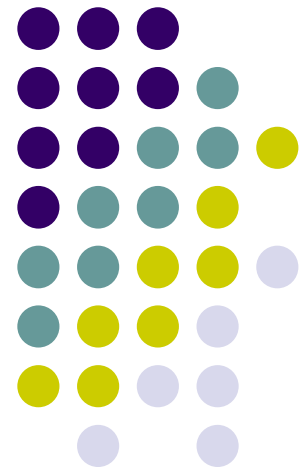


# CARTOGRAFIA

## Noções Básicas

Manaus, 2018

**ANTONIO ESTANISLAU SANCHES**  
**Engenheiro Cartógrafo**

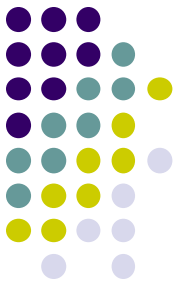


# CONCEITOS



- A cartografia pode ser definida como um conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseada nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas, mapas planos e outras formas de expressão;
- A cartografia preocupa-se em representar graficamente elementos do mundo real, mantendo relações de proporcionalidade entre os objetos reais e sua representação nos mapas ou cartas. Mas para tanto, dois grandes desafios precisam ser contornados:
  1. **calcular com precisão as coordenadas de um determinado objeto na superfície terrestre (*que não é plana*) e**
  2. **representar esse objeto sobre uma superfície plana (*uma folha de papel, ou tela de computador, por exemplo*), mantendo relação entre a forma, as dimensões do objeto real e de sua representação gráfica.**
- MAPA é a representação de uma porção do mundo real em forma plana.

# SISTEMAS DE COORDENADAS



Um dos principais objetivos da Cartografia é a determinação de coordenadas relativas de pontos. Para tanto, torna-se necessário que estas sejam expressas em um sistema.

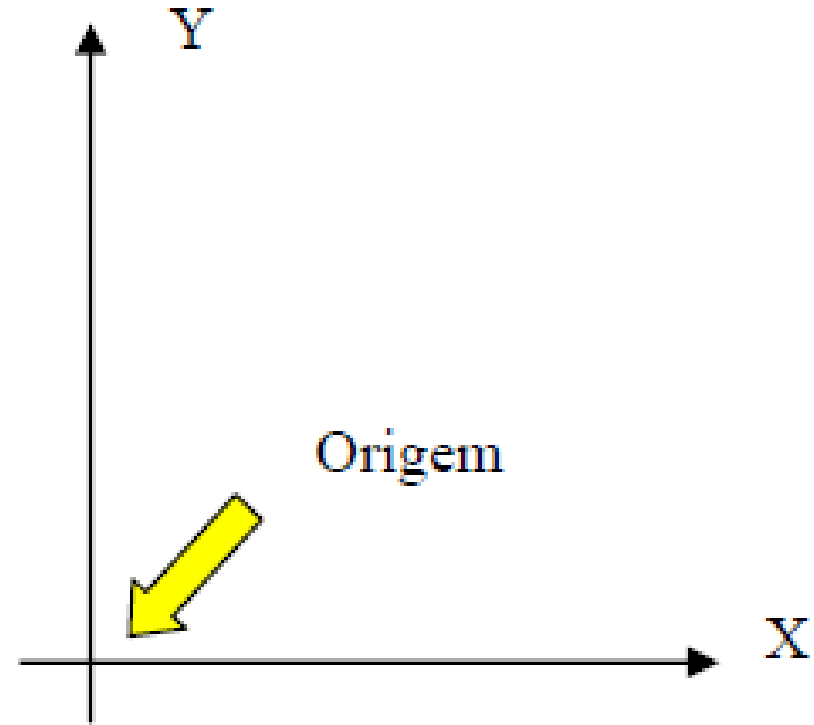
- **SISTEMAS DE COORDENADAS CARTESIANAS**
- **SISTEMAS DE COORDENADAS ESFÉRICAS**

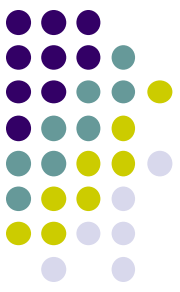
# SISTEMAS DE COORDENADAS CARTESIANAS



No espaço bidimensional, um sistema bastante utilizado é o sistema de coordenadas retangulares ou cartesiano.

