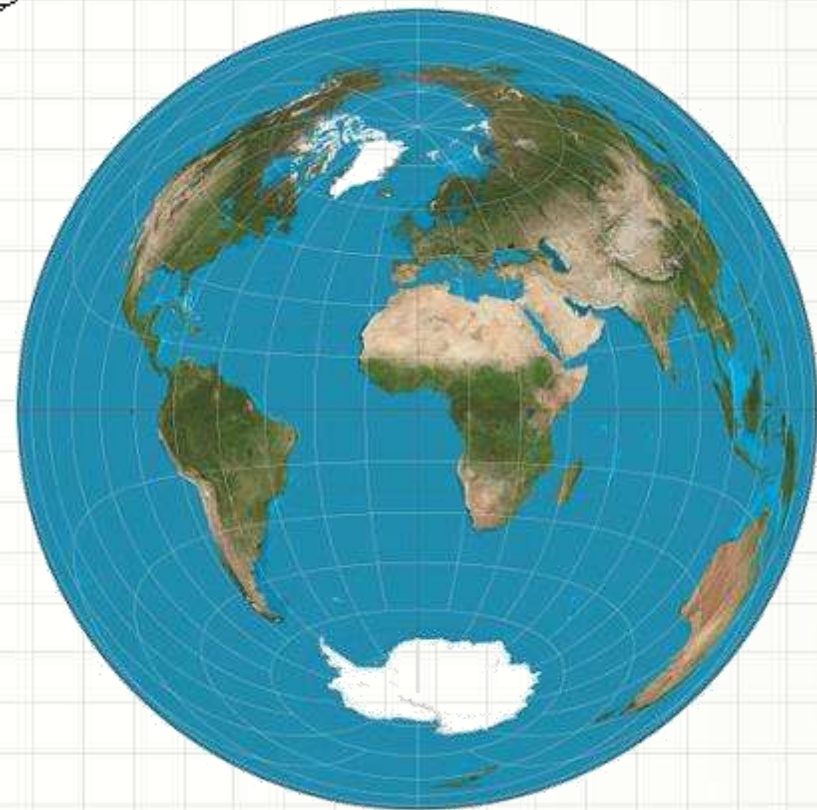
Conic



Planar

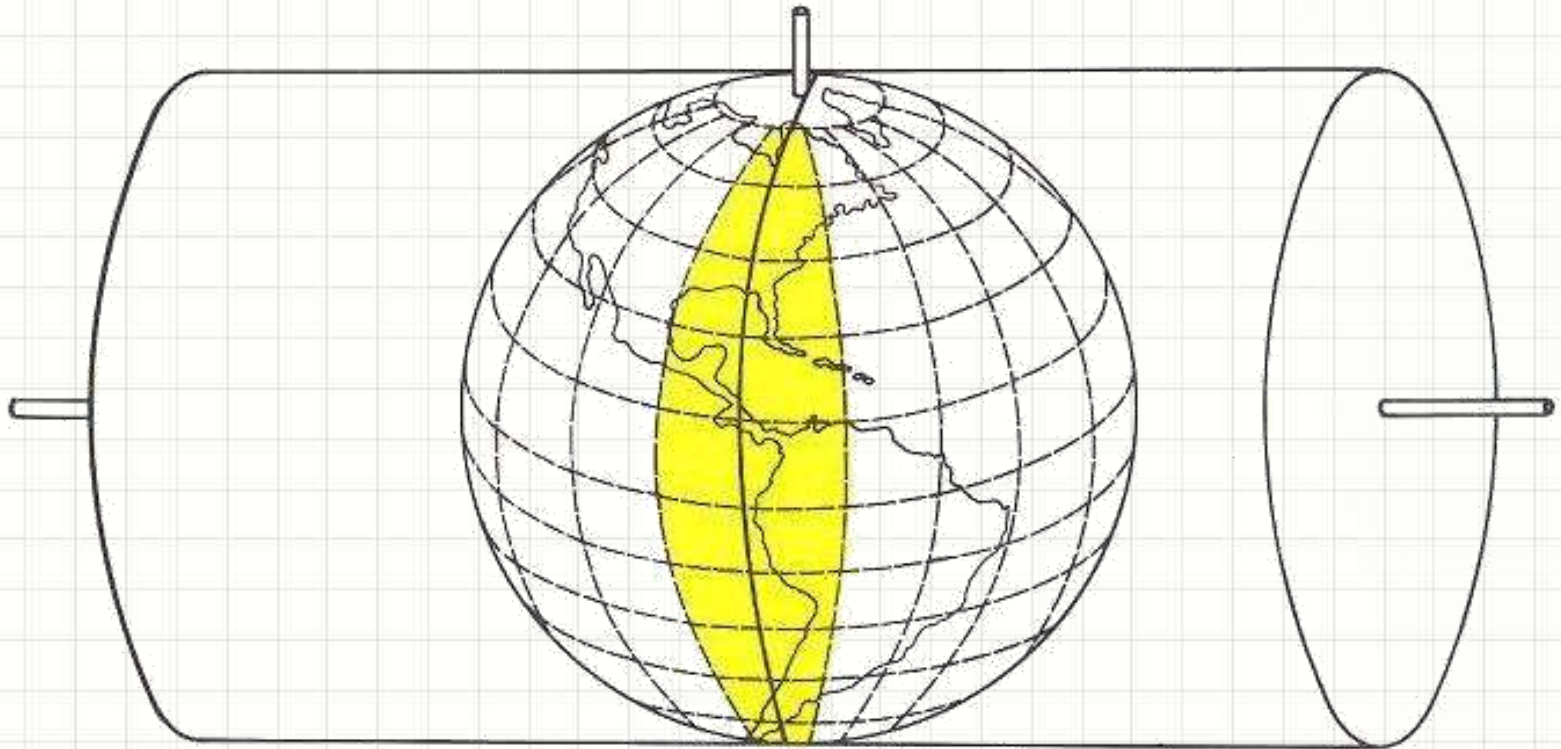


Dá pra medir
distâncias aqui?



