



# TOPOGRAFIA

## MEDIDAS E REFERÊNCIAS: FORMA DA TERRA

Prof. Dr. Daniel Caetano

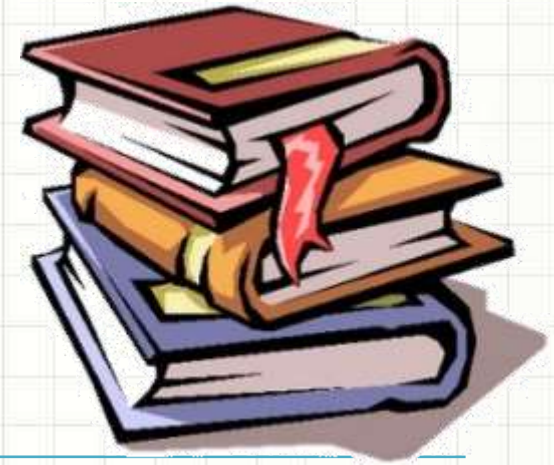
2016 - 1

# 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

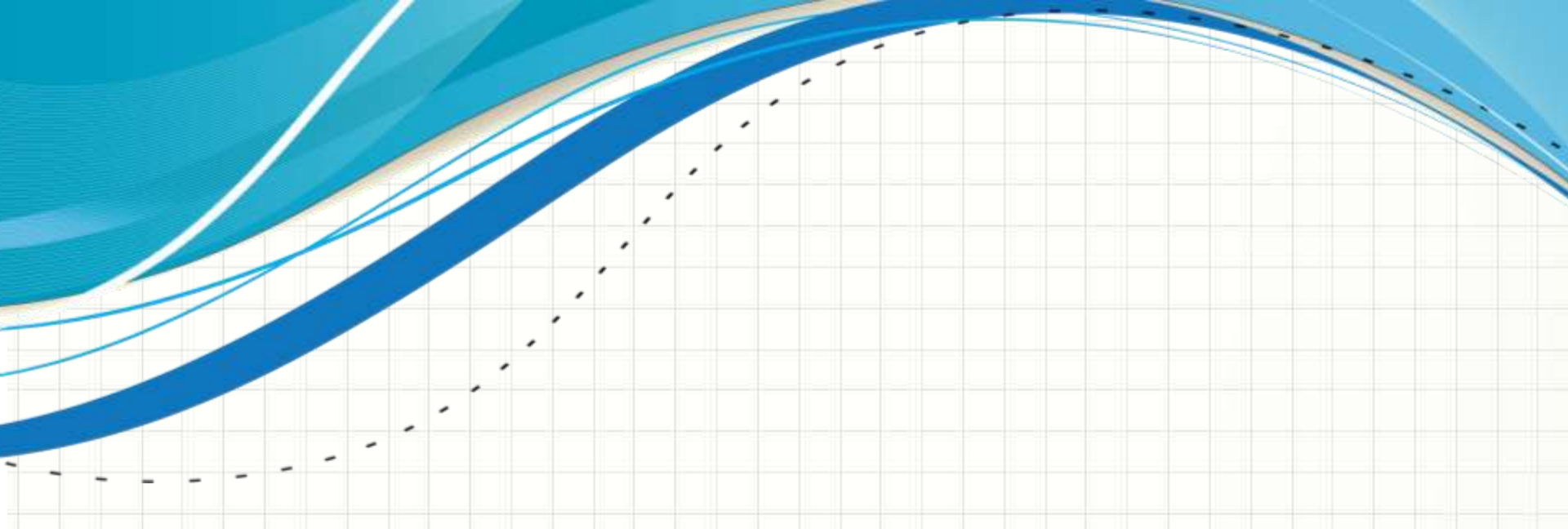
Topografia – Parte 1 – Págs 1-5, 15-18, 48-52  
Topografia – Parte 2 – Págs 87-88, 136-137

Biblioteca

Topografia v.1 (Borges)



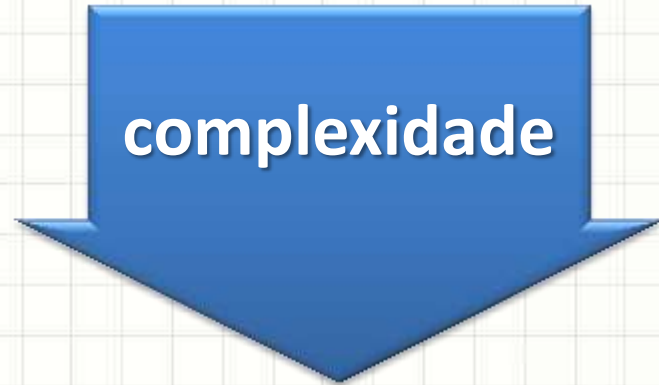
# **DISCUSSÃO DA ATIVIDADE**



**CONHECENDO  
MELHOR A TERRA**

# Forma e Dimensões da Terra

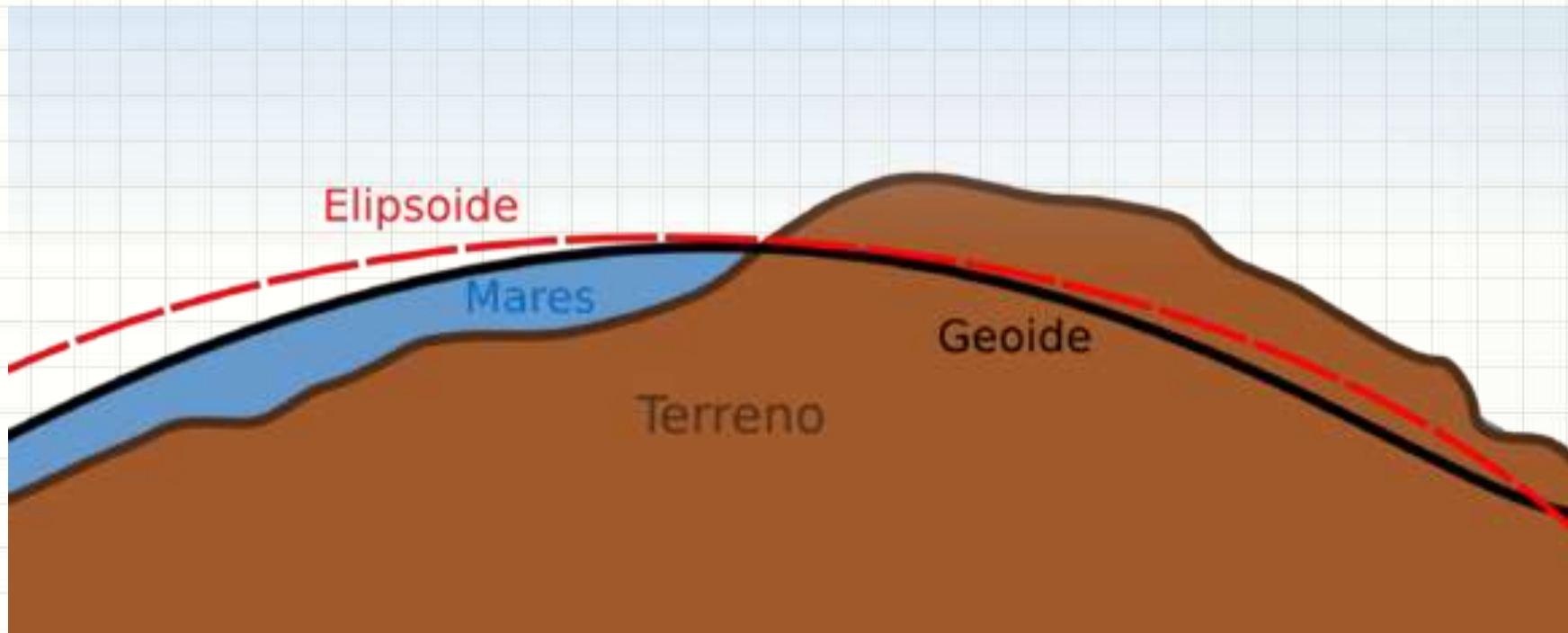
- Forma: não há modelo geométrico perfeito
- Dependendo da necessidade:
  - Plana
  - Esferoide (Esférica)
  - Elipsoide (Elíptica)
  - Geoide



# Forma e Dimensões da Terra

- **Geoide** [\(vídeo\)](#)

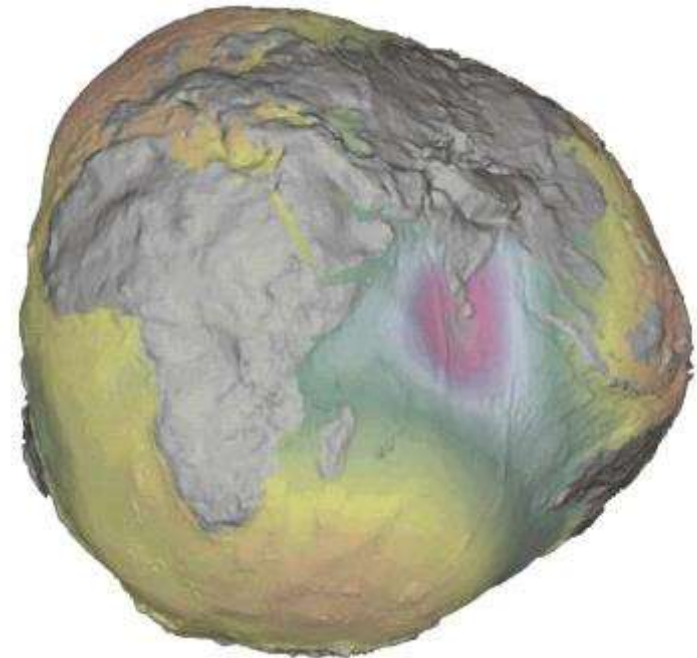
- Superfície formada através de uma prolongação do nível médio dos mares para o interior dos continentes



