

Módulo I

Cartografia Básica

Aula 3

SISTEMAS DE COORDENADAS

MUNDO COORDENADAS



SISTEMAS DE COORDENADAS

Os sistemas de coordenadas servem como referência para o posicionamento de pontos sobre a superfície terrestre.

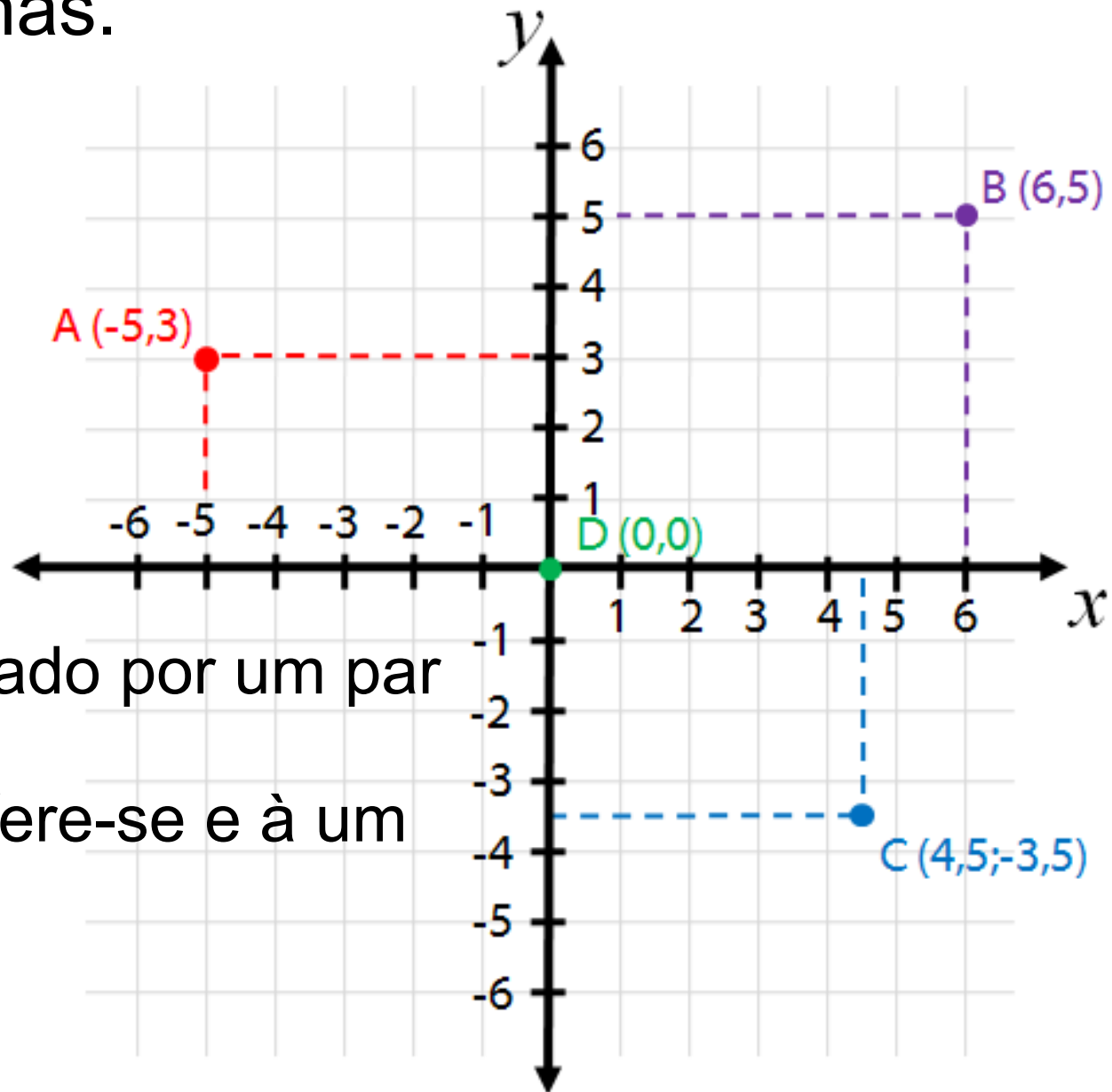
Os levantamentos geodésicos e/ou topográficos tem como base sistemas de coordenadas distintos.

Para determinar a posição de um ponto na superfície terrestre são utilizadas:

- **coordenadas bidimensionais** (x e y);
- **altitude** (a distância a partir do geóide até um ponto na superfície terrestre).

SISTEMAS DE COORDENADAS

Localização de um ponto em um Sistema Cartesiano de coordenadas planas.



- Cada ponto é localizado por um par de coordenadas;
- cada coordenada refere-se e à um dos eixo(x ou y).

Ex.: ponto C (4,5;-3,5)

SISTEMAS DE COORDENADAS

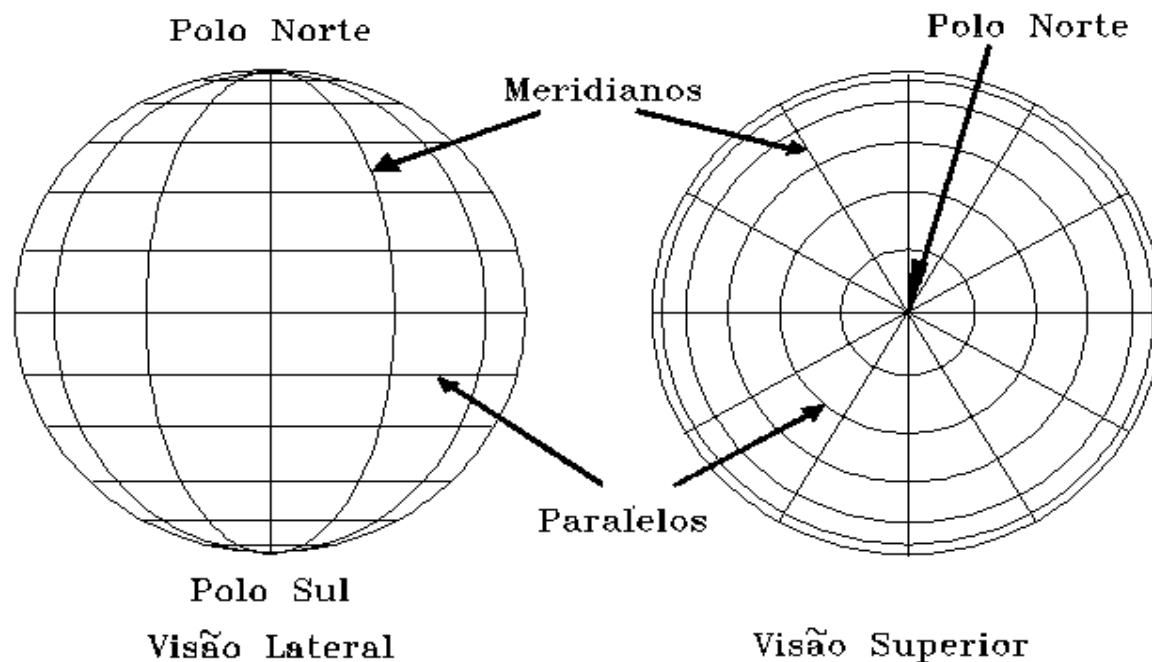
Os sistemas de coordenadas mais utilizados são:

- **coordenadas geográficas** (baseado em coordenadas geodésicas);
- **coordenadas UTM** (baseado em coordenadas planas).

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Meridianos e Paralelos

O par de coordenadas neste posicionamento é definido por uma rede geográfica formada por meridianos e paralelos. Um ponto na superfície terrestre pode ser localizado, assim, pela interseção de um meridiano e um paralelo.



MERIDIANOS

Os meridianos são semi-círculos gerados a partir da interseção de planos verticais com a superfície da Terra.