É um sistema de eixos ortogonais no plano, constituído de duas retas orientadas X e Y, perpendiculares entre si. A origem deste sistema é o cruzamento dos eixos X e Y





# Como estabelecer localizações na Superfície Terrestre?

1. Adotar um modelo matemático da Terra: Datum Geodésico (SAD-69, SIRGAS 2000...)
2. Adotar um sistema capaz de localizar qualquer lugar da Terra: **Sistema de Coordenadas**

# Sistemas de Coordenadas

Necessários para a expressão da posição de pontos sobre uma superfície.

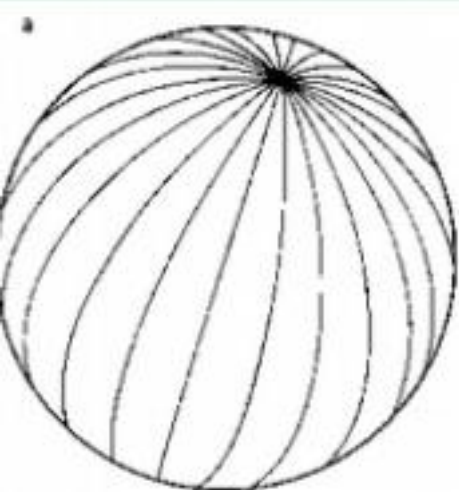
Considerando que esta superfície seja curvilínea  
(elipsóide ou esfera)

## **Sistema Geográfico de Coordenadas** (ou geodésico)

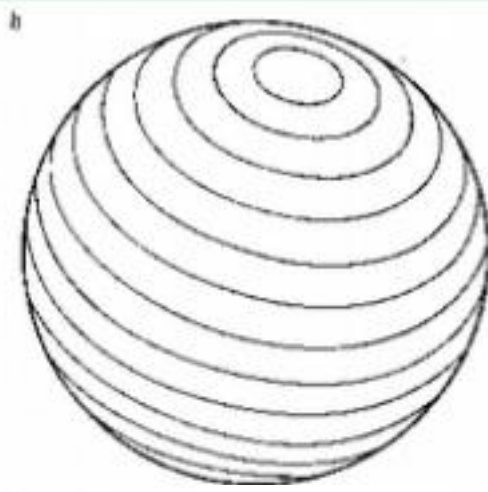
Cada ponto da superfície terrestre é localizado na interseção de um meridiano e paralelo e seu posicionamento é dado por meio de valores angulares que correspondem a sua latitude e longitude