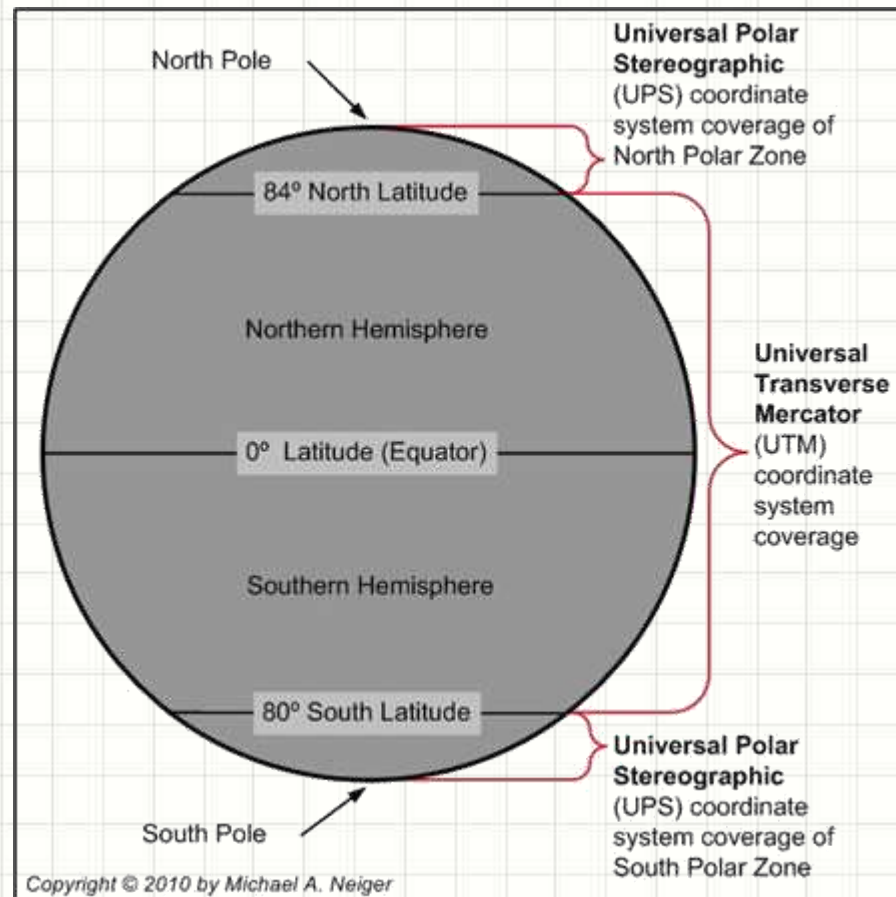
Referencial de Posicionamento

- Projeção Cilíndrica Transversa de Mercator



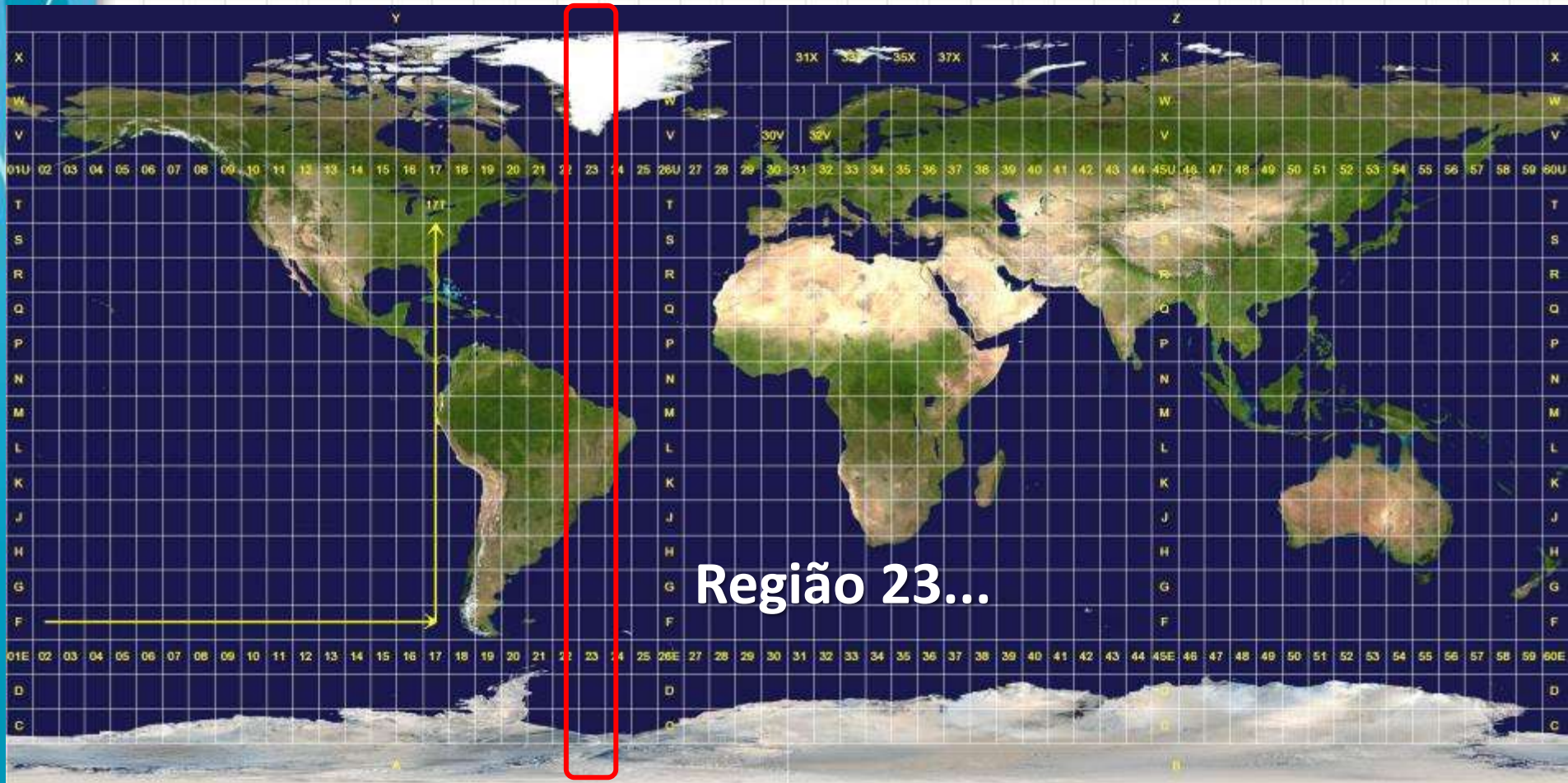
Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



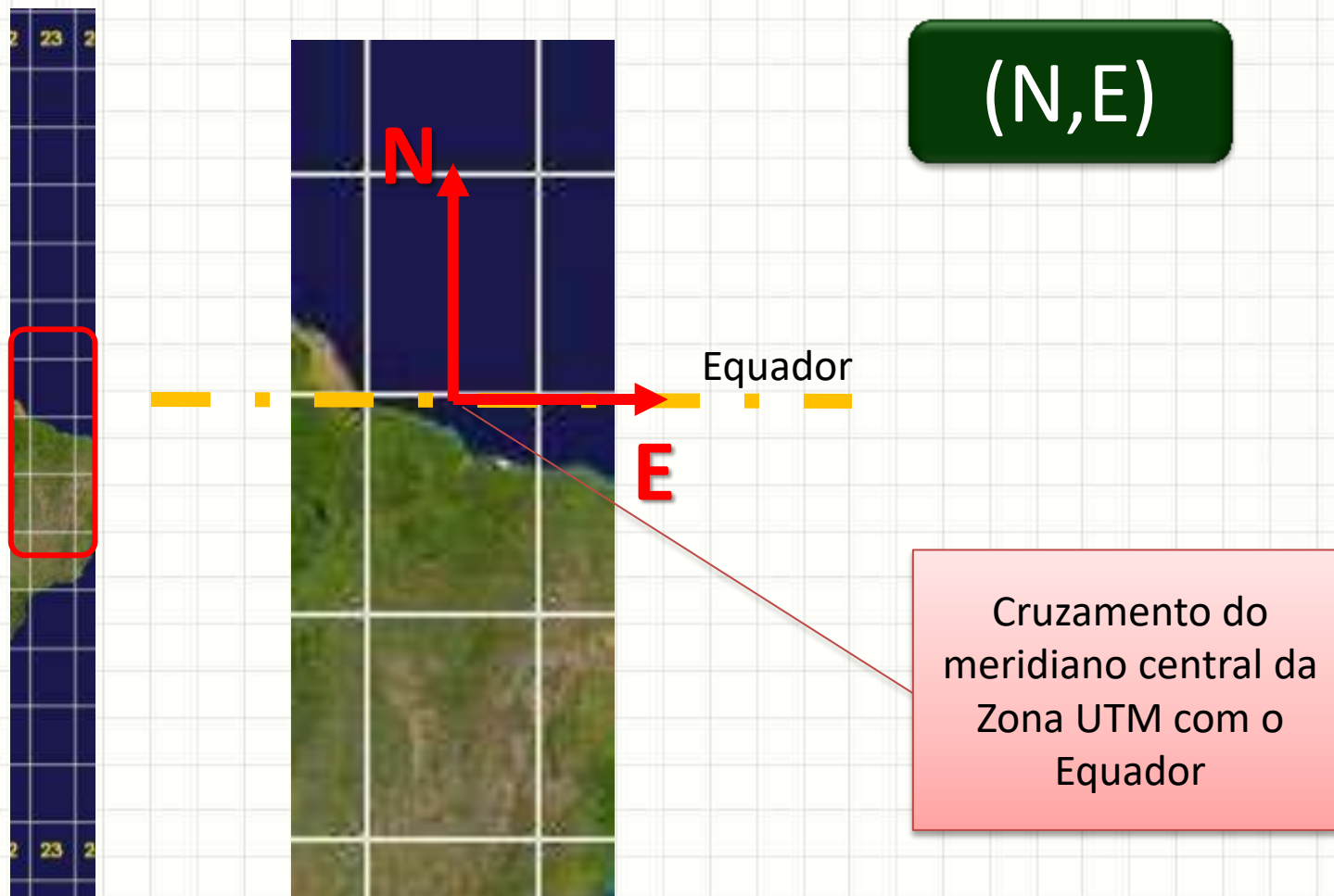
Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