# 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

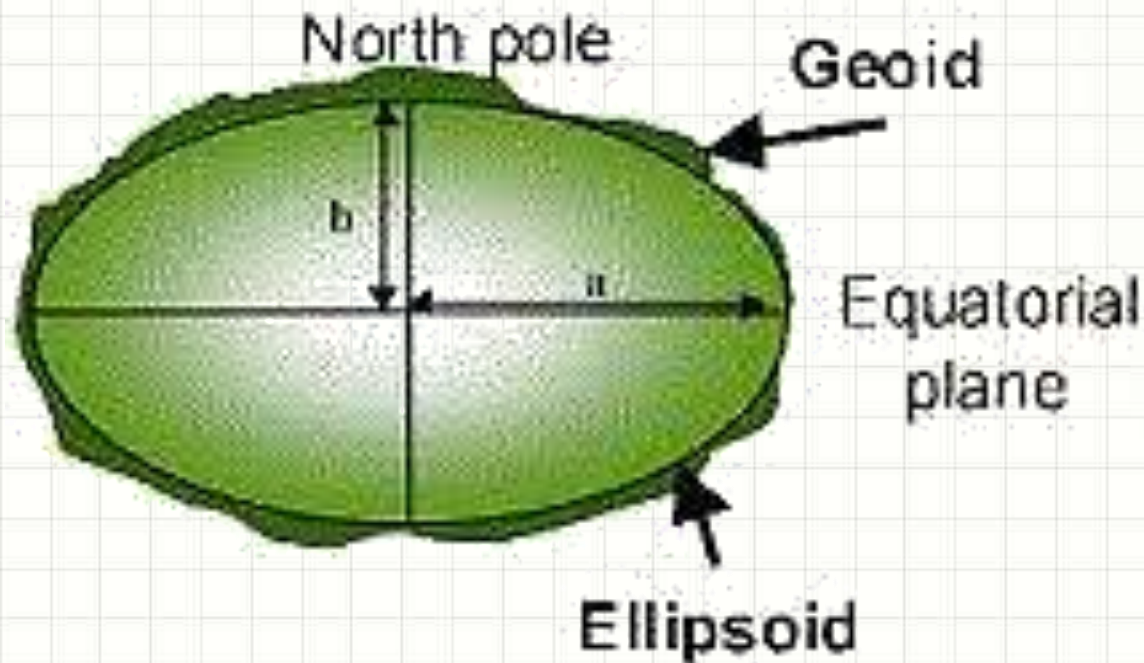




# Forma e Dimensões da Terra

- **Elipsoide**

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



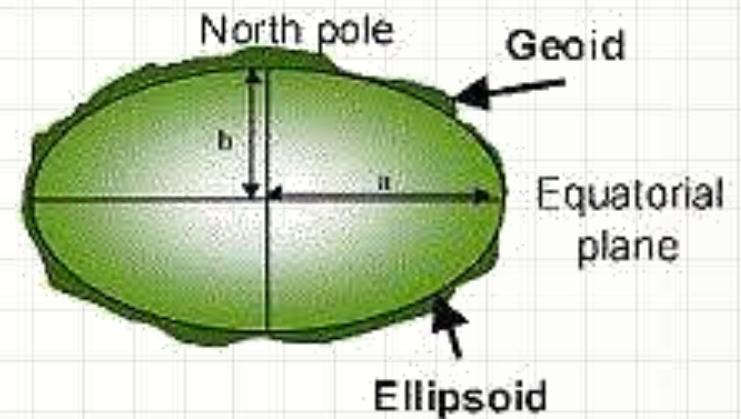
# Forma e Dimensões da Terra

- **Elipsoide**

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

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

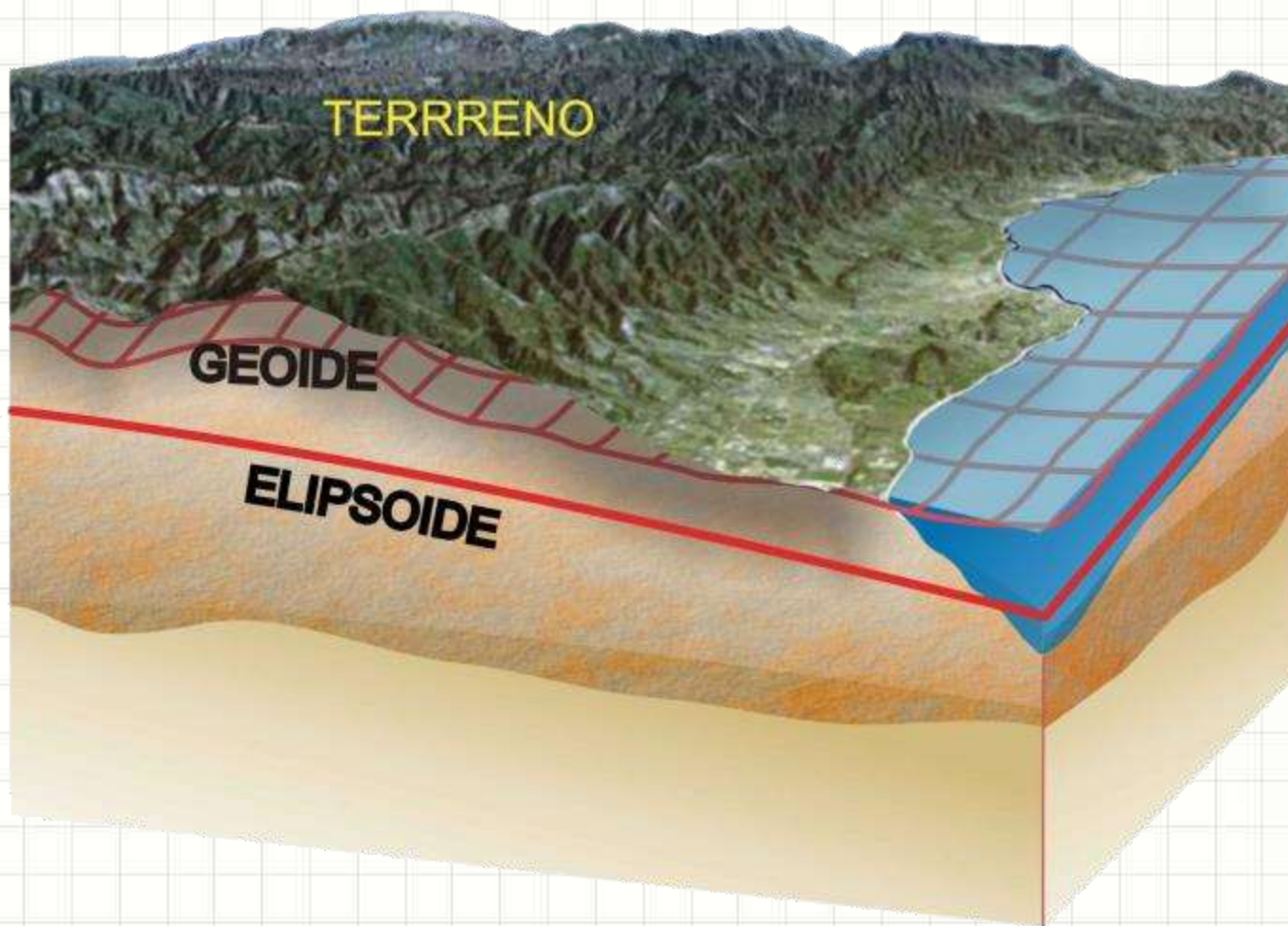
- $\alpha$  - achatamento
- $a$  – semi-eixo maior
- $b$  – semi-eixo menor



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

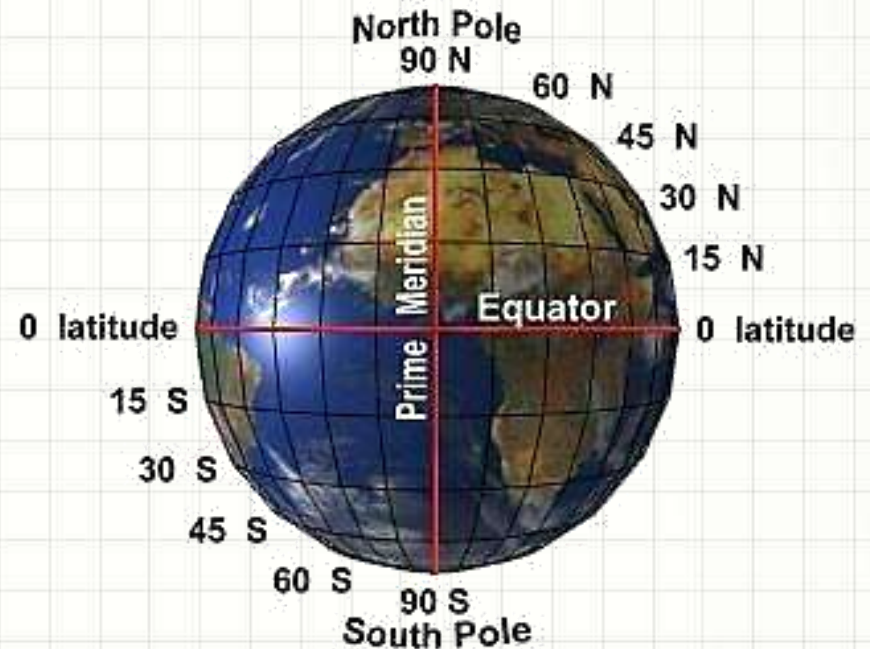
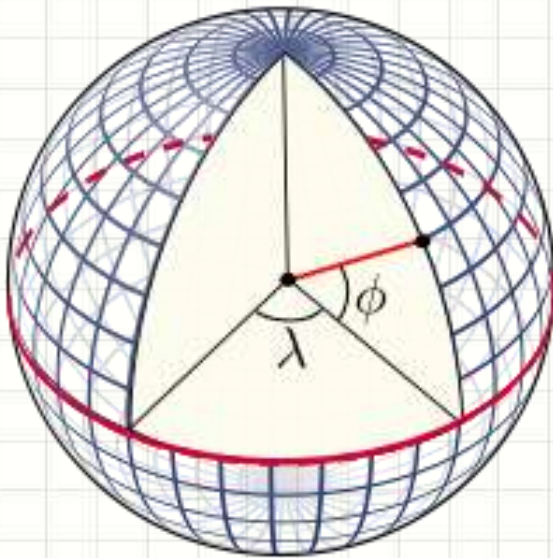
# Forma e Dimensões da Terra

- **Elipsoide x Geóide x Terreno**



# Forma e Dimensões da Terra

- **Esférica (raio 6.371.000m)**
  - Muitas aplicações: latitude e longitude
  - Latitude ( $\phi$ ): a partir do equador
  - Longitude ( $\lambda$ ): 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