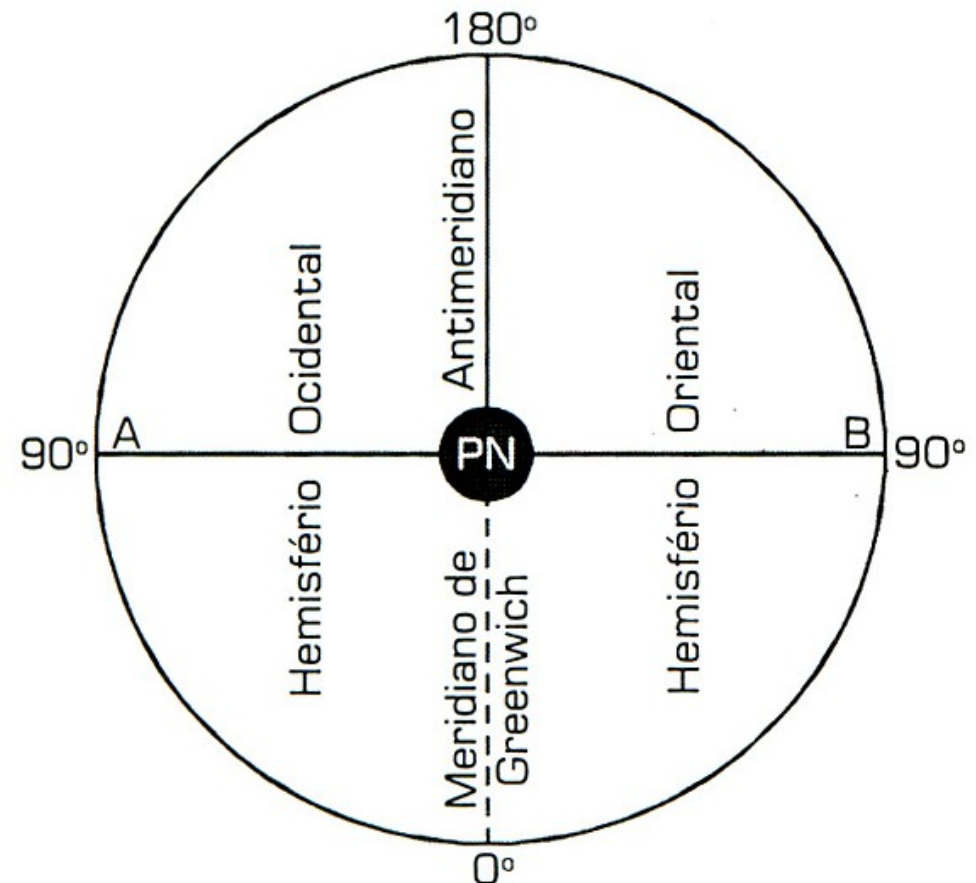
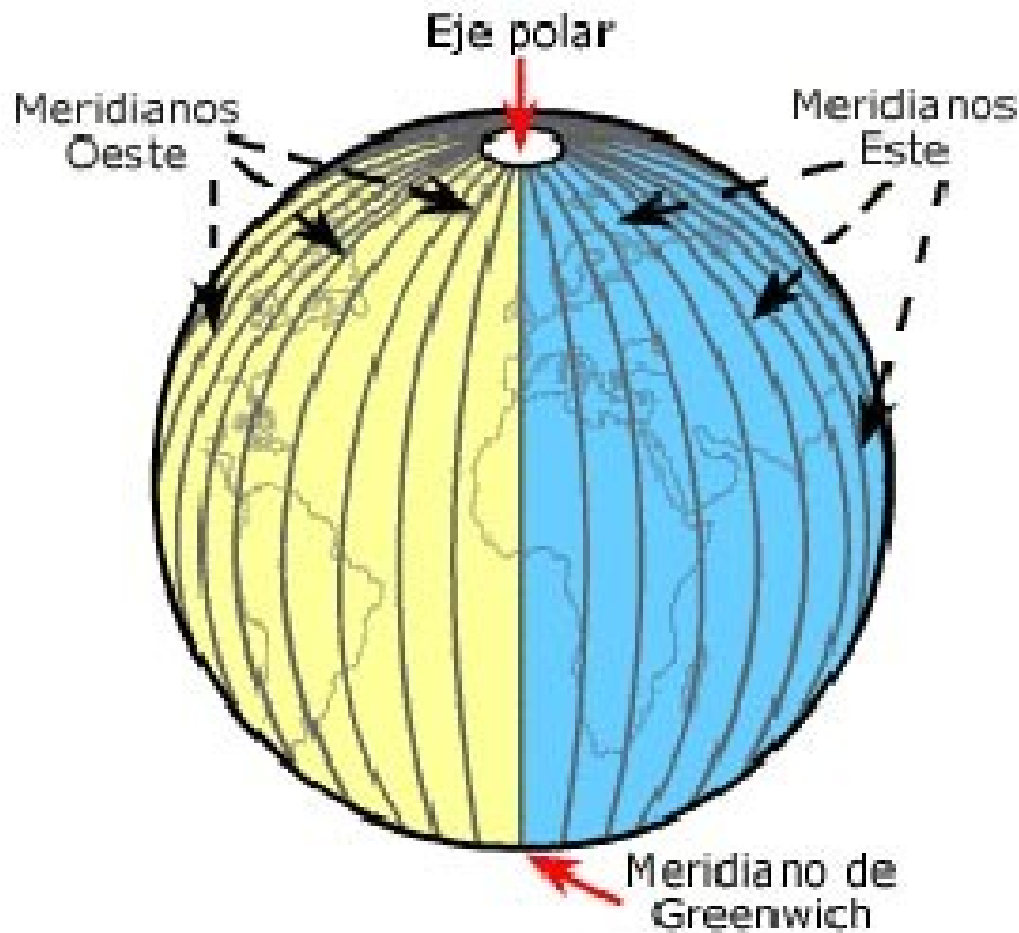
Um semi-círculo define um meridiano que com seu antimeridiano formam um círculo máximo.

O meridiano de origem (0°), foi estabelecido como o semi-círculo que cruza o antigo observatório astronómico em Greenwich, subúrbio de Londres.
(Foto ao lado)



MERIDIANOS

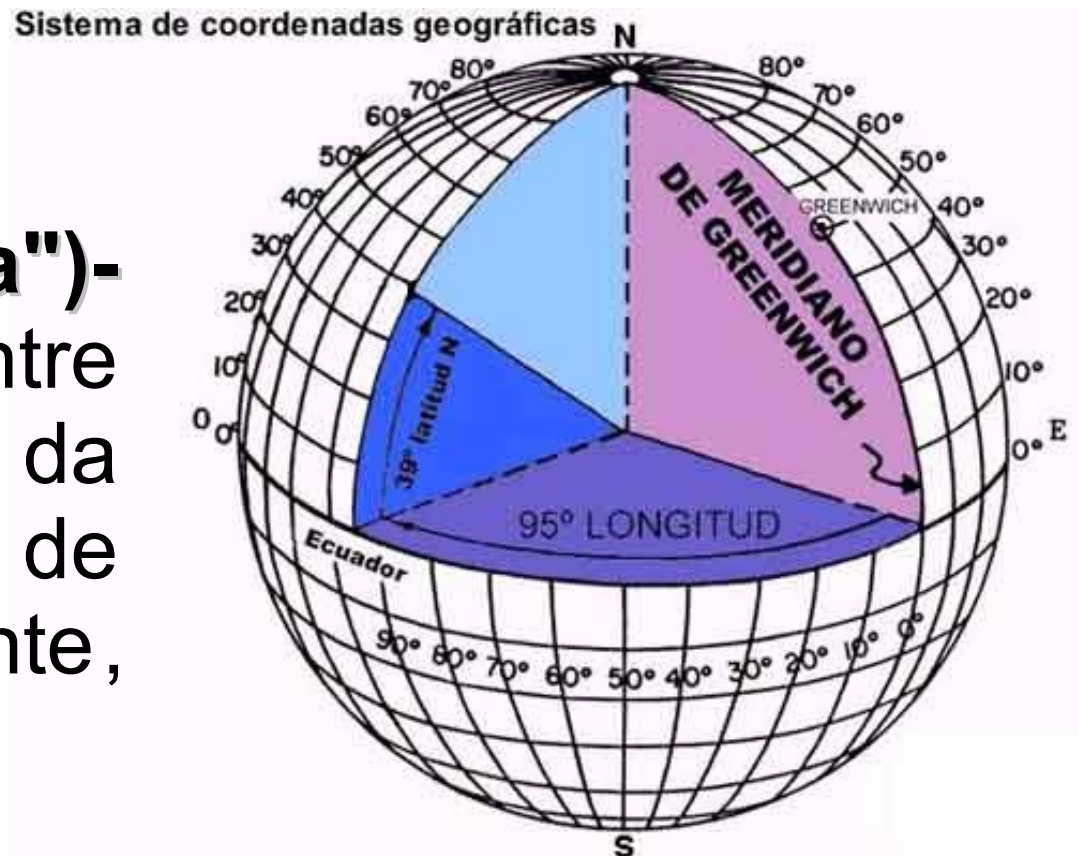
O círculo formado por *Greenwich* e seu antimeridiano (180°), divide a Terra em dois hemisférios: **leste** ou **oriental** e **oeste** ou **ocidental**.