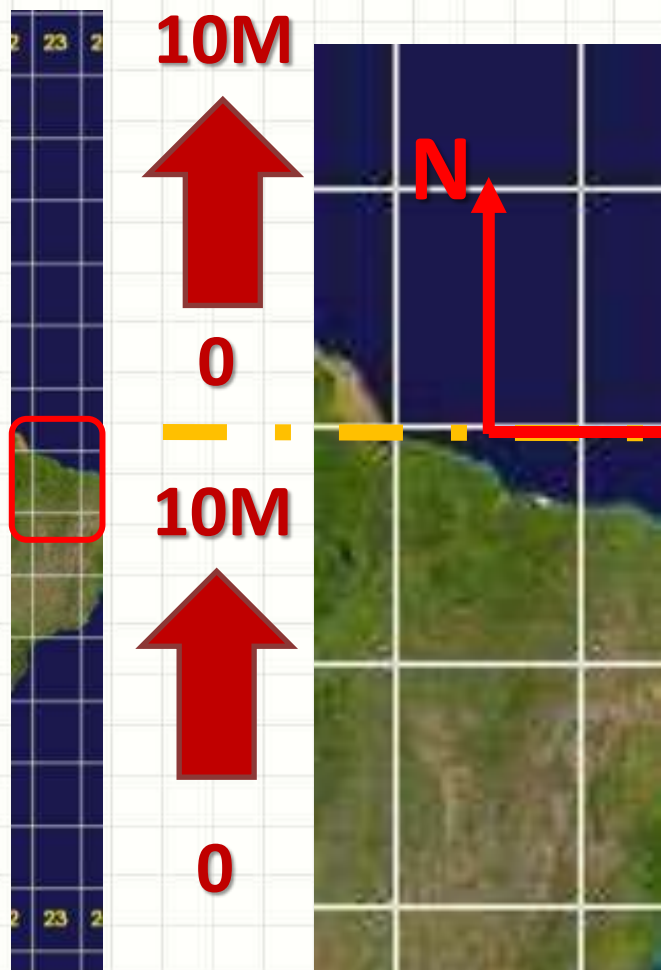
Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



(N,E)

Como varia a coordenada N?

Hemisfério Norte:

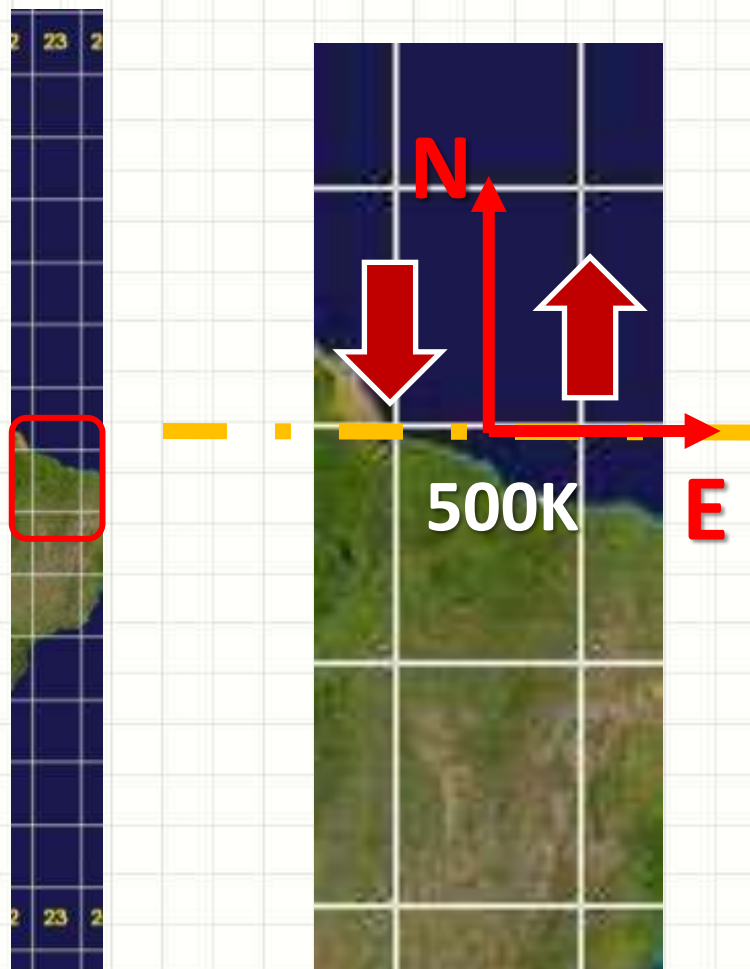
0 (Equador) a 10.000.000 (N)

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° 56' 50,65676" S	23° 56' 51,03013" S	23° 56' 52,43706" S	N:	7350901,584m	7350863,983m	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	7350883,983m	7350855,537m
E:		359 852,009m	359 833,772m	359 807,887m
H:		2,5440m	2,5440m	2,5440m

Zona 23K

23S ...N ...E

Referencial de Posicionamento

- Calculadora Geográfica

- <http://www.dpi.inpe.br/calcula/>

Calculadora Geográfica

Converte Coordenadas

Sua coordenada esta em:

UTM (metros) ▾

Entre Longitude ou X

359607.667

Entre Latitude ou Y

7350855.537

Selecione o Datum de entrada

WGS84 ▾

Avançar

Use ponto (.) para separação decimal

Calcula distancia entre 2 pontos

Entre Longitude Inicial

Oeste ▾

Entre Latitude Inicial

Sul ▾

Entre Longitude Final

Parametros da Projecao de entrada

Selecione Zona Utm (Meridiano Central)

Z 23 (o 45 00 00) ▾

Selecione Hemisferio da coordenada Y

Sul ▾

Informe Offset X e Y (se houver)

Off X 0

Off Y 0

Selecione a Projecao de saida

GEOGRAFICA ▾

Selecione o Datum de saida

WGS84 ▾

Avancar

Resultado	
Datum Entrada	WGS84
Datum Saida	WGS84
Resultado da conversao:	Veja a região no Google Maps
--	--
Longitude em GMS	O 46 22 46.777
Longitude em GD	-46.3796603451
Coord X Utm em metros	--
--	--
Latitude em GMS	S 23 56 52.437
Latitude em GD	-23.9478991792
Coord Y Utm em metros	--



PAUSA PARA O CAFÉ!