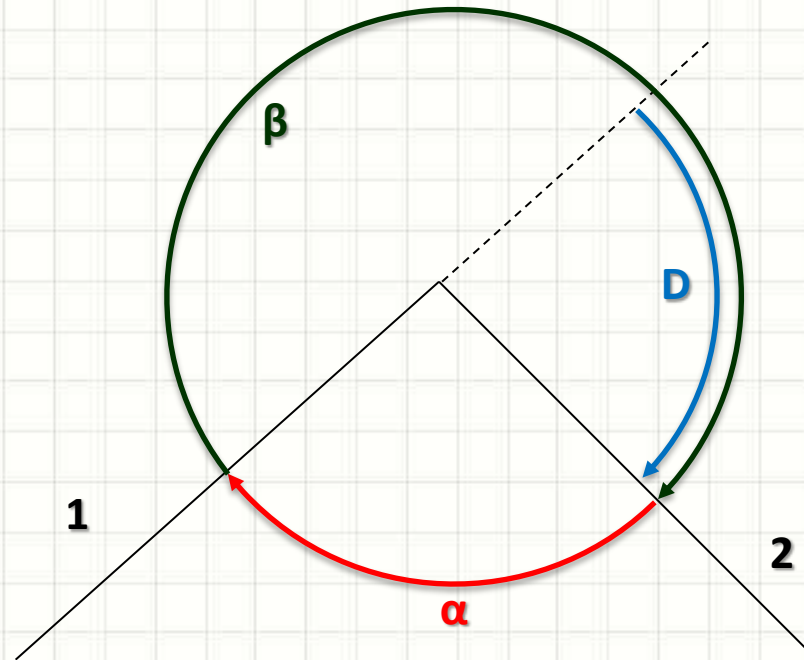


# **MEDIDAS TOPOGRÁFICAS**

# Medidas Topográficas Básicas

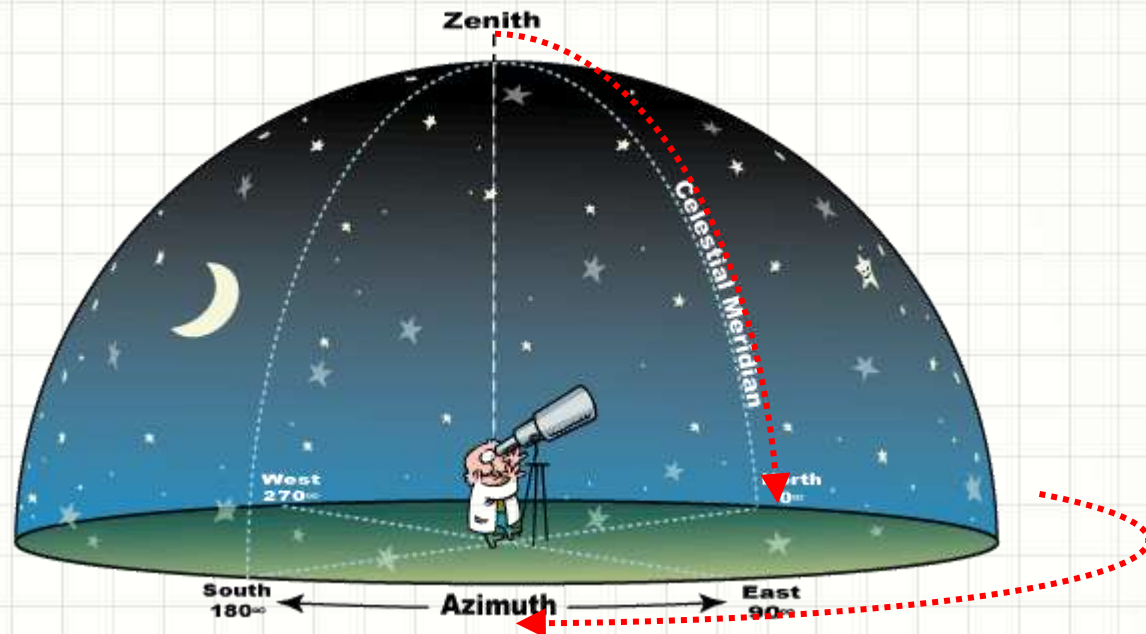
- Plano topográfico
  - Distâncias x Ângulos

**$\alpha$**  – ângulo horário interno  
 **$\beta$**  – ângulo horário externo  
**D** – ângulo de deflexão



# Medidas Topográficas Básicas

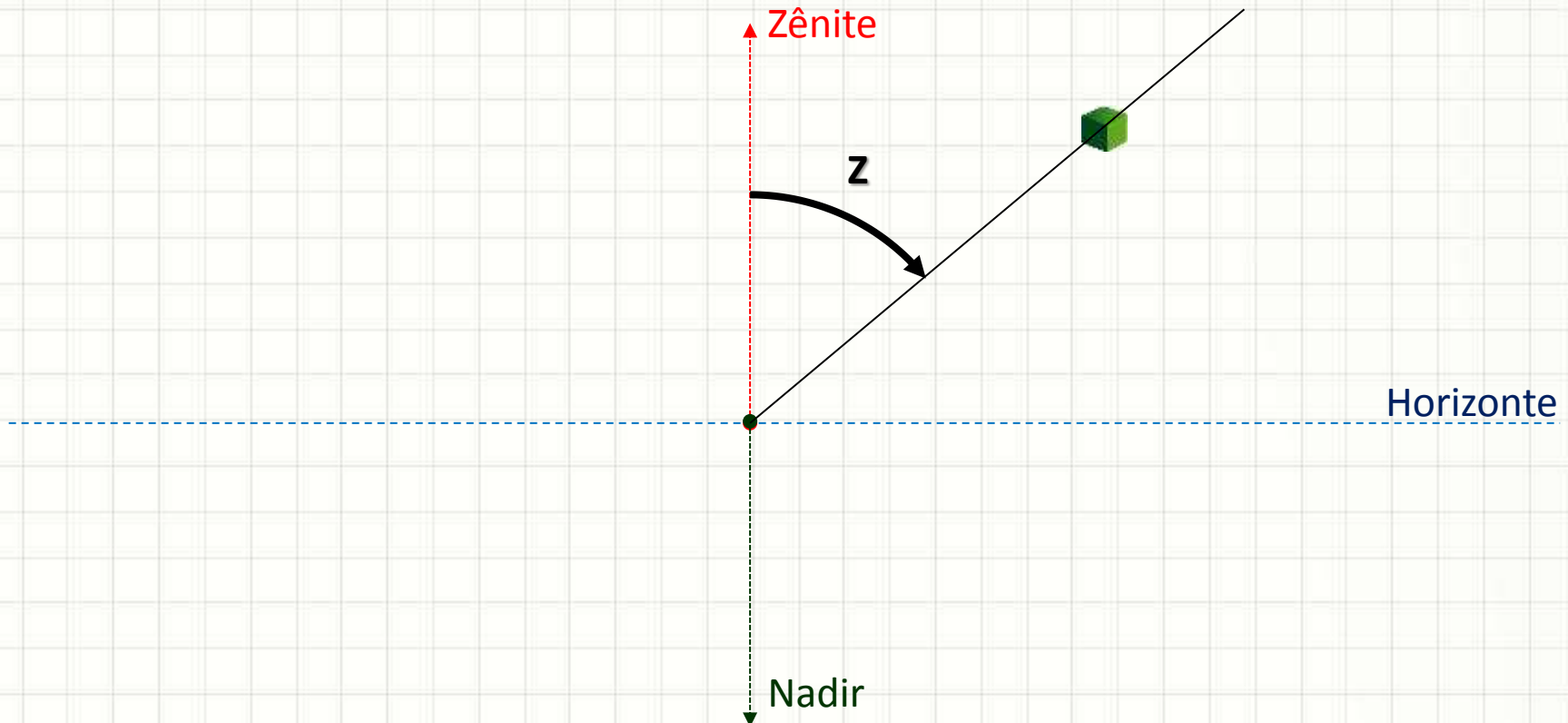
- Plano topográfico
  - Distâncias x Ângulos
  - Ângulos Zenitais (Verticais – Zênite / Para baixo)
  - Ângulos Azimutais (Horizontais – Norte / Horário)





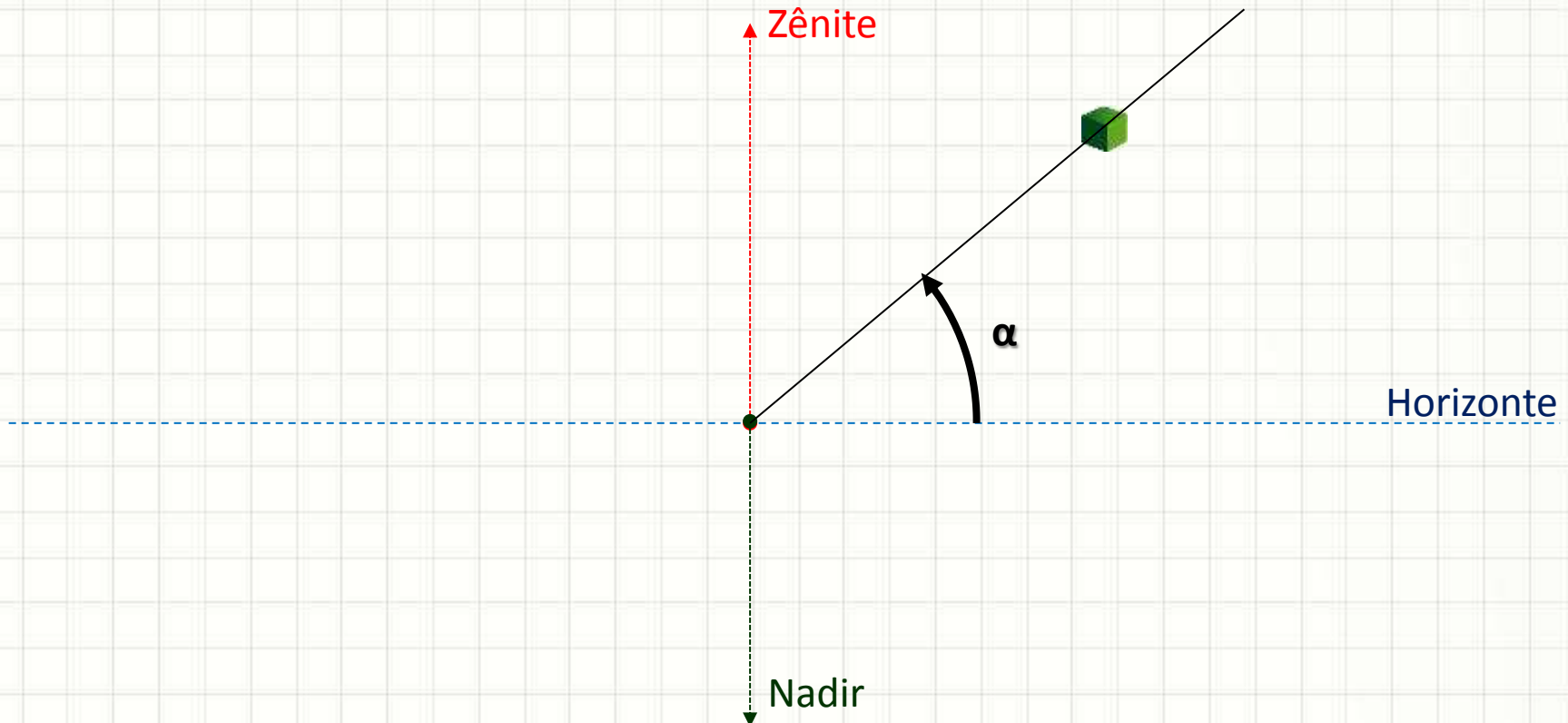
# Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos **Verticais**
  - Zenitais