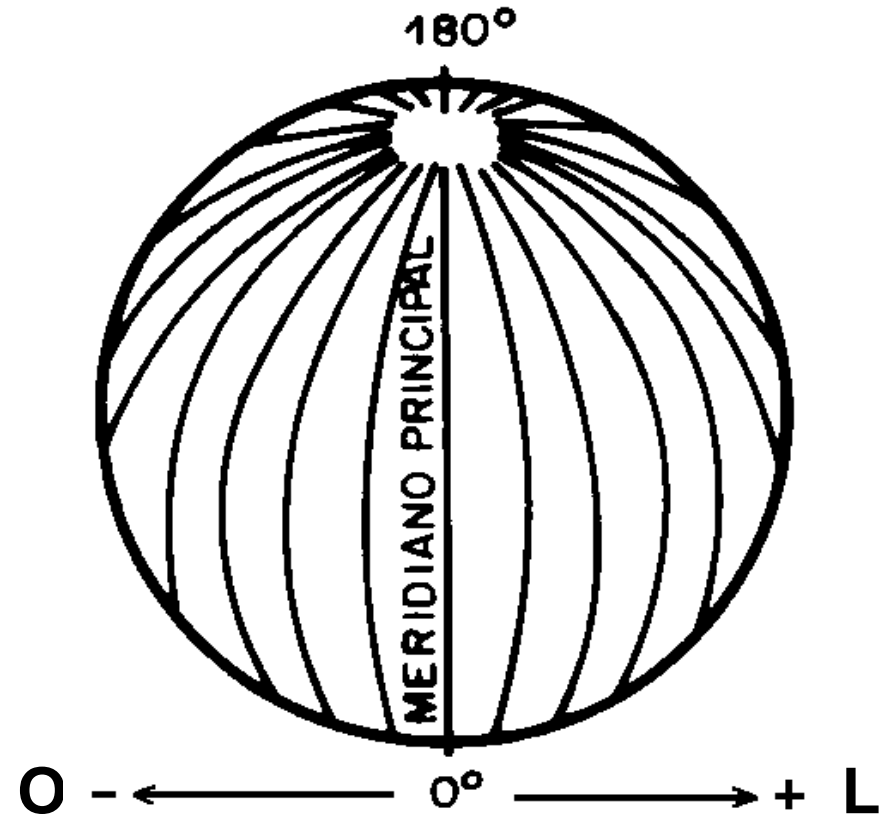
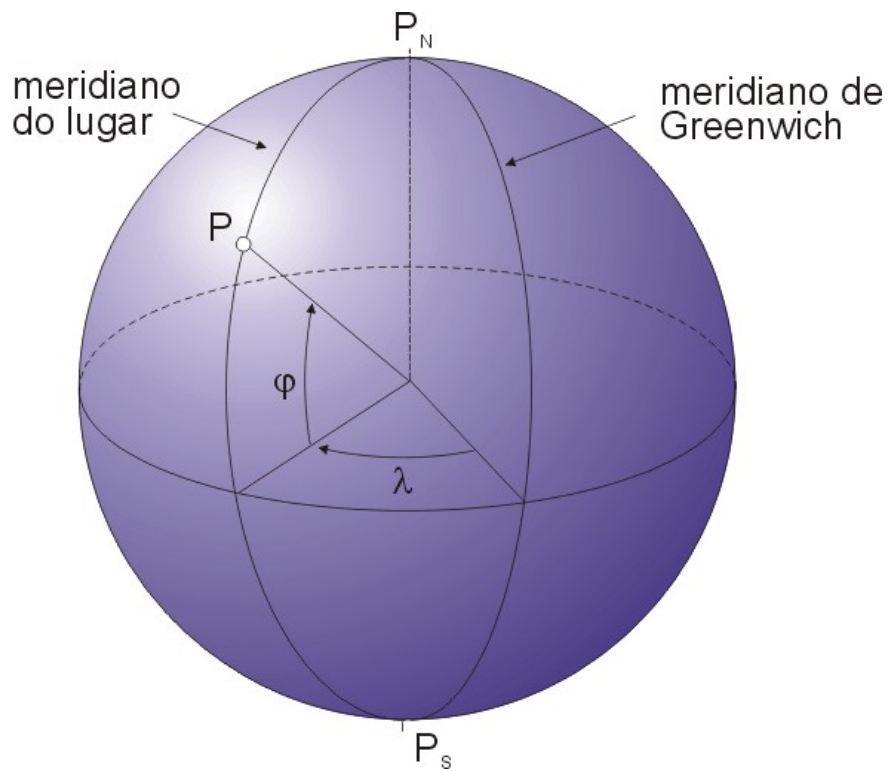
LONGITUDE

Os meridianos são referência para medição da Longitude, que é a distância angular entre um ponto qualquer e o meridiano de *Greenwich*.

Longitude (λ : "lambda")- é o ângulo formado entre um ponto na superfície da Terra e meridiano de origem (normalmente, Greenwich = 0°).



LONGITUDE

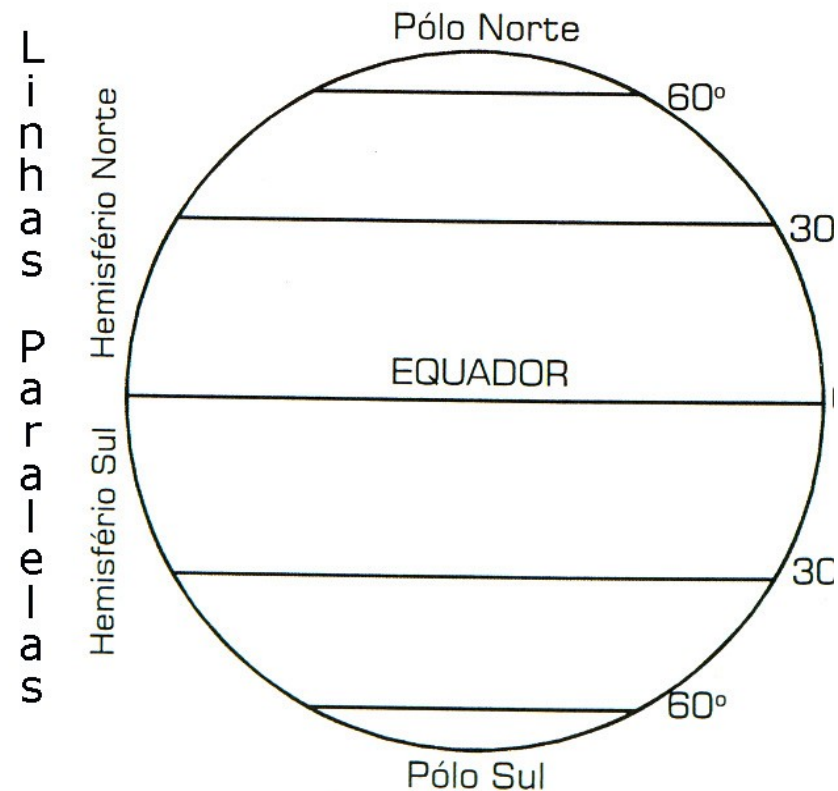


Variação da longitude (λ)

Oeste de Greenwich (negativa):	0° à 180° ou 0° à -180°
Leste de Greenwich (positiva):	0° à 180° E ou 0° à $+180^\circ$

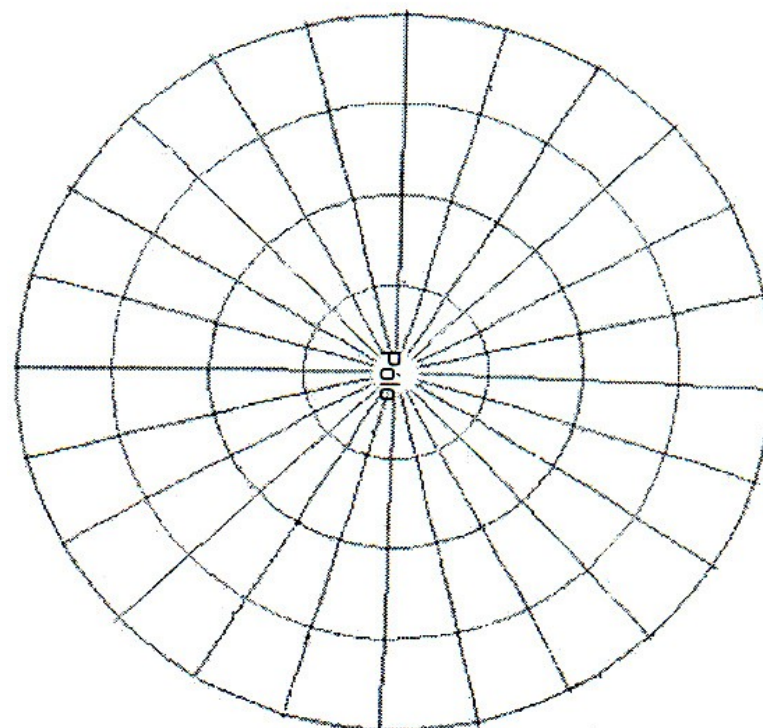
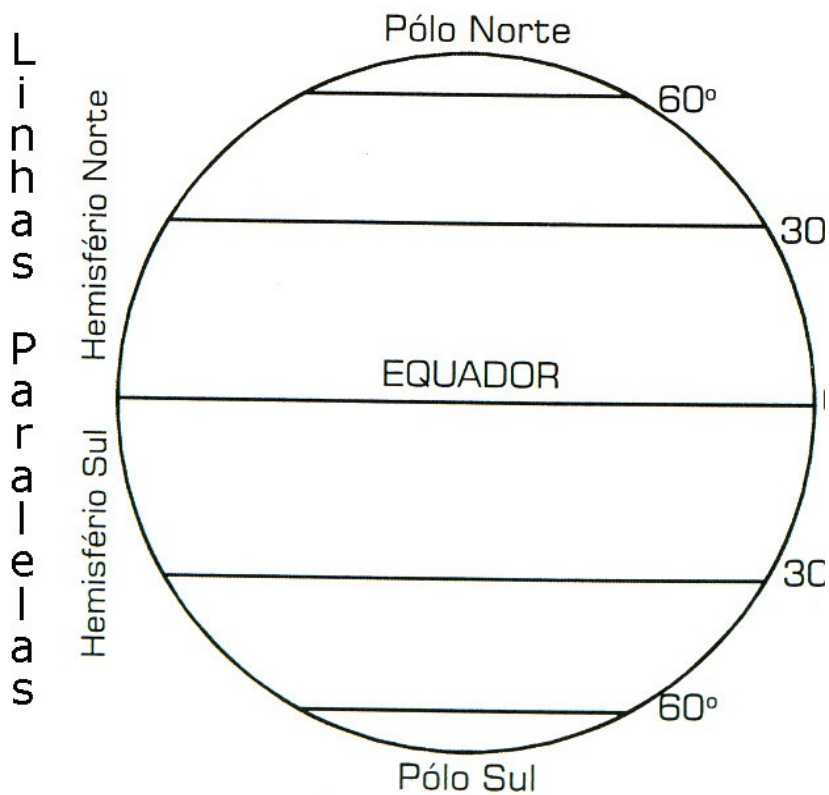
PARALELOS