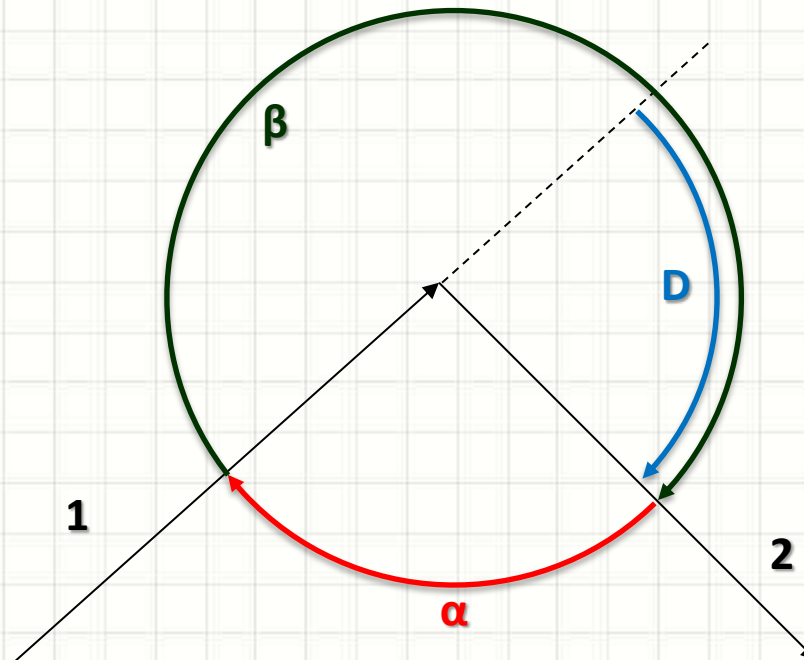


MEDIDAS TOPOGRÁFICAS

Medidas Topográficas Básicas

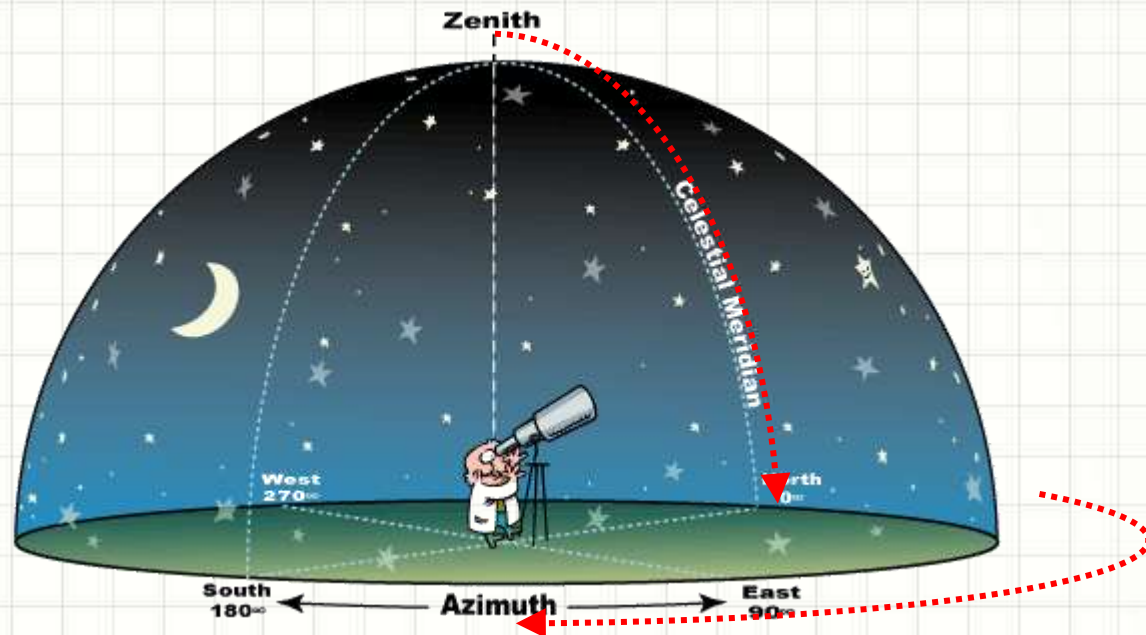
- Plano topográfico
 - Distâncias x Ângulos