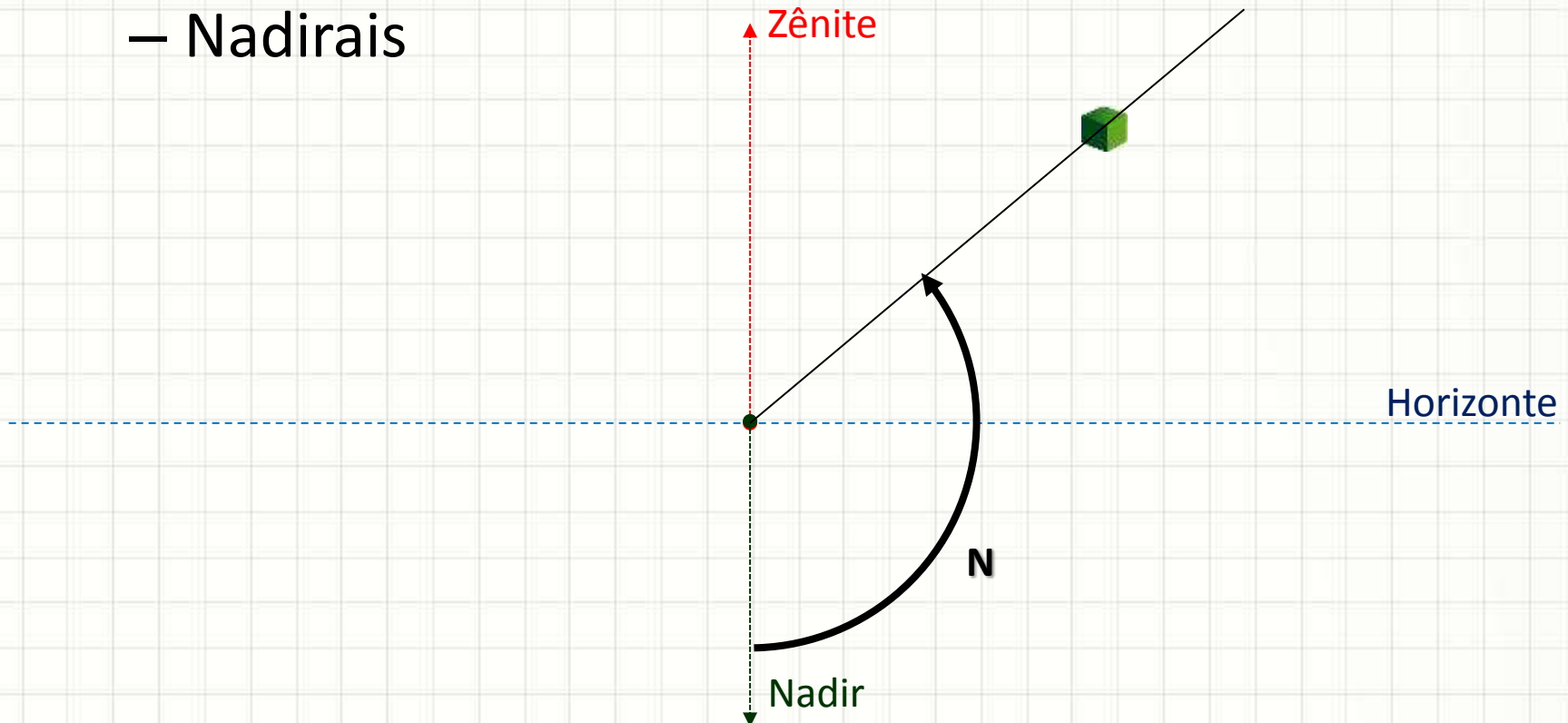
# Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos **Verticais**
  - Zenitais
  - Normais



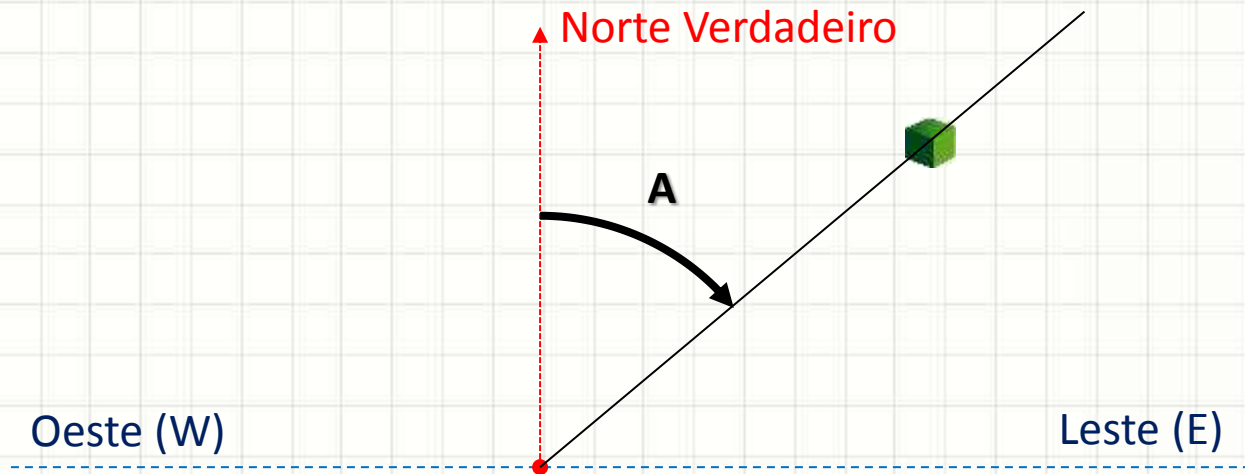
# Medidas Topográficas Básicas

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



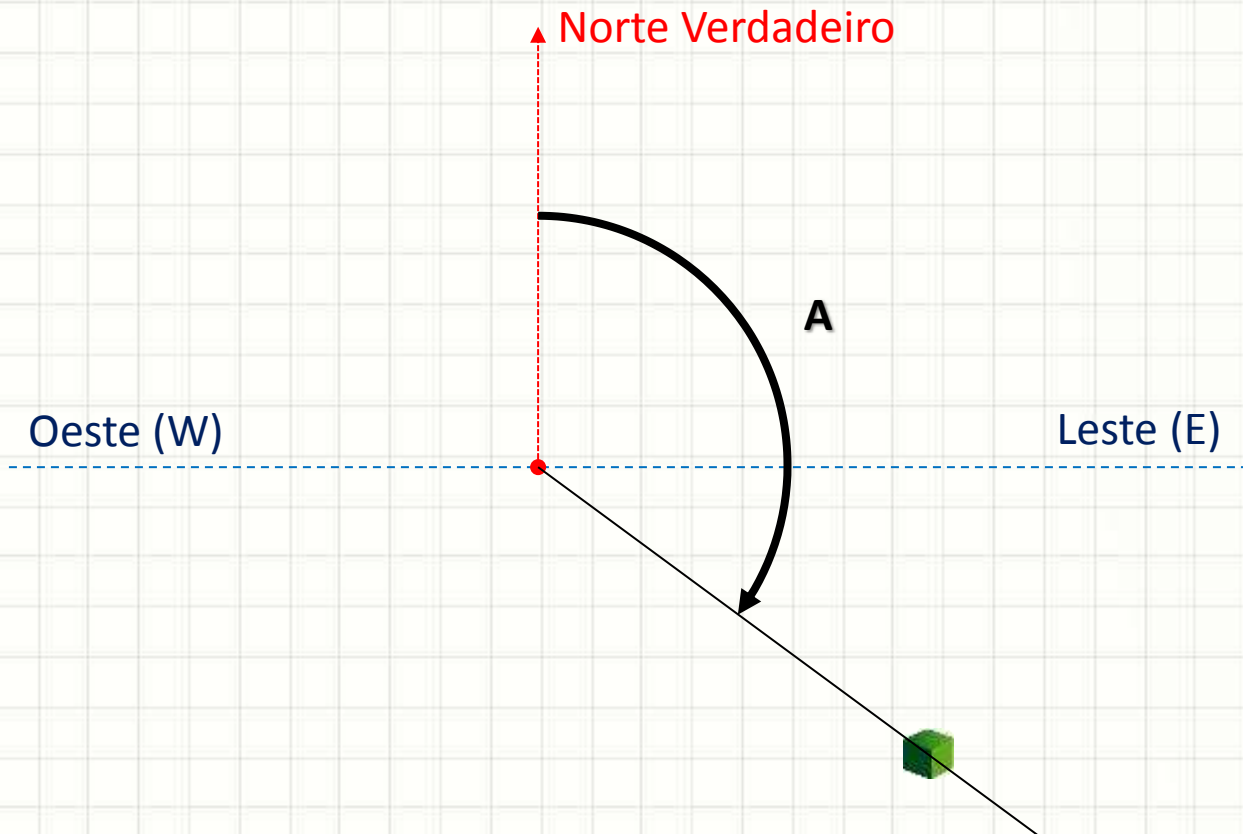
# Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos Horizontais
  - Azimutes



# Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos Horizontais
  - Azimutes