# Conceitos Importantes

## Meridianos e Paralelos

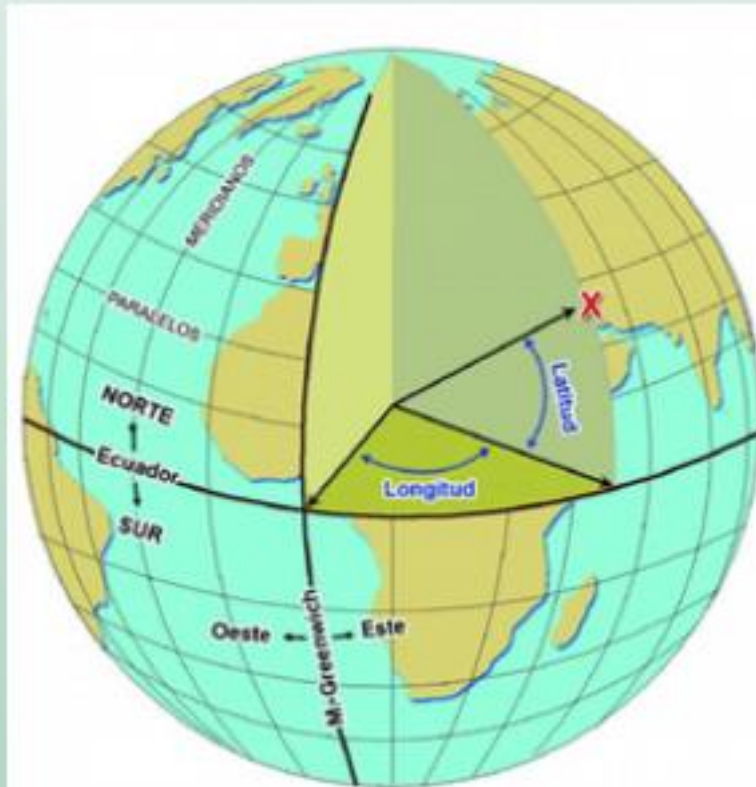


Meridianos



Paralelos

## Latitude e Longitude





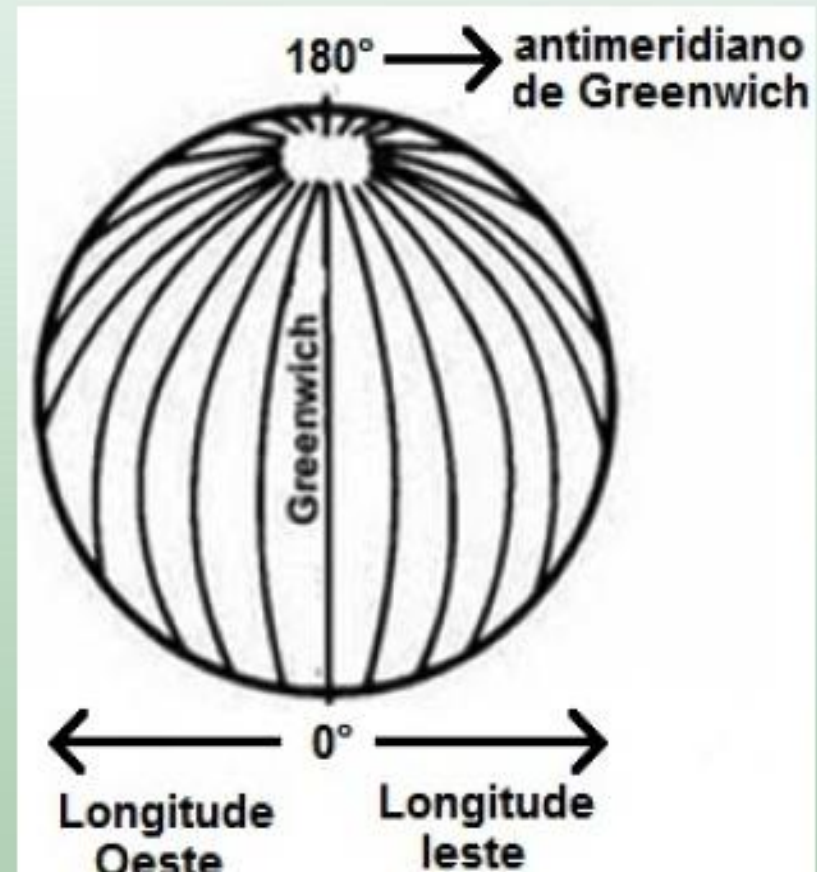
# Meridianos

**Num modelo esférico, os meridianos são semi-círculos gerados a partir da interseção de planos verticais que contém o eixo de rotação terrestre com a superfície da Terra.**

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

O meridiano de origem, é denominado **Meridiano de Greenwich**, com o seu antimeridiano, divide a Terra em dois hemisférios: leste e oeste.

- A leste deste meridiano, os valores da coordenadas são crescentes, variando entre  $0^\circ$  e  $+180^\circ$ .
- A oeste, as medidas são decrescentes, variando entre  $0^\circ$  e  $-180^\circ$ .