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



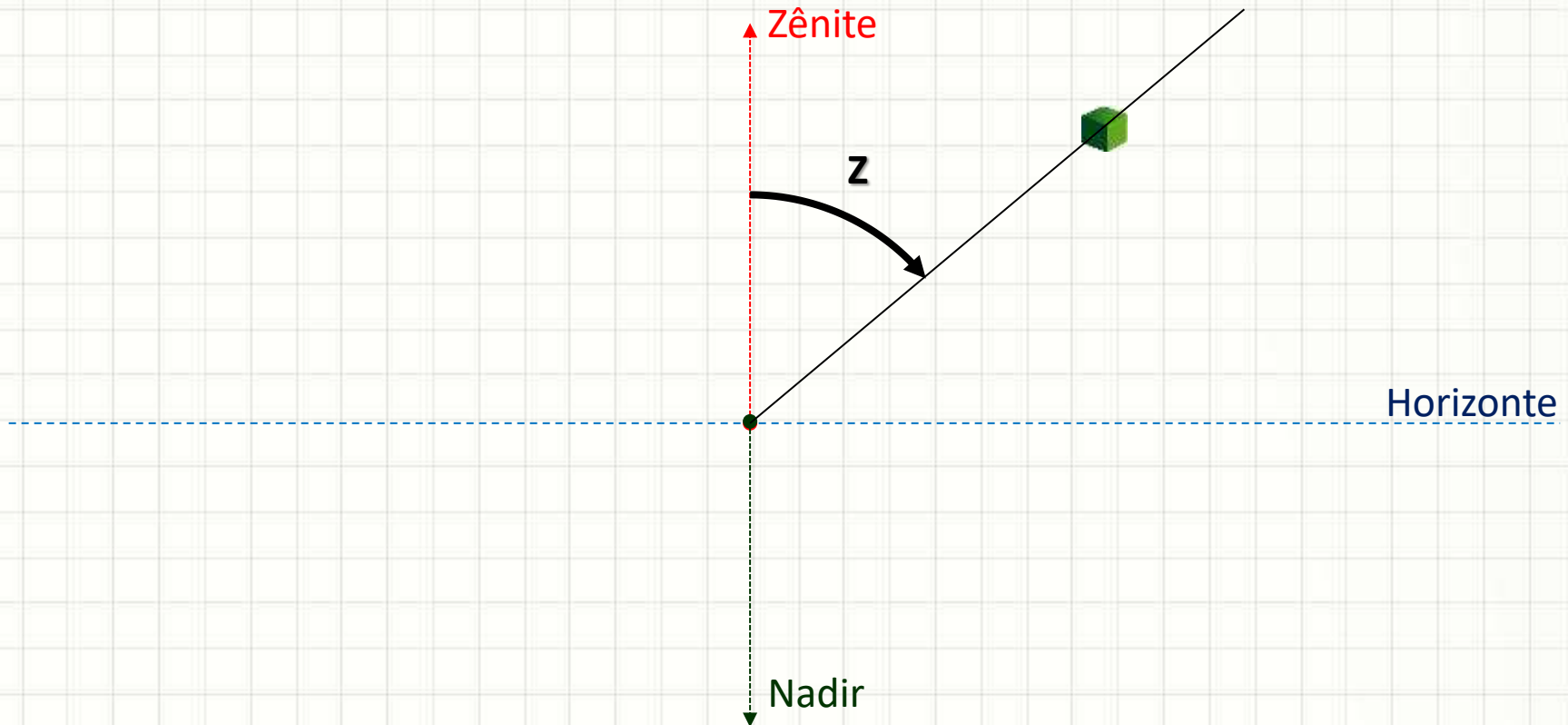
Medidas Topográficas Básicas

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



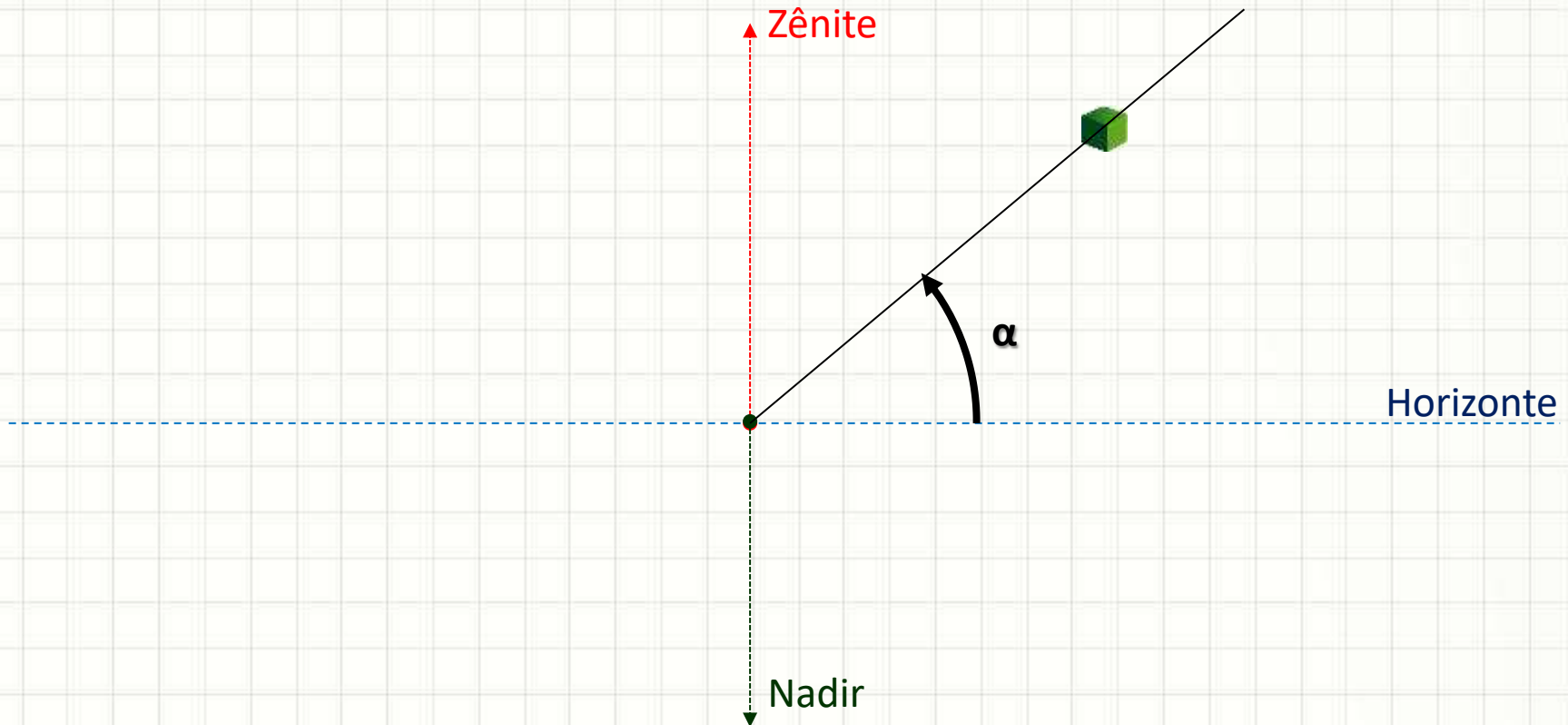
Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos no Plano **Vertical**
 - Zenitais



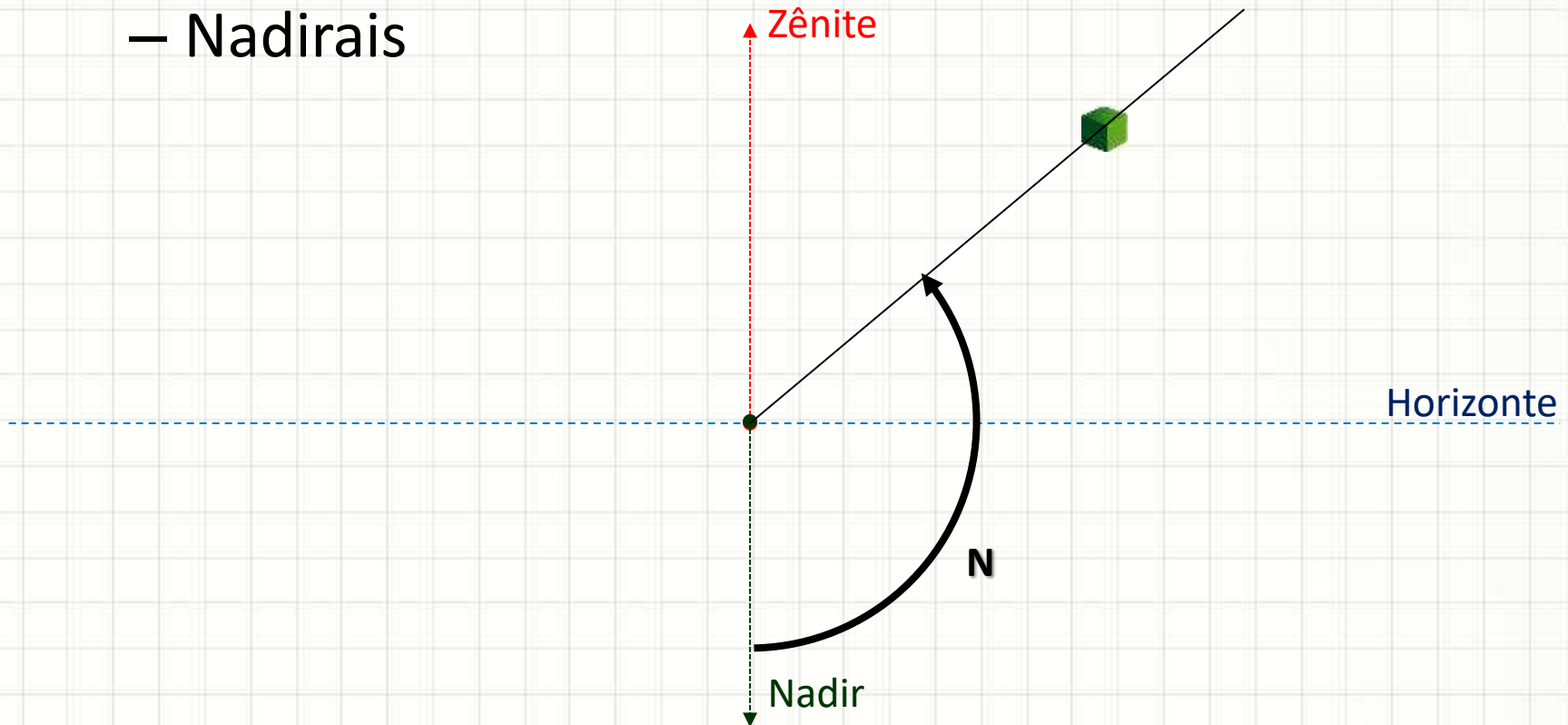
Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos no Plano **Vertical**
 - Zenitais
 - Normais