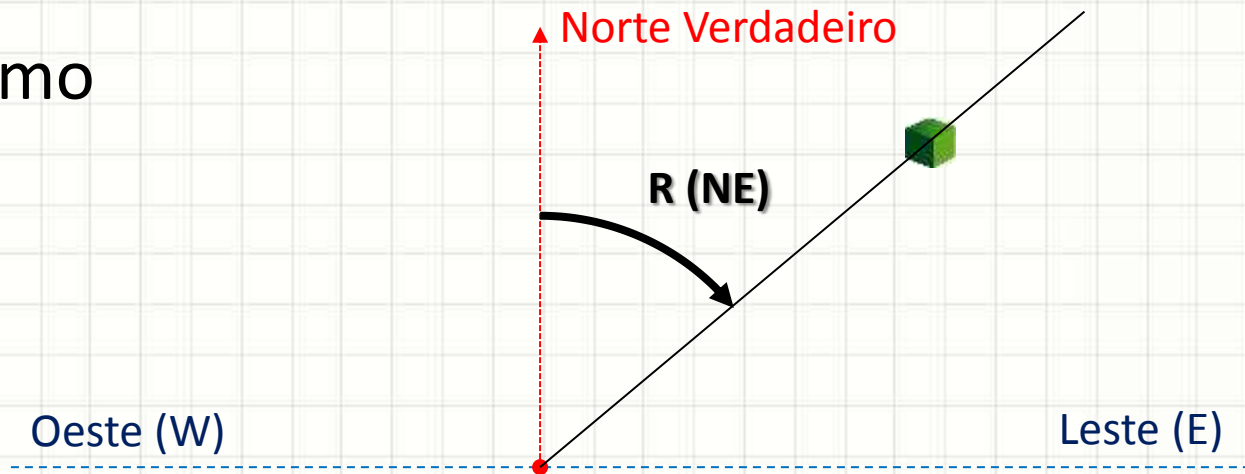


# Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos Horizontais

- Azimutes

- Rumos

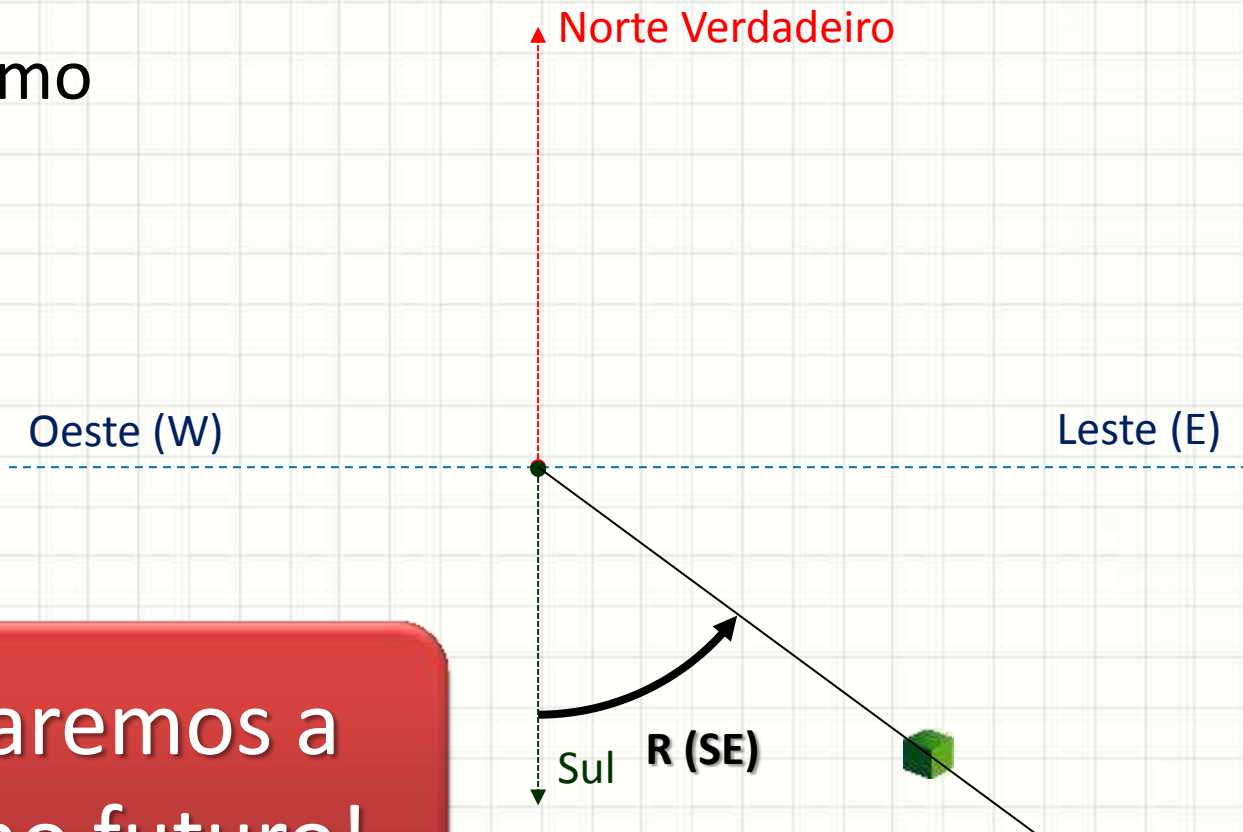


# Medidas Topográficas Básicas

- Ângulos Horizontais

- Azimutes

- Rumos



Voltaremos a  
isso no futuro!



# **MEDIDAS TOPOGRÁFICAS: TIPOS E ORIGENS DOS ERROS**

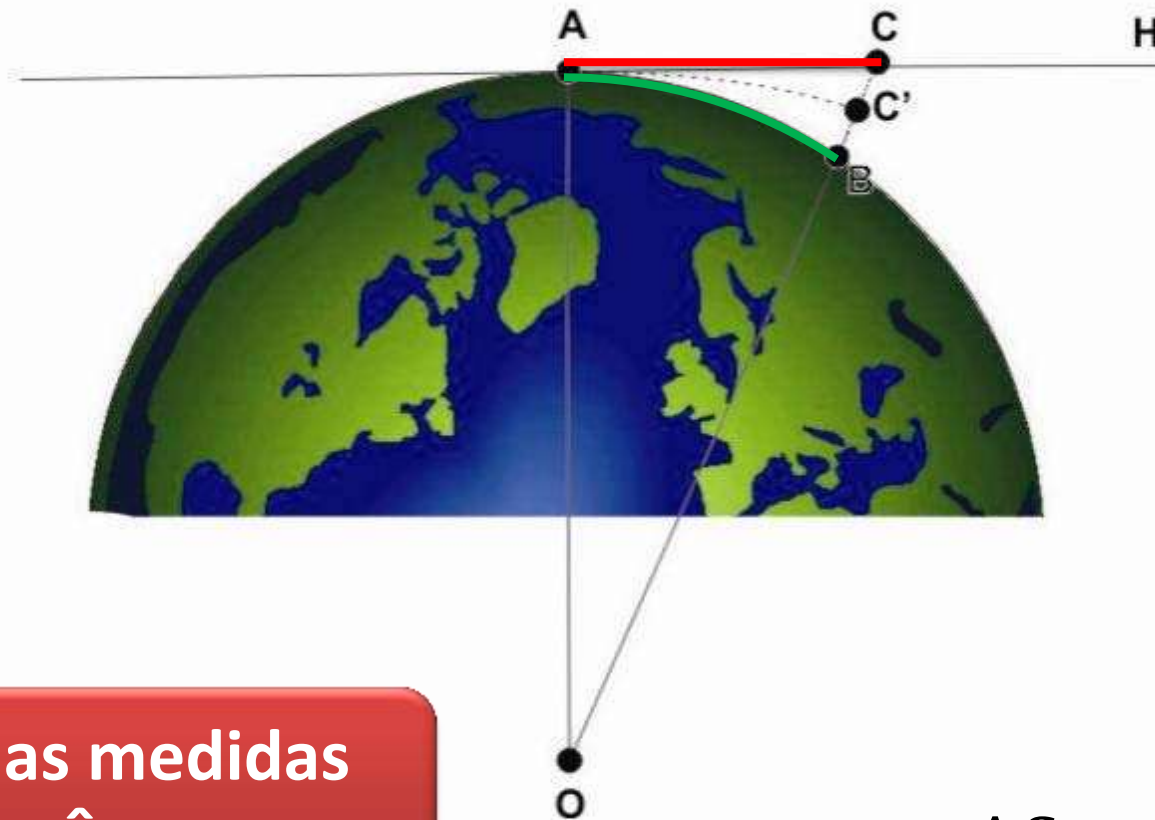


# Medidas Topográficas Básicas

- 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...

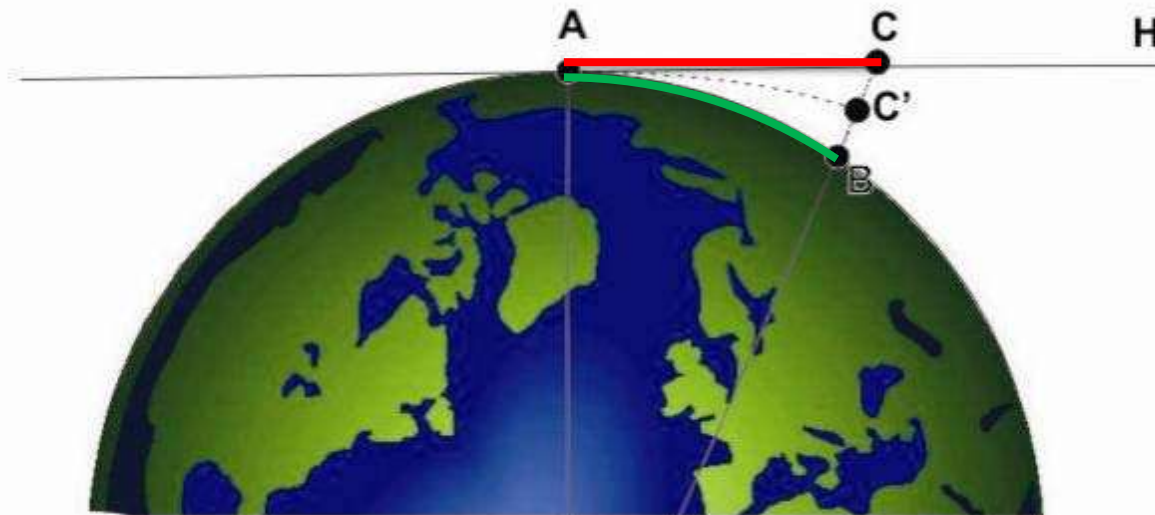


Todas as medidas  
em **QUILÔMETROS**

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

# Efeito da Curvatura na Distância

- Medindo distância...