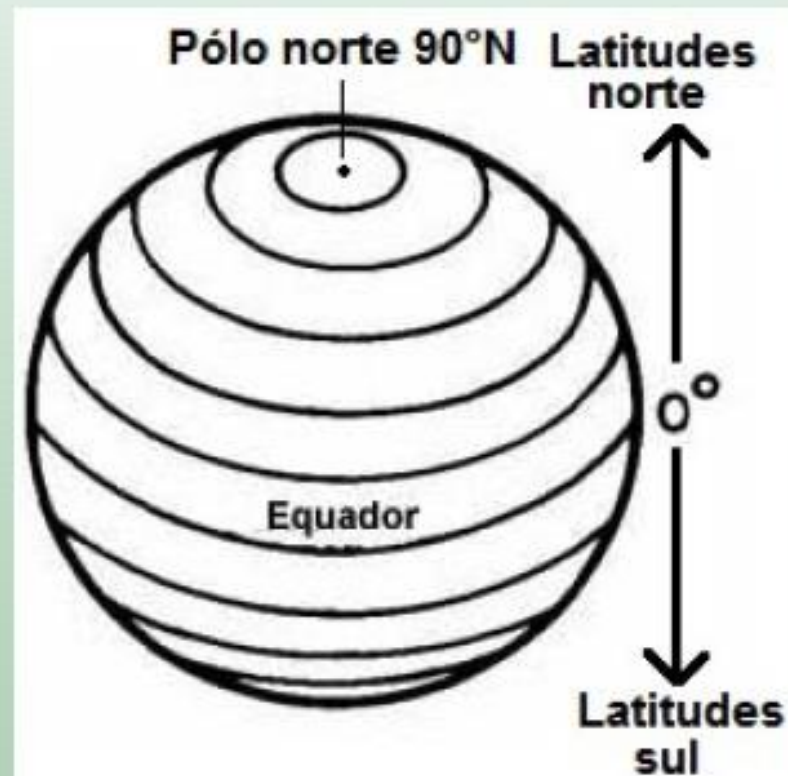


# Paralelos

São círculos cujo plano é perpendicular ao eixo dos pólos.

O Equador é o paralelo que divide a Terra em dois hemisférios (Norte e Sul) e é considerado o paralelo de origem ( $0^\circ$ )