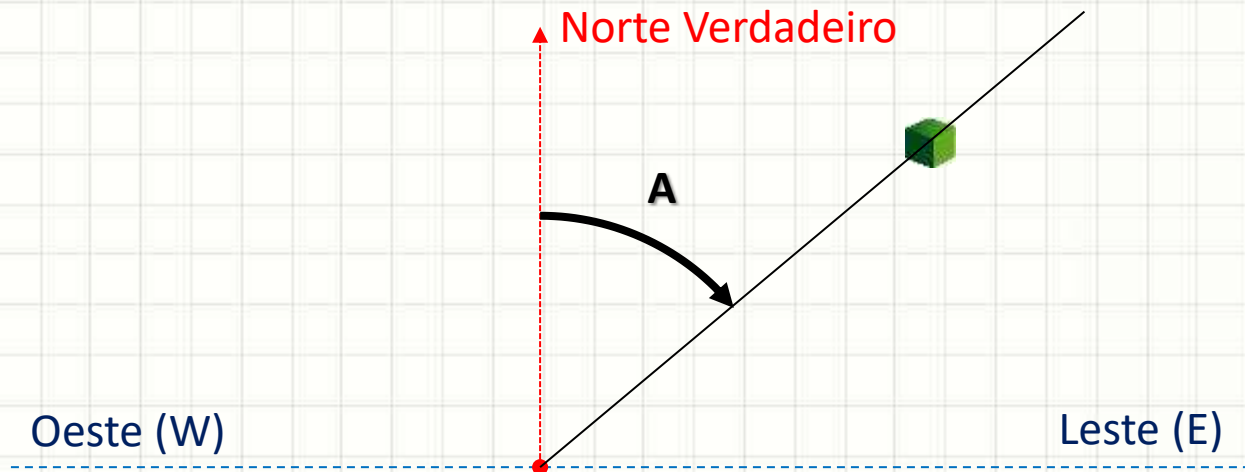
Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos no Plano **Vertical**
 - Zenitais
 - Normais
 - Nadirais



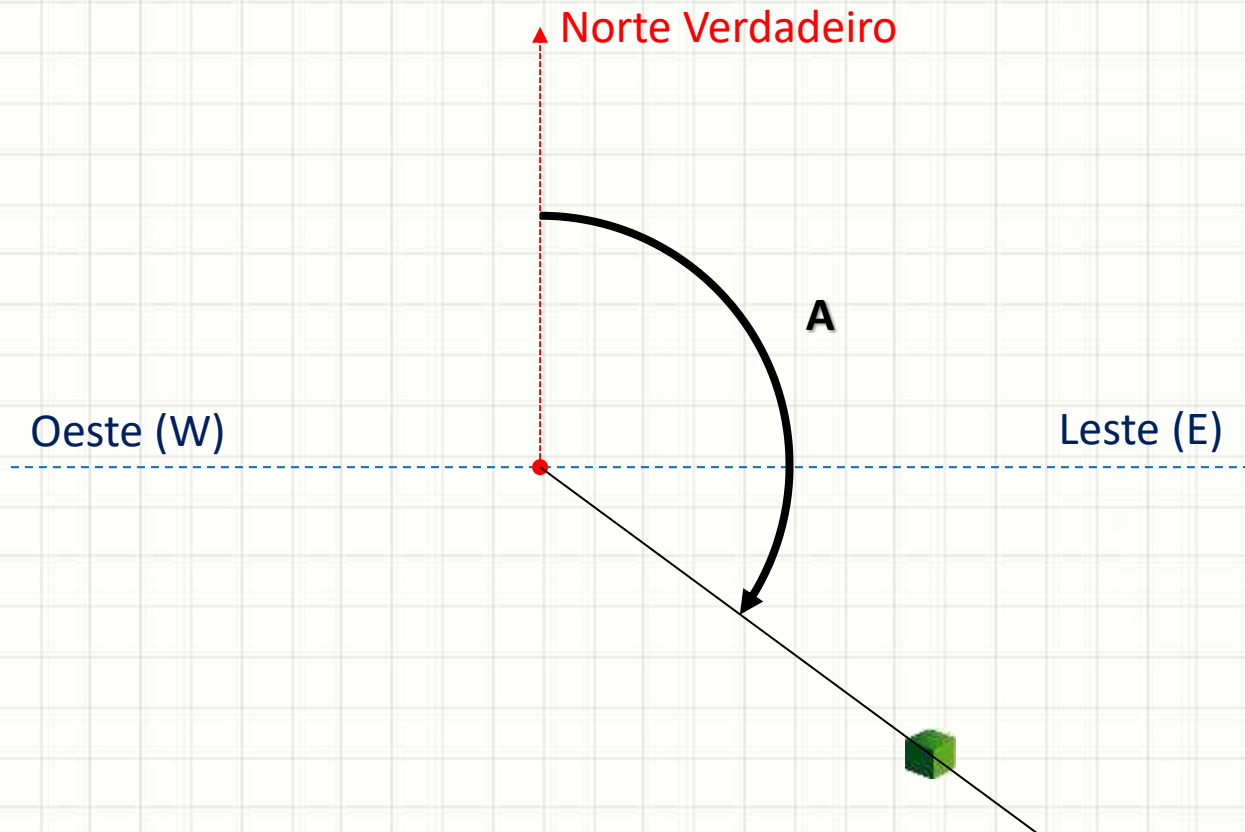
Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos no Plano **Horizontal**
 - Azimutes



Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos no Plano **Horizontal**
 - Azimutes