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

# Efeito da Curvatura na Altura

- Medindo altura...



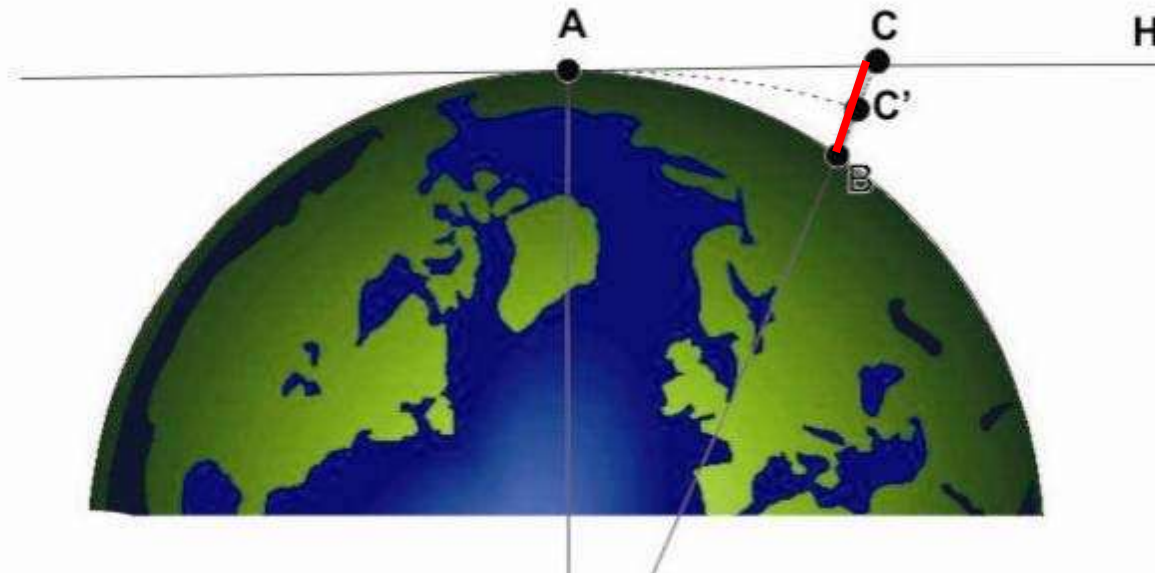
Todas as medidas  
em **QUILÔMETROS**

Erro:

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

# Efeito da Curvatura na Altura

- Medindo altura...



S	$\Delta h$
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?

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



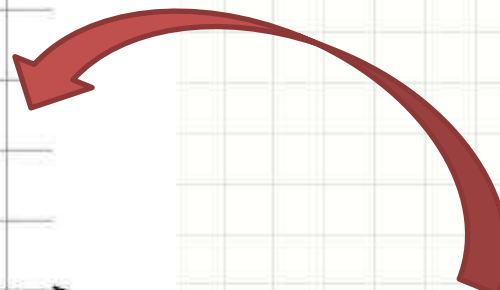
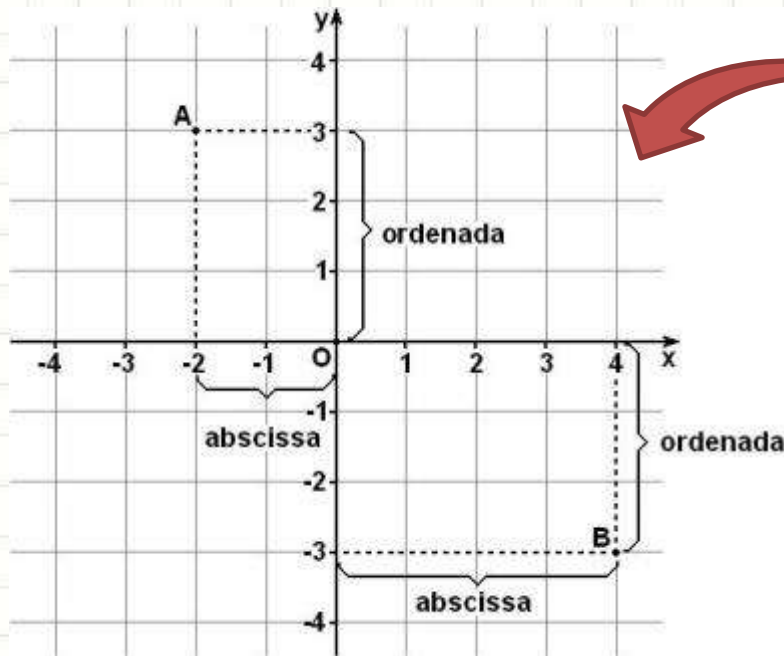
**PAUSA PARA O CAFÉ!**



# **REFERENCIAL DE POSICIONAMENTO**

# Referencial de Posicionamento

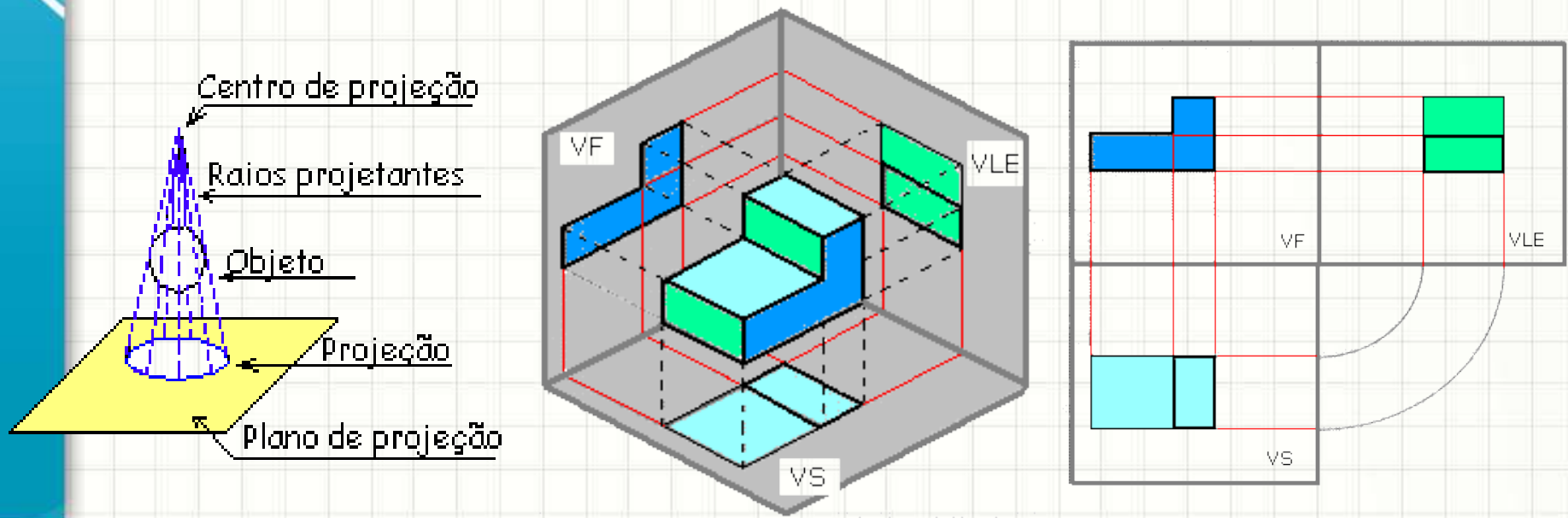
- Costumamos usar o plano cartesiano



Como colocar a Terra no plano?

# Referencial de Posicionamento

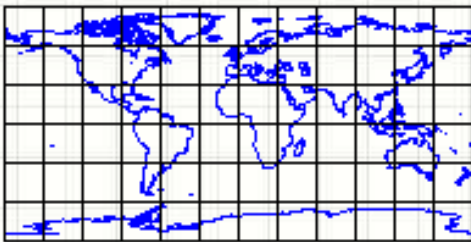
- Como fazer uma planta/carta/mapa?
  - Terra “elíptica” x Papel plano
- **Terra Plana:** simples, mas alto desvio
- **Outras formas:** complexo, desvio mais baixo
  - **Projeção:** representar forma 3D no plano