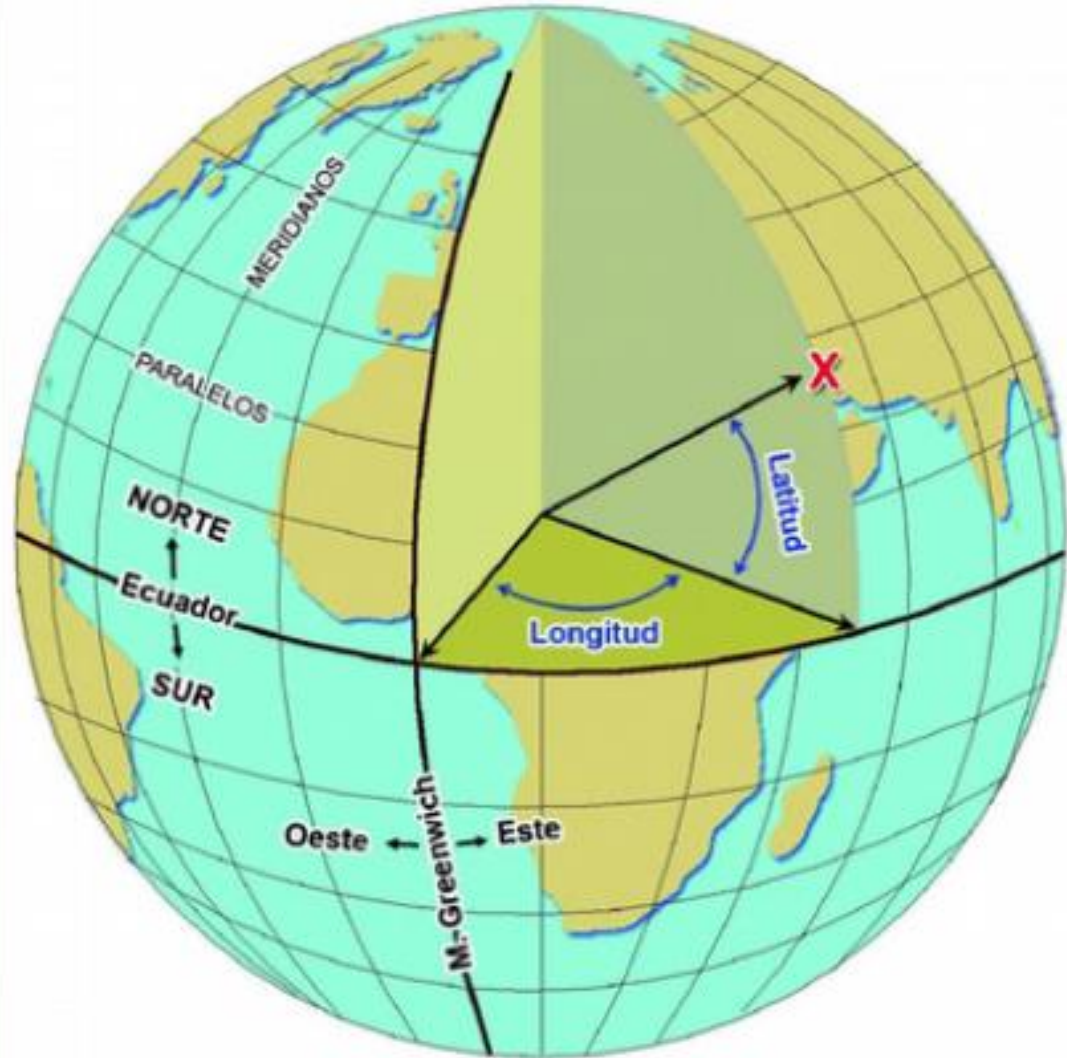
Partindo-se do Equador em direção aos pólos tem-se vários planos paralelos ao Equador, cujos tamanhos vão diminuindo até que se reduzam a pontos nos pólos Norte ( $+90^\circ$ ) e Sul ( $-90^\circ$ )



# Longitude e Latitude

**LONGITUDE** (letra grega lambda  $\lambda$ ): É a distância angular entre o lugar e o meridiano de origem, contada sobre um plano paralelo ao Equador.

**LATITUDE** (letra grega phi  $\phi$ ): É a distância angular entre o lugar e o plano do Equador, contada sobre o plano do meridiano que passa no lugar.



# Comprimentos dos Arcos de 1 grau



No Equador o comprimento de 1° é de aproximadamente 111.321m (Divida 40.075,56 km por 360° ...) Considerar um elipsoide com Raio Equatorial de 6.378.223,471m.

A medida que se afasta para norte ou para sul o comprimento do arco é dado em metros pela seguinte equação:  **$C=111321*\cos(\text{Latitude})$**

Latitude (°)	Pararelo (m)	
0	111.321,00	m
30	96.406,81	m
45	78.715,83	m
70	38.074,02	m
90	0,00	m



# Sistemas de Coordenadas Geográficas (ou geodésicas)

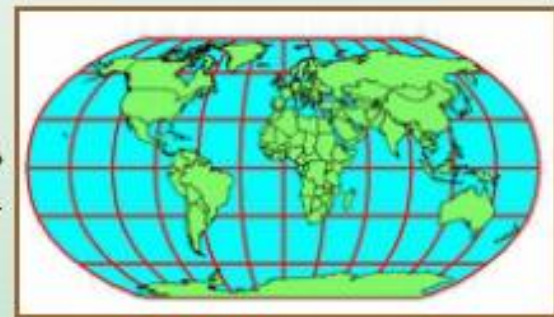
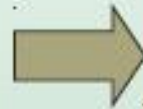
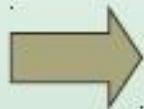
Os valores de latitude e longitude de um local determinam as coordenadas geográficas (ou geodésicas) do mesmo.