A **Linha do Equador** é um círculo máximo que corta a superfície da Terra horizontalmente, dividindo-a em dois hemisférios, **norte** ou **setentrional** e **sul** ou **meridional**.



PARALELOS

Os **Paralelos** são círculos menores, paralelos ao plano do Equador terrestre com a superfície da Terra. Devido à curvatura da Terra, a extensão dos paralelos diminui em direção pólos, até se tornarem um ponto neste local.

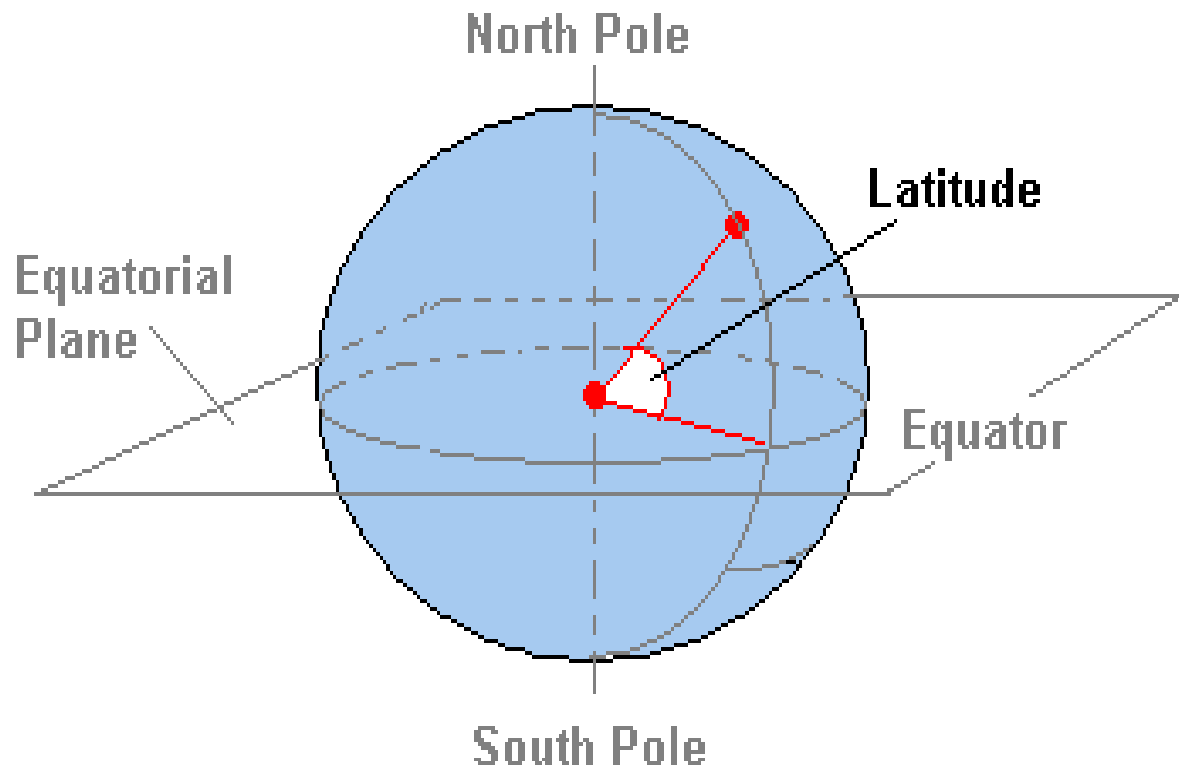


PARALELOS - Círculos Concêntricos

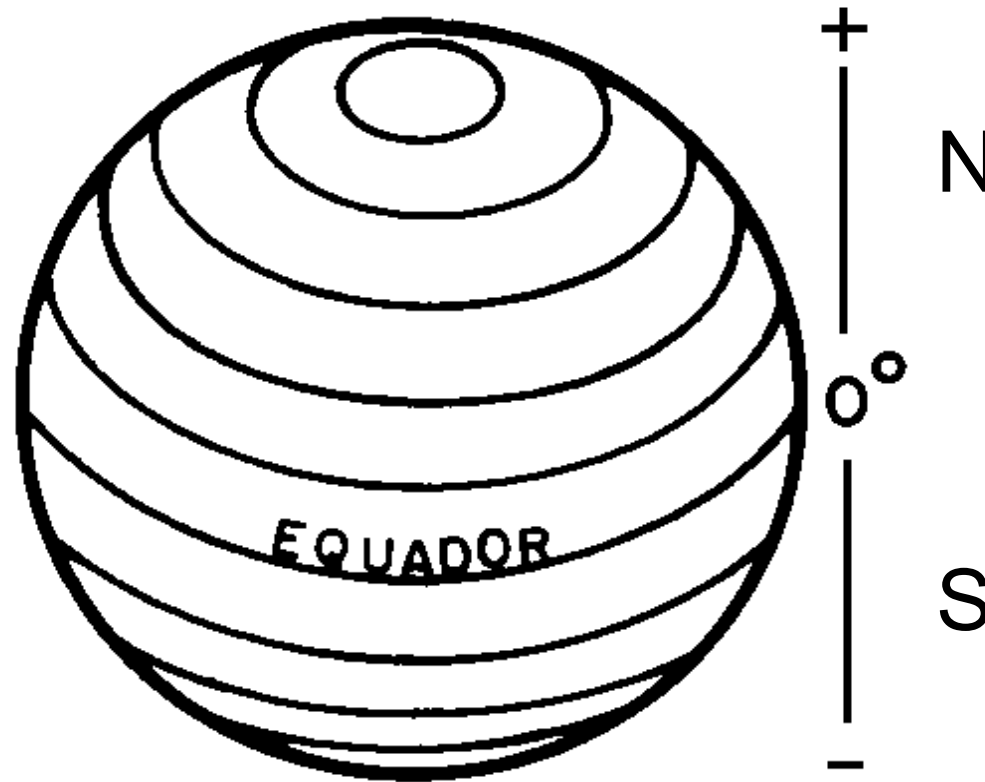
LATITUDE

Os paralelos são referências para medição da distância angular entre um ponto, localizado sobre a superfície da Terra e a linha do Equador, chamada **Latitude**.

Latitude (φ) "fi" - é distância angular entre o plano do equador e um ponto na superfície da Terra, unido perpendicularmente ao centro do Planeta.