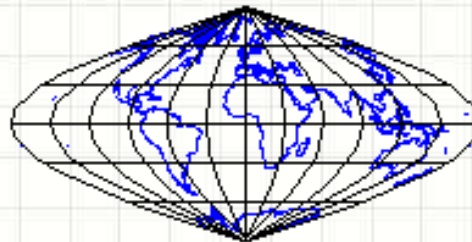
# Referencial de Posicionamento

- Minimizar a distorção

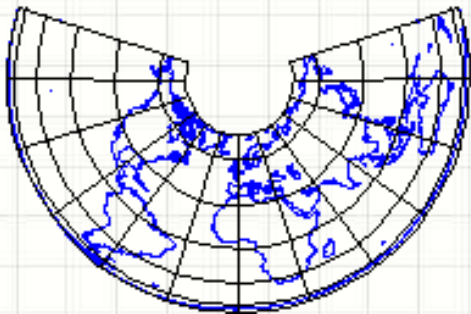
**Cylindric**



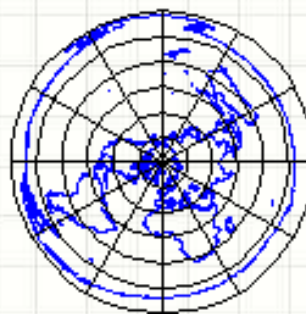
**Pseudocylindric**



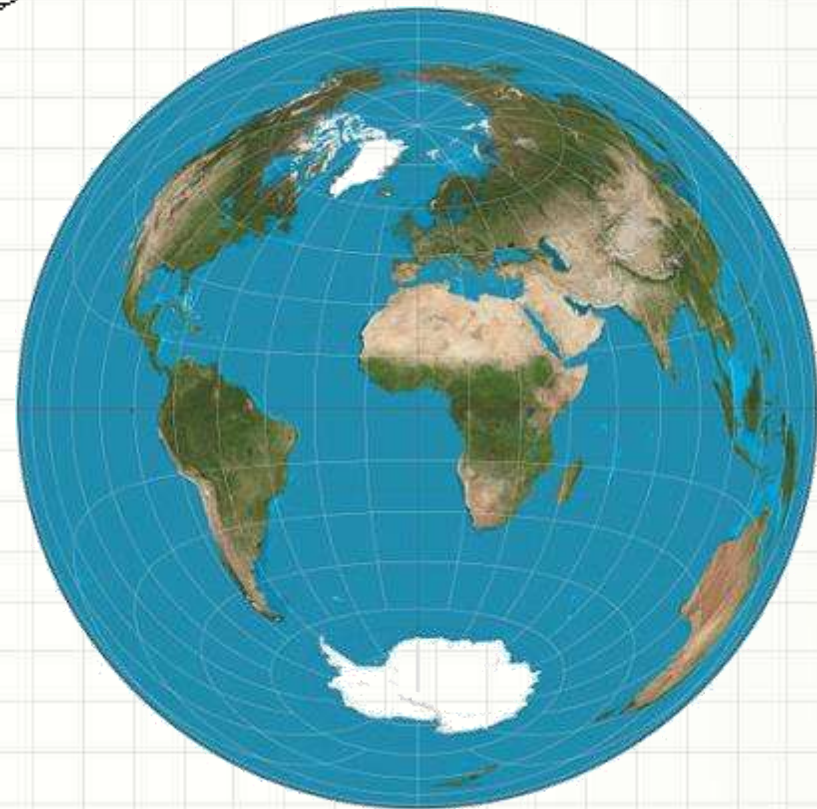
**Conic**



**Planar**

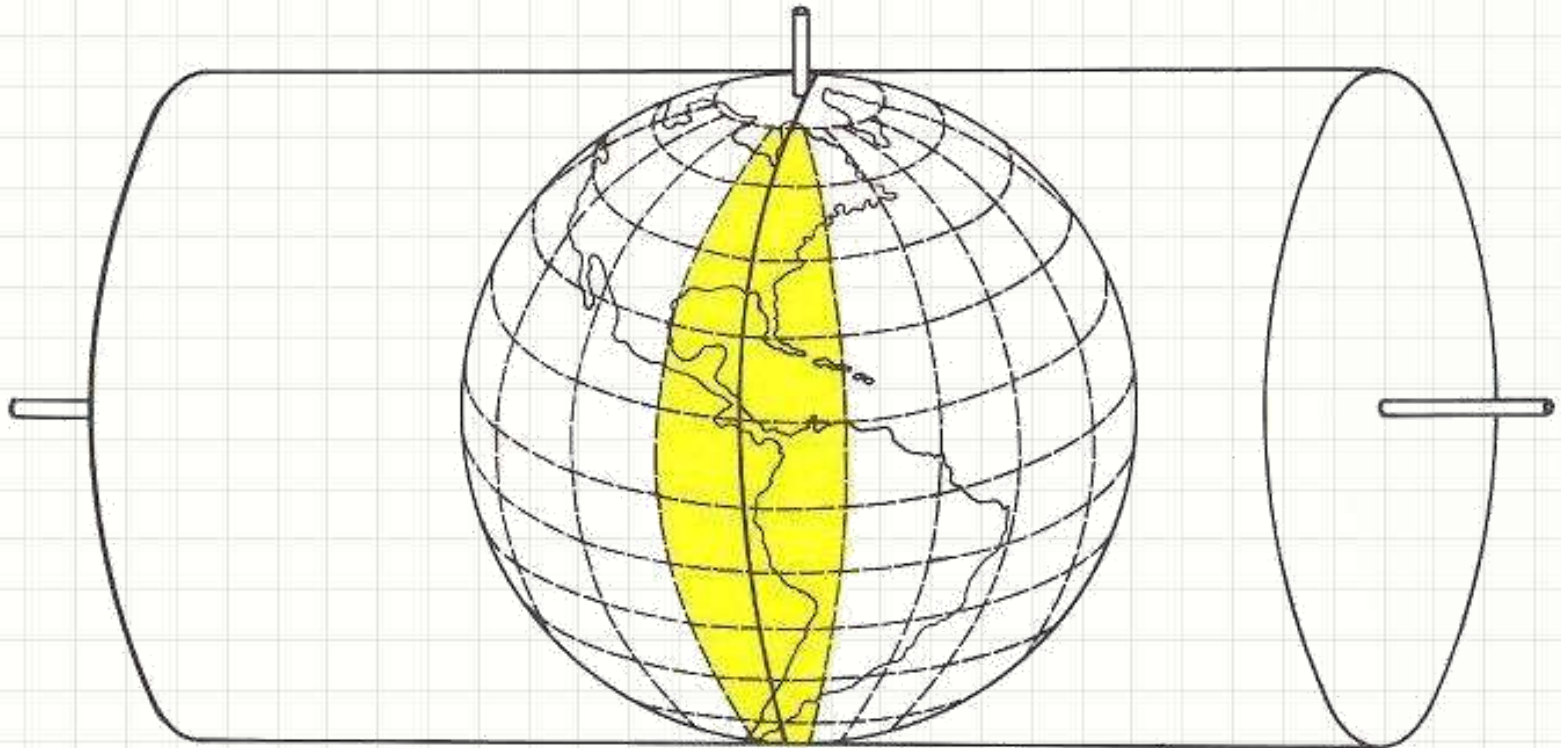


Dá pra medir  
distâncias aqui?



# Referencial de Posicionamento

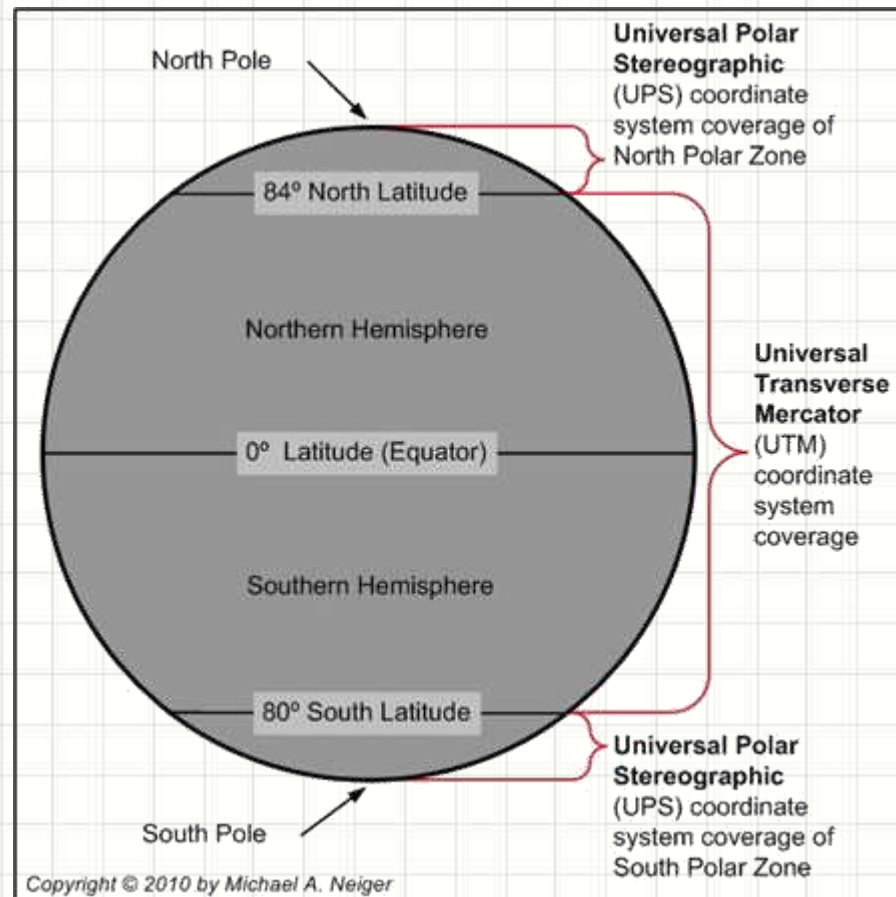
- Projeção Cilíndrica Transversal de Mercator





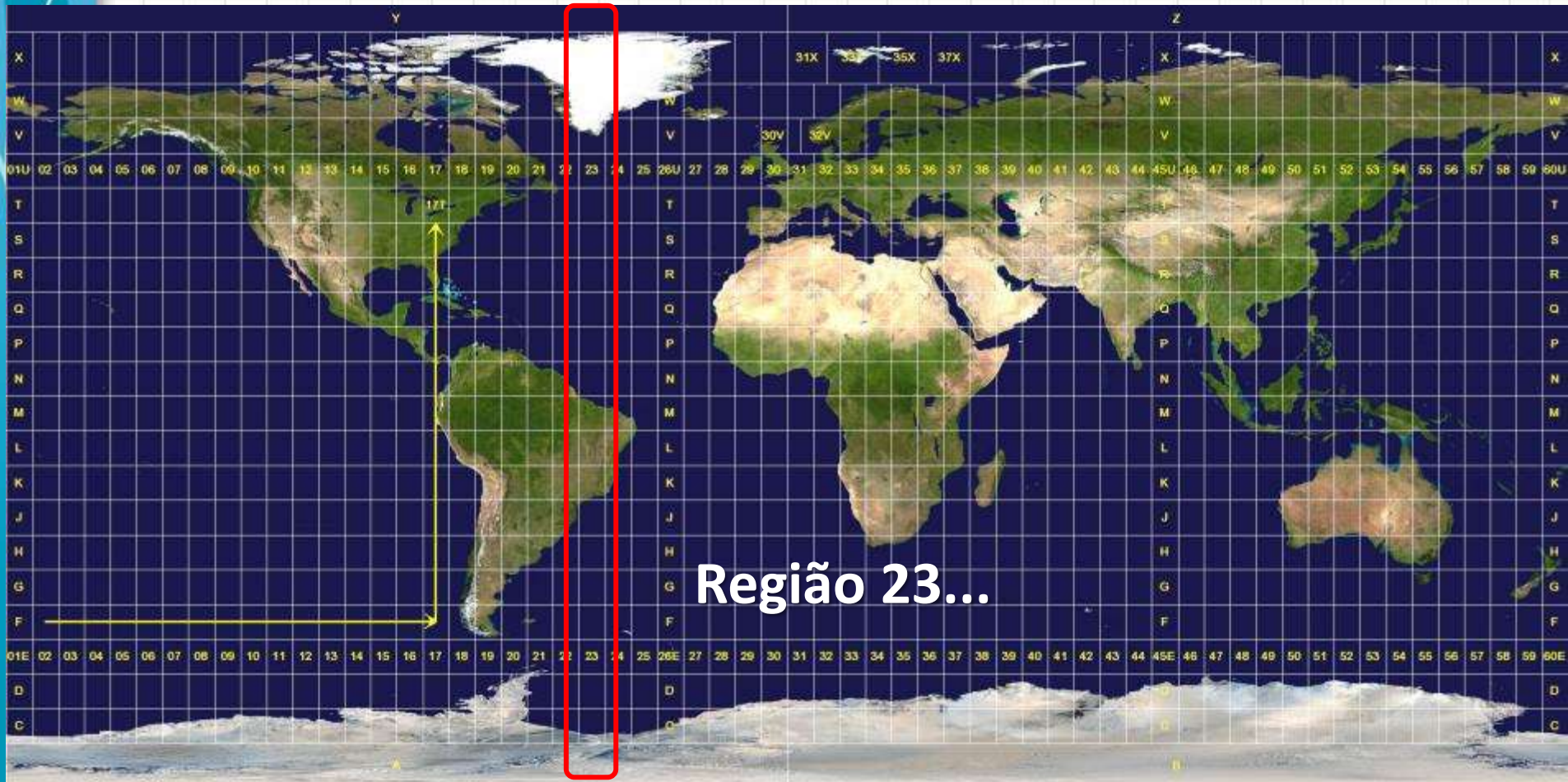
# Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