Sistema abrangente de georreferenciamento

**PORÉM...** E quando estamos lidando com uma superfície plana, como o mapa?

# REPRESENTAÇÃO

Terra → Globo → Mapa



**Globo:** Simplificação – Figura da Terra em pequena escala

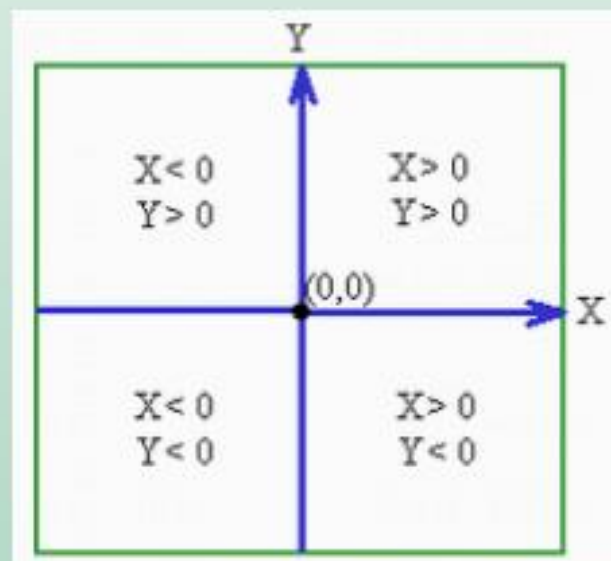
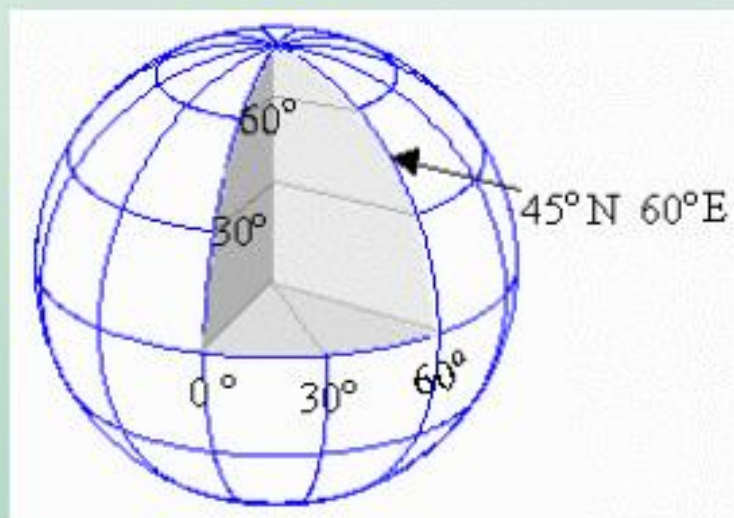
**Mapa:** Superfície Plana. Demanda transformações adicionais.



# Projeções Cartográficas

Para confeccionar um mapa, precisamos de um método segundo o qual a cada ponto da superfície terrestre corresponda um ponto do mapa e vice versa → SISTEMA DE PROJEÇÕES

A projeção cartográfica transforma uma posição sobre a superfície terrestre, identificada por latitude e longitude ( $f - \phi$ ,  $l - \lambda$ ) em uma posição em coordenadas cartesianas/planas ( $x, y$ )