LATITUDE



Variação da latitude (φ)

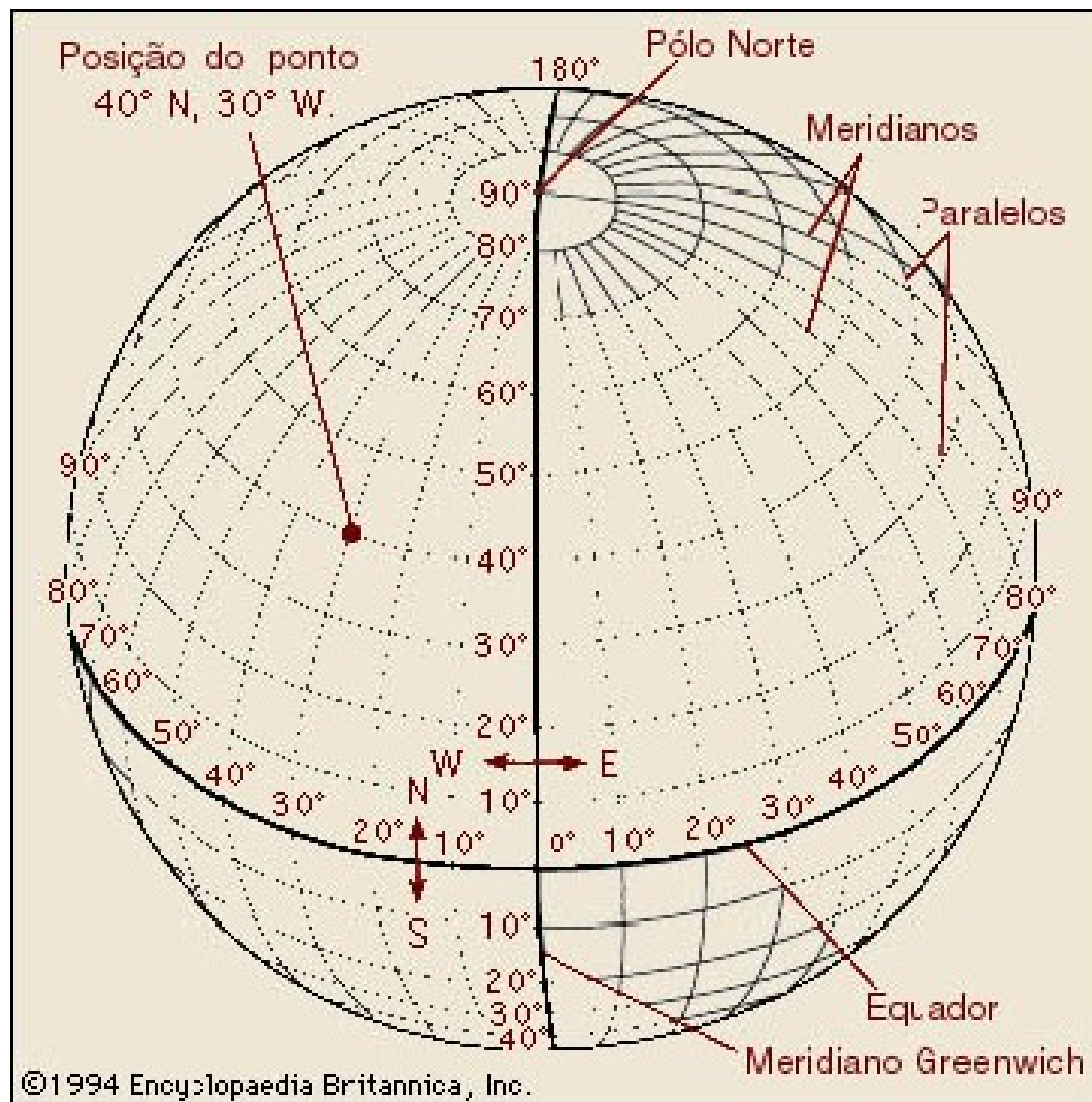
Sul do Equador (negativa):	0° à 90° S ou 0° à -90° .
Norte do Equador	0° à 90° N ou 0° à $+90^\circ$.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Com base no sistema de coordenadas geográficas é possível localizar qualquer ponto na superfície terrestre.

Basta conhecer as medidas de latitude e longitude.

Expressas em graus ($^{\circ}$), minutos ($'$) e segundos ($''$).



COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Ex.:

Rio Grande (Prédio da Prefeitura):

Coordenadas geográficas:

- Latitude:

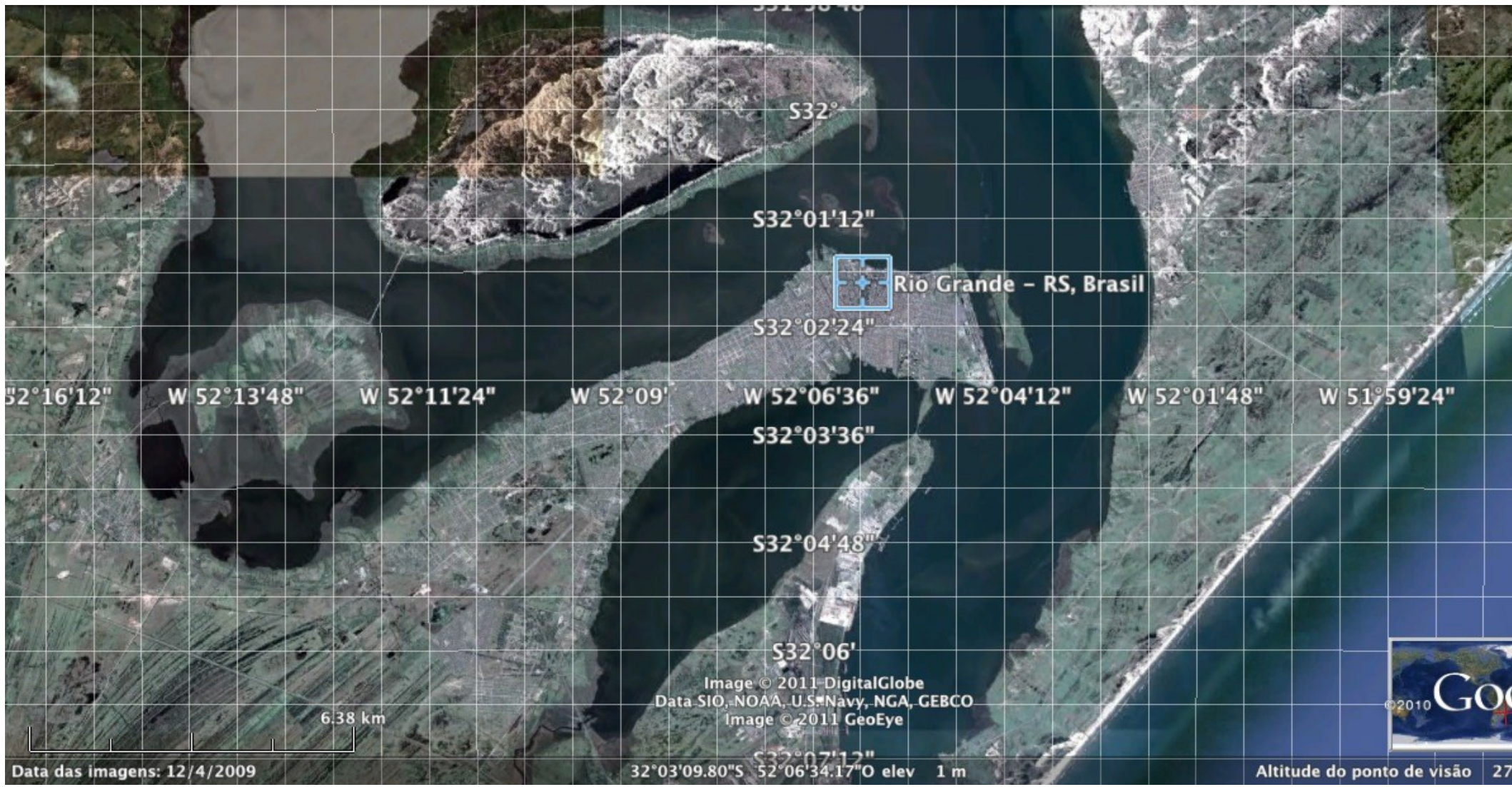
Sul $32^{\circ} 01' 50''$ (trinta e dois graus, um minuto e cinquenta segundos)

- Longitude

Oeste $52^{\circ} 05' 52''$

(cinquenta e dois graus, cinco minutos e cinquenta e dois segundos)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS



COORDENADAS UTM

O belga Gerhard Kremer, conhecido por **Mercator** (1512- 1594) é considerado um dos mais importantes cartógrafos da história.

Em 1569, apresentou ao mundo sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).