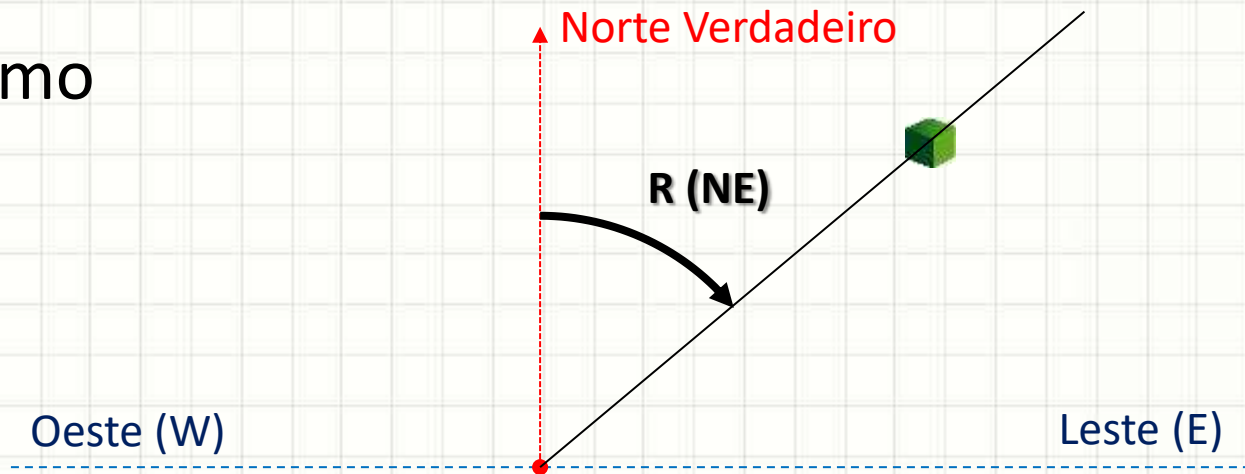


Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos no Plano **Horizontal**

- Azimutes

- Rumos

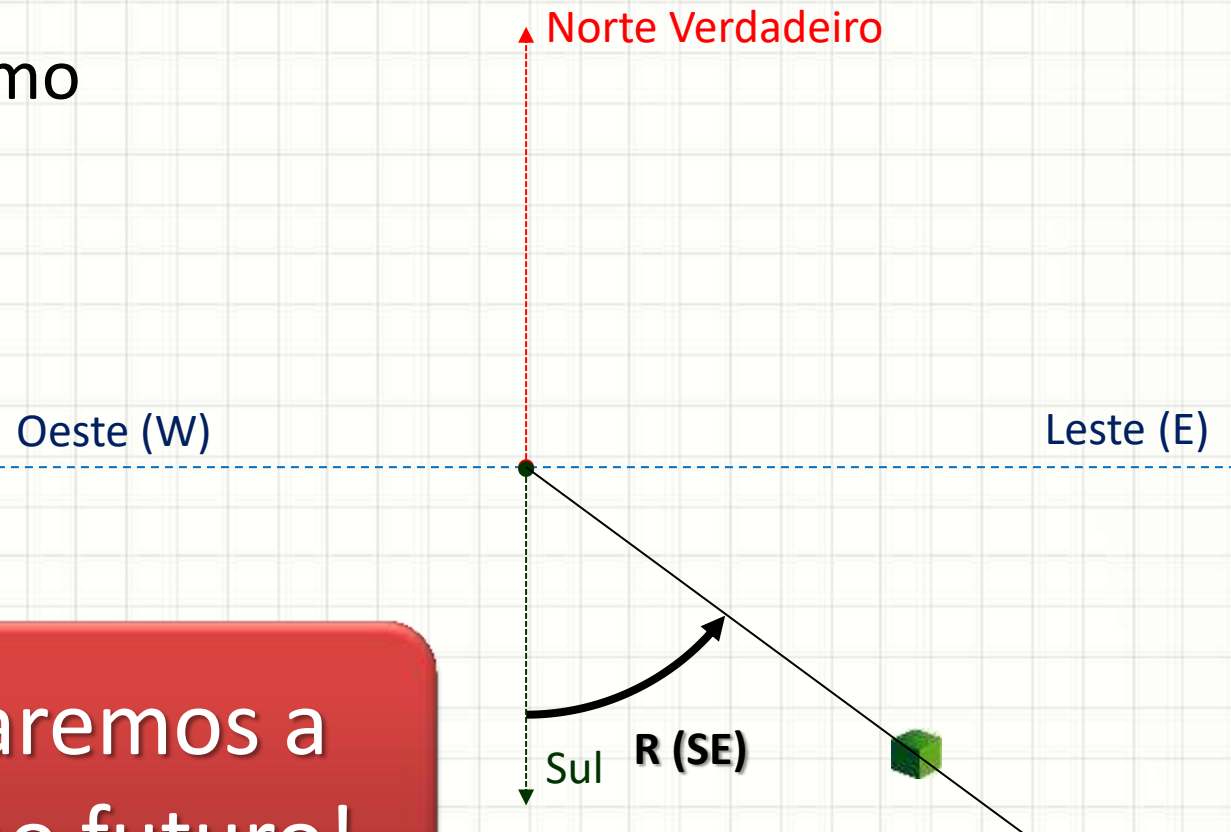


Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos no Plano **Horizontal**

- Azimutes

- Rumos



Voltaremos a
isso no futuro!



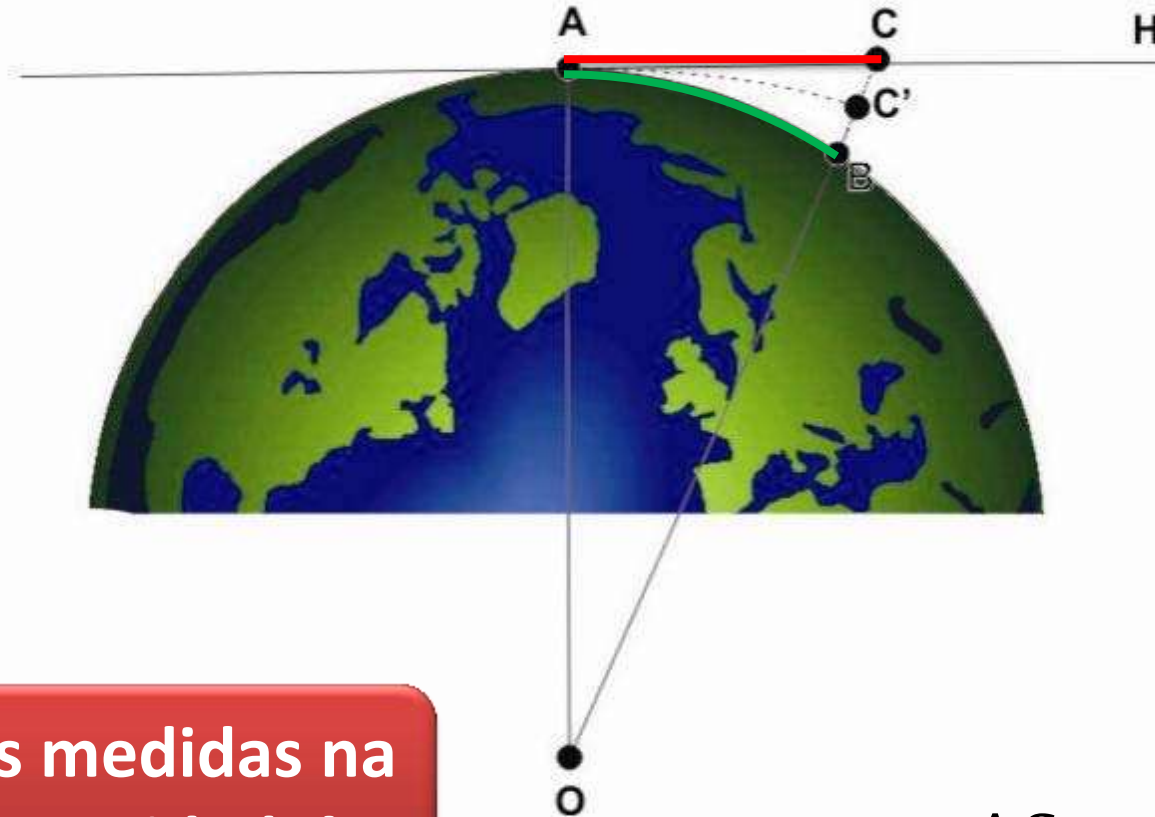
MEDIDAS TOPOGRÁFICAS: TIPOS E ORIGENS DOS ERROS

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...

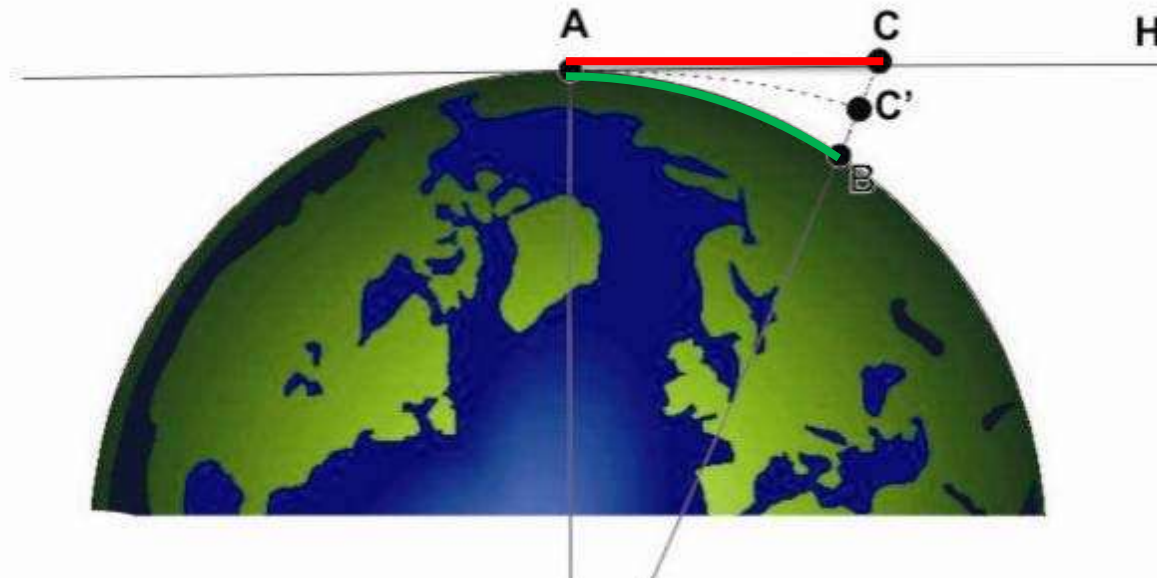


Todas as medidas na
mesma unidade!