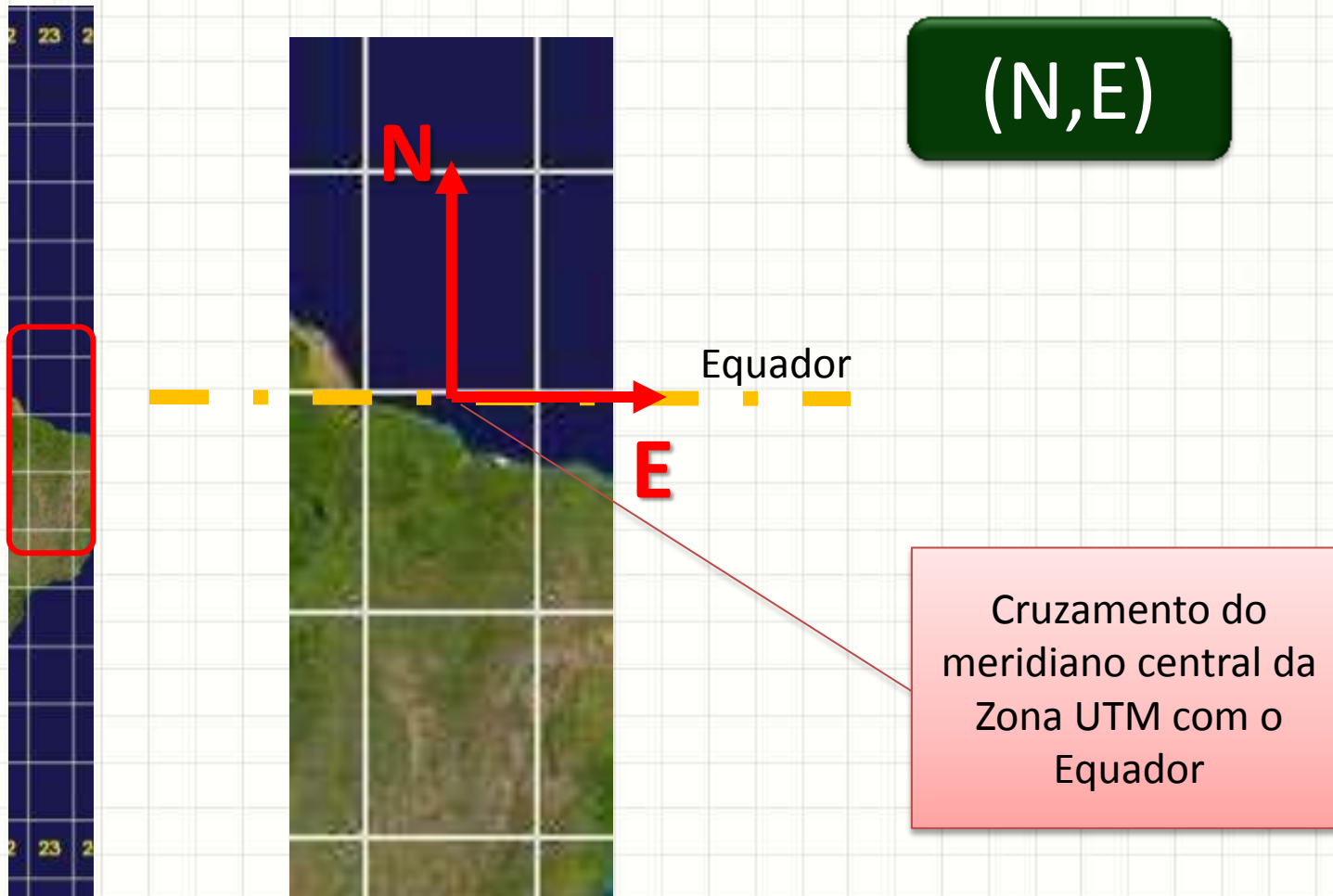
# Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



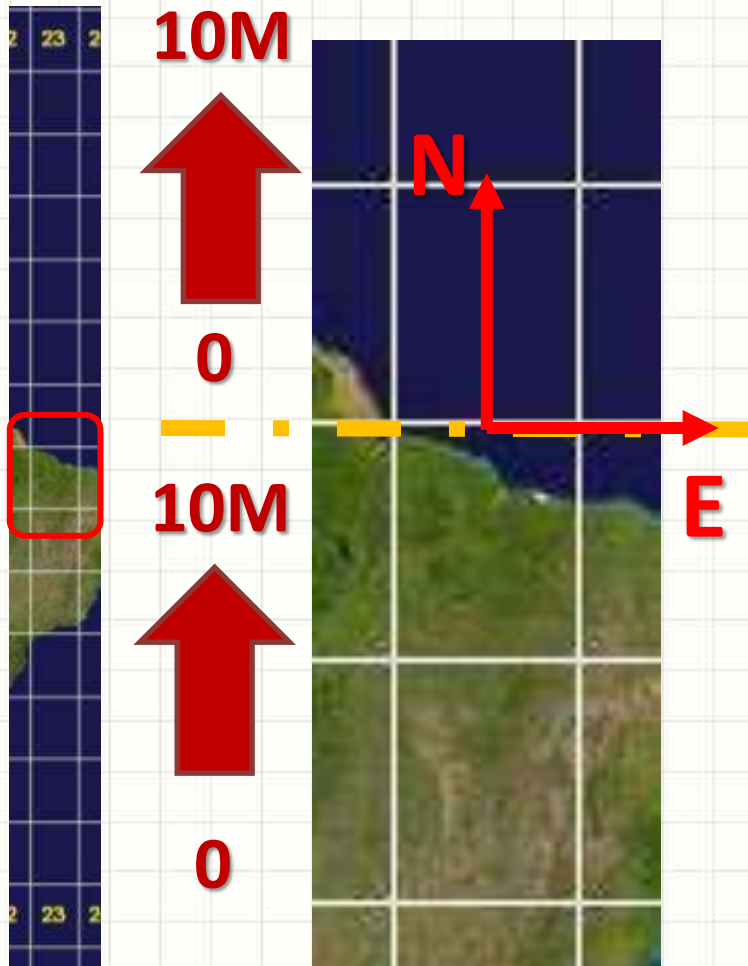
# Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



# Referencial de Posicionamento

- Sistema UTM – Universal Transverse Mercator



(N,E)

Como varia a coordenada N?

Hemisfério Norte:

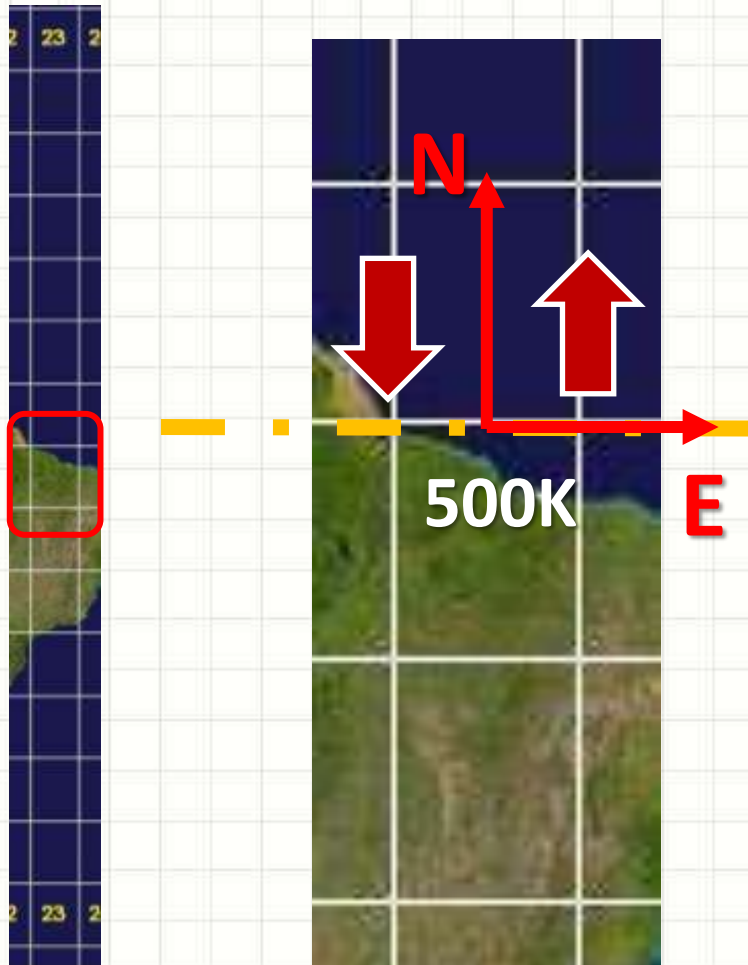
0 (Equador) a 10.000.000 (N)

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>

<b>Sistema Cartográfico Metropolitano da Baixada Santista</b> <b>CONDESB - Conselho de Desenvolvimento da Baixada Santista</b> <b>AGEM - Agência Metropolitana da Baixada Santista</b>							
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	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





# **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