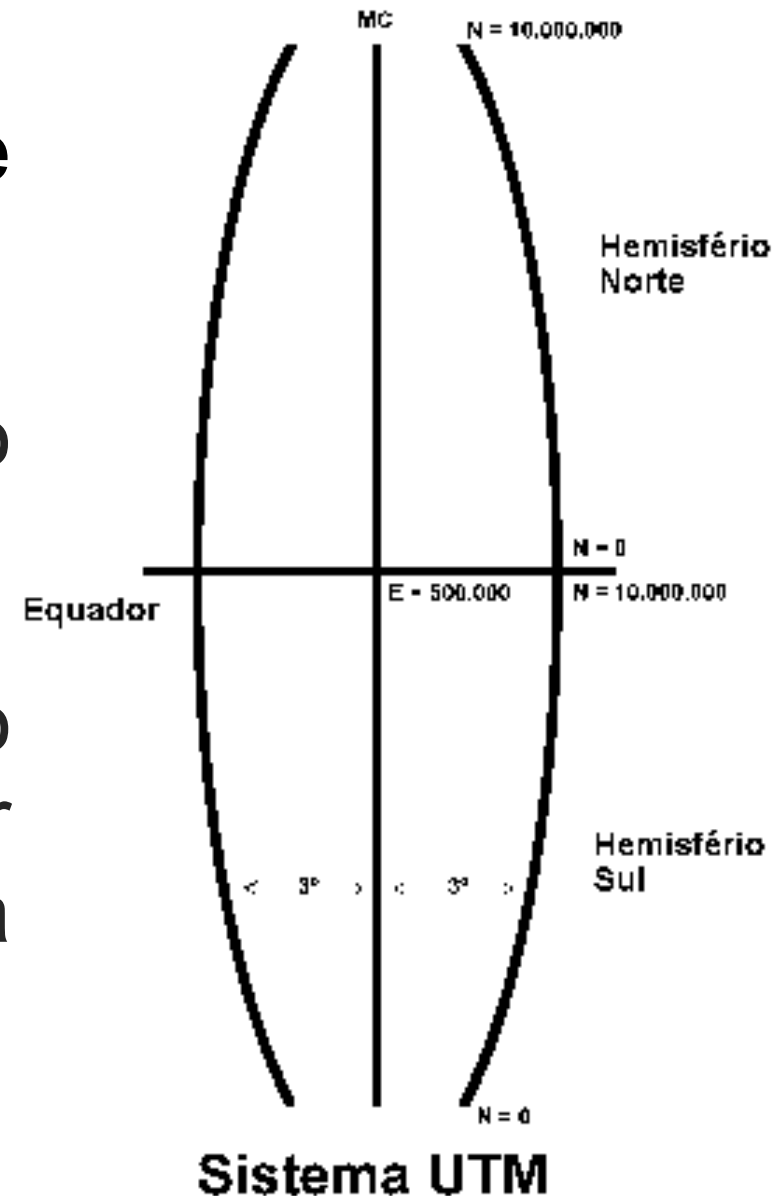
Mercator.

Fonte: wwwb.click21.mypage.com.br

COORDENADAS UTM

Características do sistema UTM:

- paralelos e meridianos retos e equidistantes;
- baseado em um plano cartesiano (eixo x, y);
- utiliza o metro (m) como unidade usada para medir distâncias e determinar a posição de um objeto.



COORDENADAS UTM

Diferencia-se das Coordenadas Geográficas (ou Geodésicas) por não acompanhar a curvatura da Terra e representar a localização de pontos na superfície por pares de **coordenadas planas**.

O Sistema UTM é dividido em **60 Fusos** longitudinais com **6° graus de longitude**.

Os **Fusos ou Zonas UTM**, são numerados de "1" à "60" da esquerda para a direita .

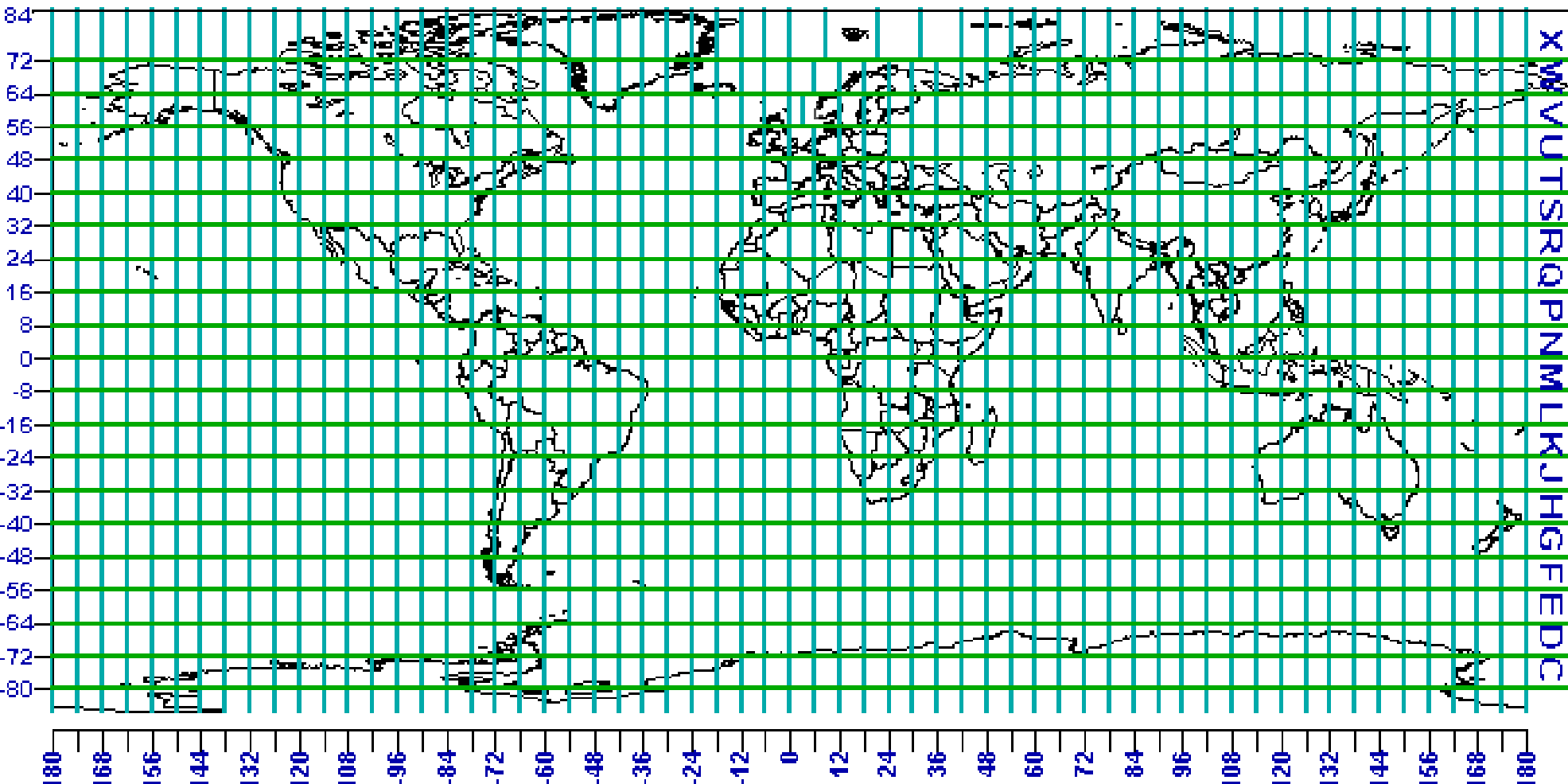
COORDENADAS UTM

UTM Zone Numbers

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60

UTM Zone Designators

X Y W V U T S R Q P N M L K J H G F E D C



Universal Transverse Mercator (UTM) System

COORDENADAS UTM

Rio Grande localiza-se na Zona UTM 22 e tem as seguintes coordenadas:
Leste 393685.61m – e Sul 6454702.86m.



CALCULO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

A determinação das coordenadas de um ponto qualquer em um mapa pode ser realizada facilmente.

São necessários:

Mapa ou carta;

Régua;

Matemática (regra de 3 simples)