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

Efeito da Curvatura na Distância

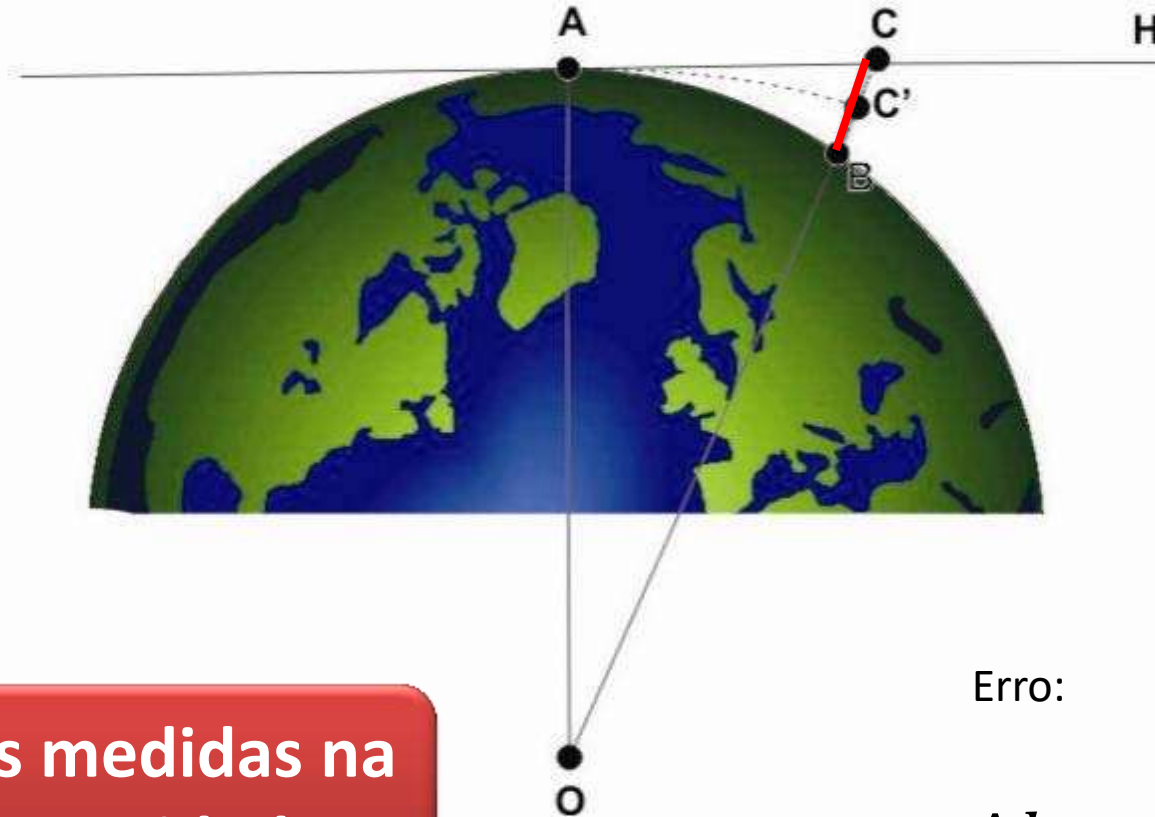
- Medindo distância...



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...



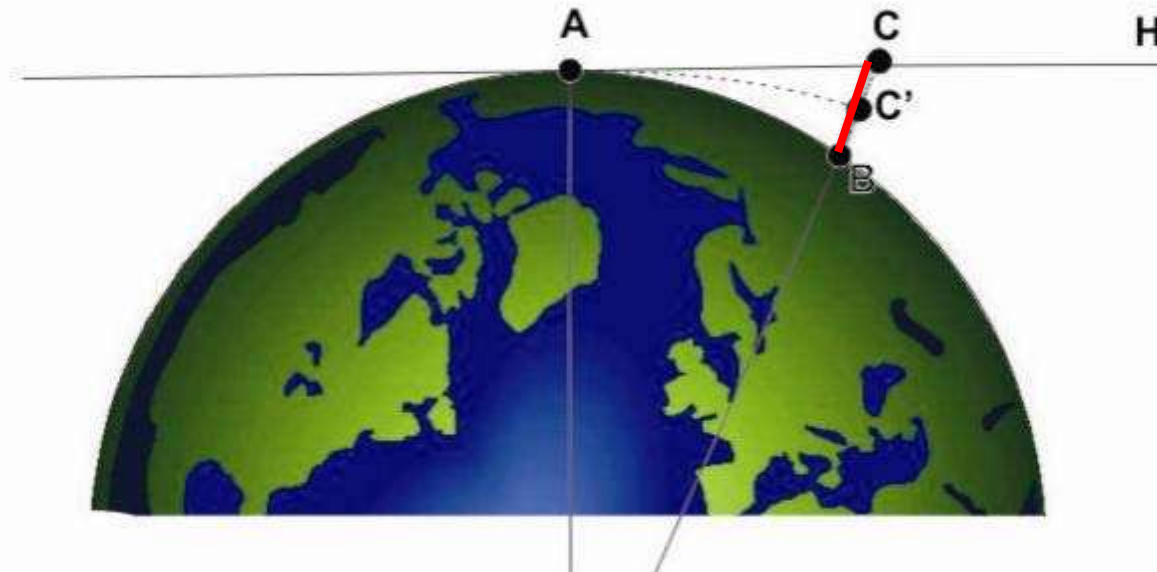
Erro:

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

Todas as medidas na
mesma unidade

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?

$$\Delta S = \frac{S^3}{3 \cdot R^2} \quad 0,5m \geq \Delta S = \frac{S^3}{3 \cdot R^2} \quad S \leq \sqrt[3]{1,5 \cdot R^2}$$

$$\mathbf{R=6.371.000m \rightarrow S \leq 39.340m}$$

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

$$\Delta h = \frac{S^2}{2 \cdot R} \quad 0,5m \geq \Delta h = \frac{S^2}{2 \cdot R} \quad S \leq \sqrt{R}$$

$$\mathbf{R=6.371.000m \rightarrow S \leq 2.524m}$$



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

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



EXERCÍCIO

Exercício (Quartetos/Entrega Individual)

1. Identifique, com ajuda do grupo, quais medidas da sala são necessárias para desenhá-la.
2. Cada aluno do grupo deve contar quantos passos tem cada uma das dimensões.
3. Cada aluno deve converter para “metros” as medidas que fez.
4. Como todos os alunos mediram todas as dimensões, é possível tirar a média das quatro leituras de cada dimensão (em metros)
5. Desenhe um croqui da sala de aula, indicando:
 - porta
 - lousa