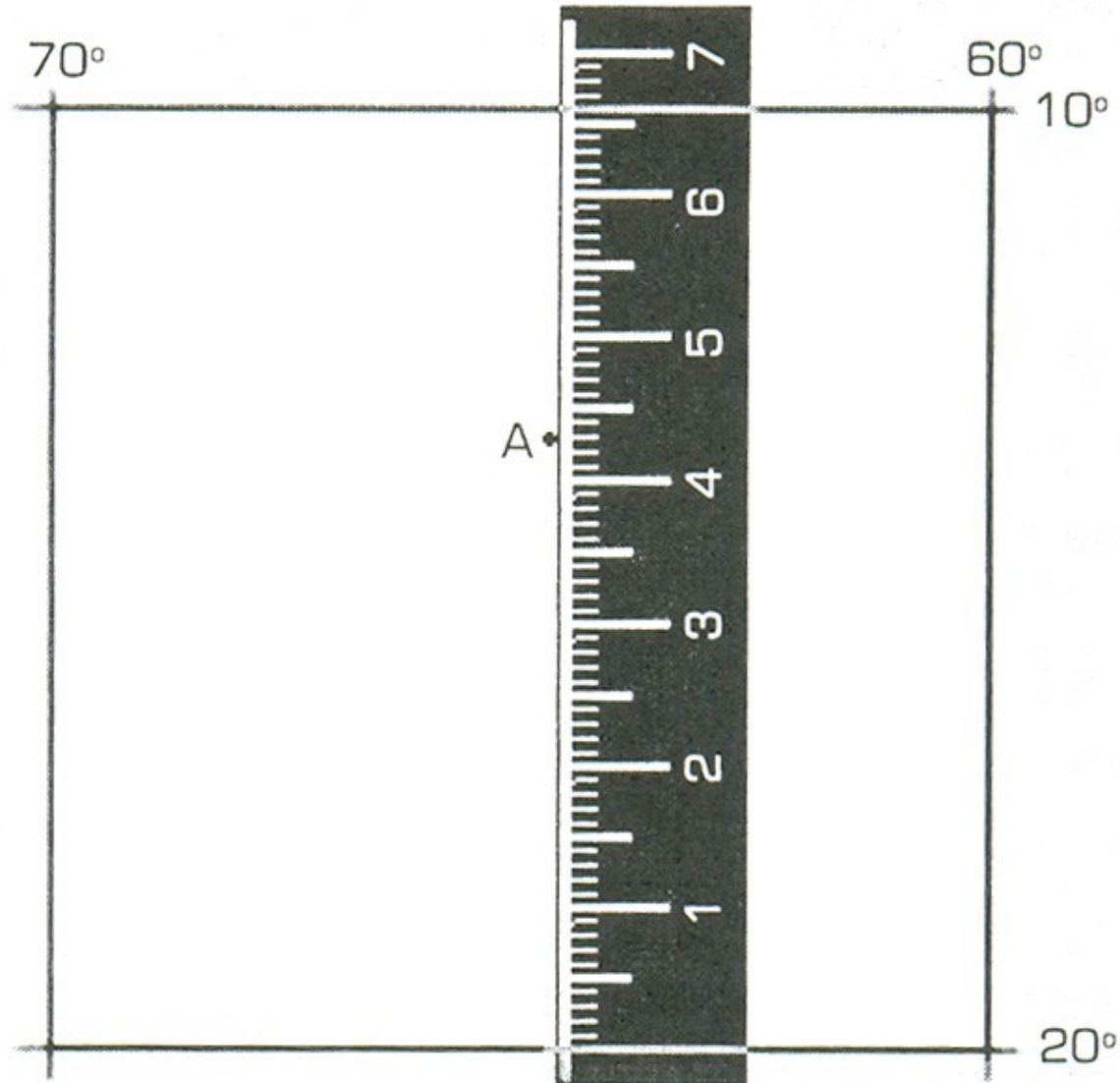
Nos exemplos a seguir você aprenderá a calcular coordenadas geográficas e UTM em um mapa ou carta.

CÁLCULO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Primeiro passo:

- Primeiro observa-se a distância angular entre as quadrículas no sentido norte-sul – 10° .
- Mede-se a distância em milímetros (ou outra unidade conveniente) entre os paralelos de referência (20° e 10°): 66 mm.
- Mede-se a distância do paralelo de referência (10°) até o **ponto A** questão: 23 mm.

CÁLCULO DE LATITUDE



CALCULO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Próximo passo:

Aplicando a regra de três:

$$66 \text{ mm} - 10^\circ$$

$$23 \text{ mm} - X$$

$$X = (23 \times 10) / 66$$

$$X = 230/66$$

$$X = \mathbf{3,4848^\circ}$$

Esse valor é somado ao do paralelo exatamente inferior ao ponto (10°);

$$\text{então teremos: } 10^\circ + 3,4848^\circ = \mathbf{13,4848^\circ}$$

CALCULO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Próximo passo:

- A porção inteira permanece como está, ou seja: **13°**;
- A porção decimal, 0,4848 deve ser convertida para minutos e segundos então:
 - Se 1° corresponde a 60', usamos novamente uma regra de três simples:

$$\begin{array}{l} 1^\circ - 60' \\ 0,4848^\circ - X \end{array} \quad \longrightarrow \quad X' = 0,4848 \times 60/1 = \mathbf{29,088}'$$

CALCULO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Próximo passo:

- A porção inteira permanece como está, ou seja: **29'** minutos;

- Agora com a porção decimal **0,088** procederemos da mesma forma pra calcular o segundos;

- Já que 1' corresponde a 60" então com a mesma regra de três:

$$\begin{array}{l} 1' - 60'' \\ 0,088 - X \end{array} \quad X'' = 0,088 \times 60 / 1 = 5,28$$

ou **5''** segundos.

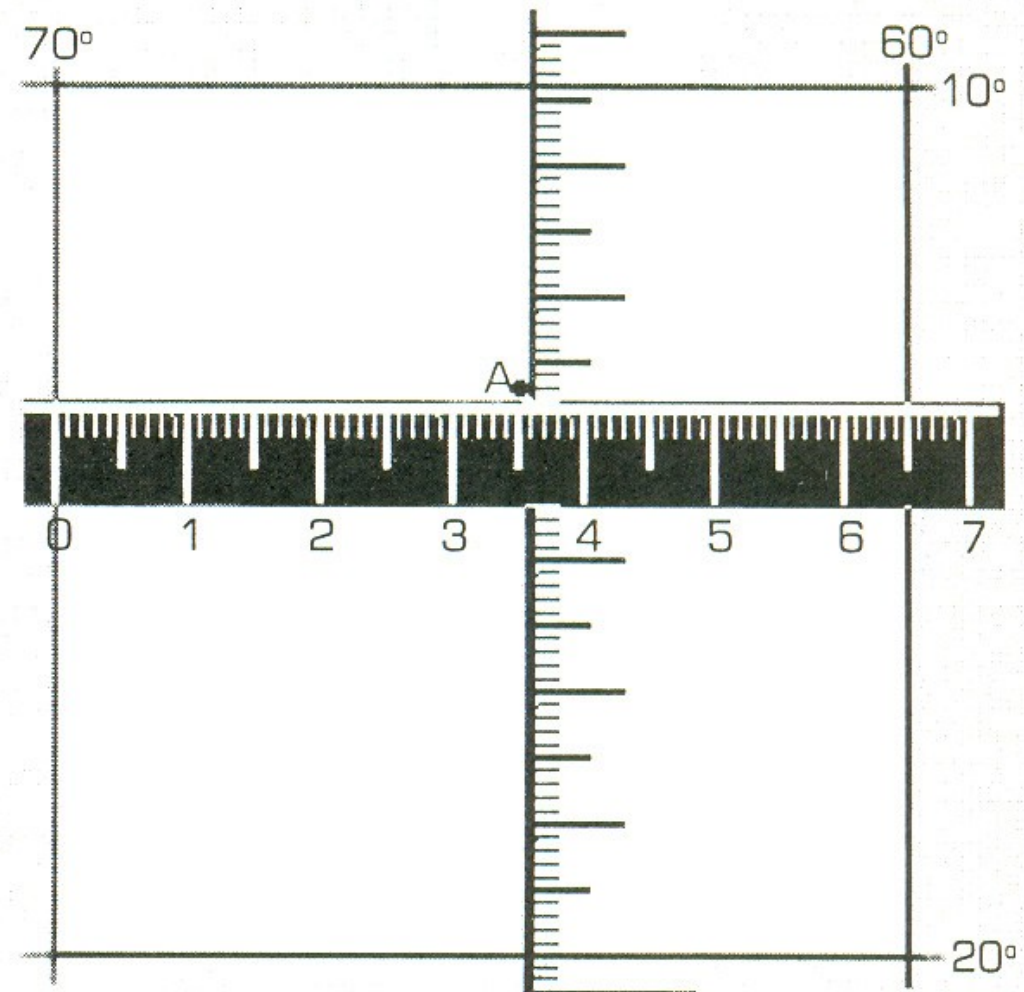
Portanto a **Latitude** do ponto A é: **13° 29' 5" SUL**

CÁLCULO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Primeiro passo:

- Observa-se a distância angular entre as quadrículas no sentido leste-oeste – **10°**.
- Mede-se a distância em milímetros (ou outra unidade conveniente) entre os paralelos de referência (60° e 70°) – valor encontrado: **65 mm**.
- Mede-se a distância do meridiano de referência (60°) até o **ponto A** – valor encontrado: **30 mm**.

CÁLCULO DE LONGITUDE



CALCULO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Próximo passo:

Aplicando a regra de três:

$$10^\circ - 65 \text{ mm}$$

$$X - 30 \text{ mm}$$

$$X = 10 \times 30 / 65$$

$$X = 300 / 65 = \mathbf{4,6153^\circ}$$

Somando esse valor ao meridiano exatamente anterior:

$$X = 4,6153 + 60^\circ = \mathbf{64,6153^\circ}$$

CALCULO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Próximo passo:

- Ficamos com a parte inteira **64°** e calculamos os minutos:
 $0,6153 \times 60 = 36,918$ ou **36'** (minutos);

E agora os segundos:
 $0,918 \times 60 = 55,08$ ou **55"** (segundos)

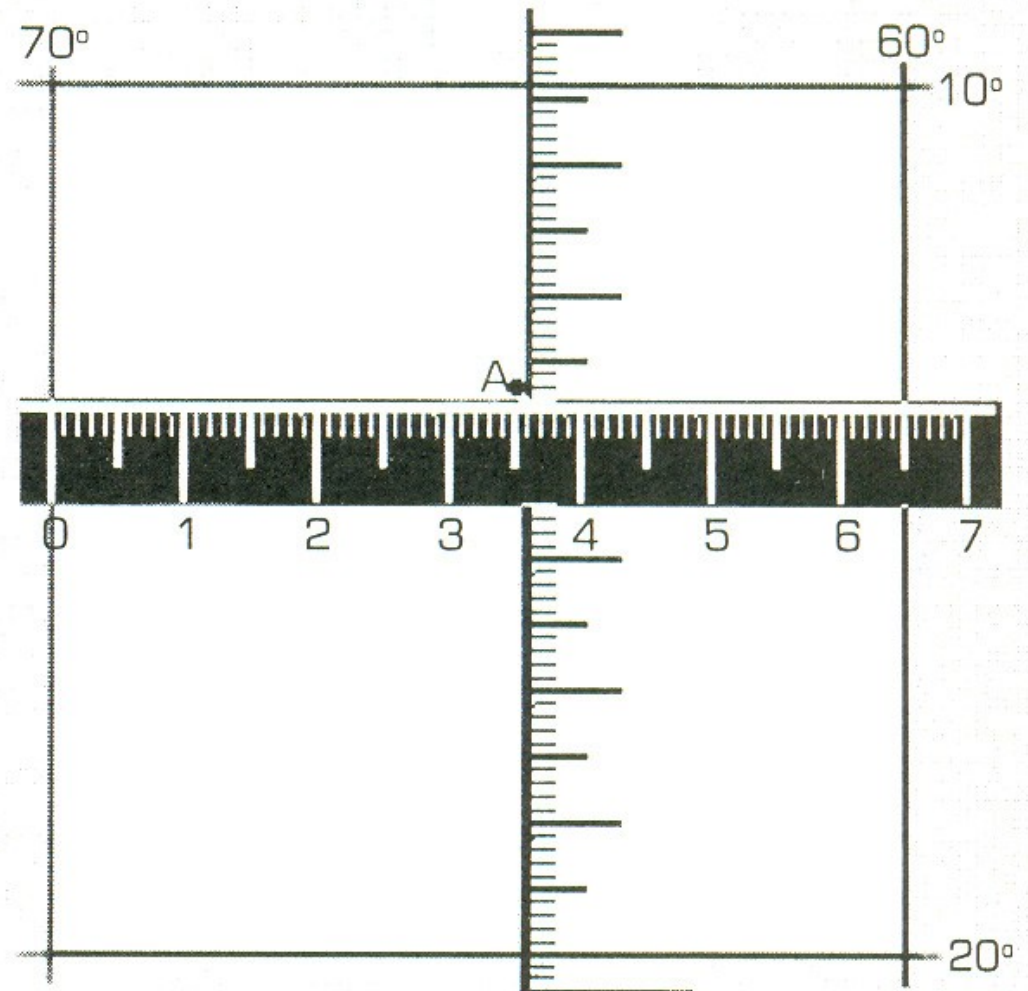
Portanto, a **Longitude** do **ponto A** corresponde a seguinte coordenada:

64° 36' 55" OESTE

CÁLCULO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

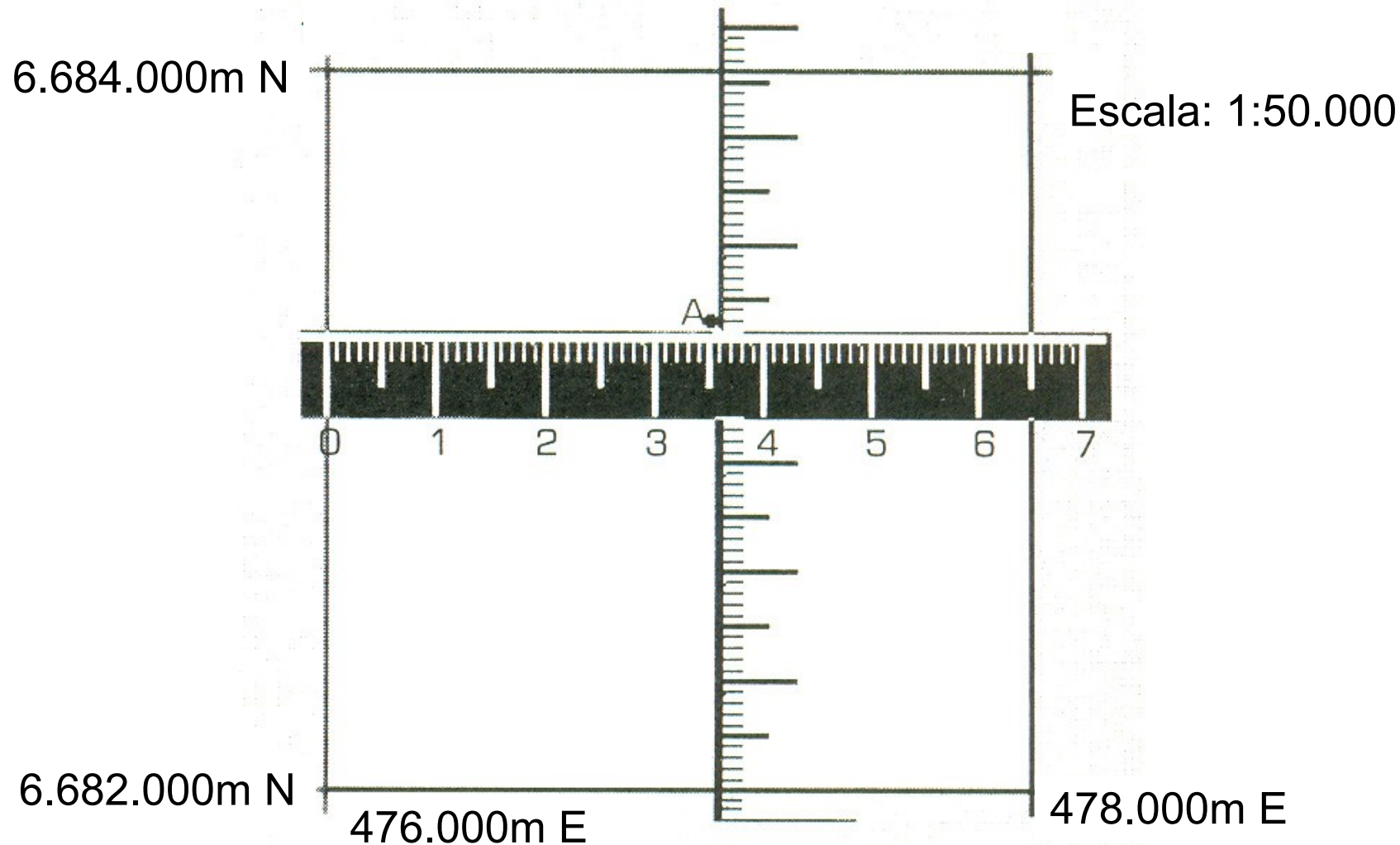
O par de coordenadas geográficas referentes a localização do **Ponto A**:

Lat. $13^{\circ} 29' 5''$ SUL
Lon. $64^{\circ} 36' 55''$ OESTE



CALCULO DE COORDENADAS UTM

Para o cálculo de coordenadas UTM o procedimento é o basicamente o mesmo. Porém, as coordenadas serão apresentadas em metros e a escala do mapa (ou carta) será útil para a transformação proporcional de distâncias.



CALCULO DE COORDENADAS UTM

- Coincide-se o zero da régua com a linha da quadrícula exatamente anterior ao ponto A, mede-se a distância até o ponto (35 mm).
- Sabendo com a escala da carta é de 1:50.000 (cada mm na carta corresponde a 50 m no terreno).

Então $(35\text{mm} \times 50\text{m} = \mathbf{1.750\ m})$

- Esse valor é somado ao da quadrícula exatamente anterior ao ponto:
 $476.000\ \text{m} + 1.750\ \text{m} = 477.750\text{m};$

Portanto a coordenada E (horizontal) é: **477.750 m E**

CALCULO DE COORDENADAS UTM

- Coincide-se o zero da régua com a linha da quadrícula (vertical) exatamente anterior ao ponto A, mede-se a distância até o ponto (43 mm).
- Sabendo com a escala da carta é de 1:50.000 (cada mm na carta corresponde a 50 m no terreno).

Então $(43\text{mm} \times 50\text{m} = \mathbf{2.150\ m})$

- Esse valor é somado ao da quadrícula exatamente anterior ao ponto:

$$6.682.000\ \text{m} + 2.150\ \text{m} = \mathbf{6.684.150\ \text{m};}$$

- Portanto a vertical N (horizontal) é: $\mathbf{6.684.150\ \text{m N}}$