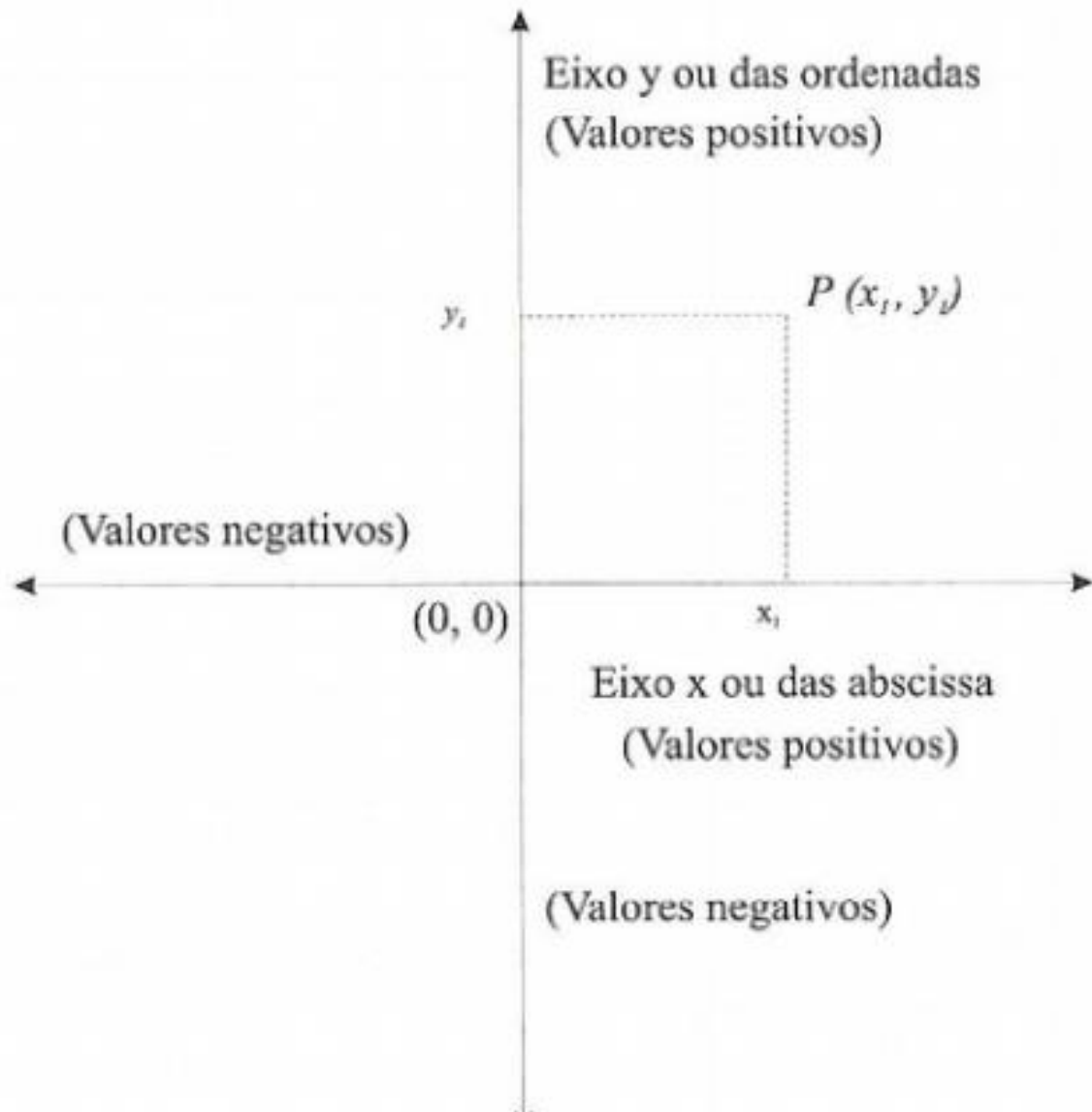
( $f, l$ )



( $x, y$ )

Projeção de Mapas

# Sistema de Coordenadas Planas



# Sistema de Coordenadas Planas

Quando utilizar um sistema de coordenadas planas???

*Pequenas porções da superfície terrestre (mapas de grande escala). Coordenadas planas não são utilizadas para mapas de pequenas escalas pelo seu potencial de distorção.*

**Escalas Grandes** → **denominador pequeno** → Ex: 1/10.000 ou 1/25.000 ou 1/100.000 este último, equivalente a 0,5° ou 30' que significa um quadrado de 56 x 56 Km.

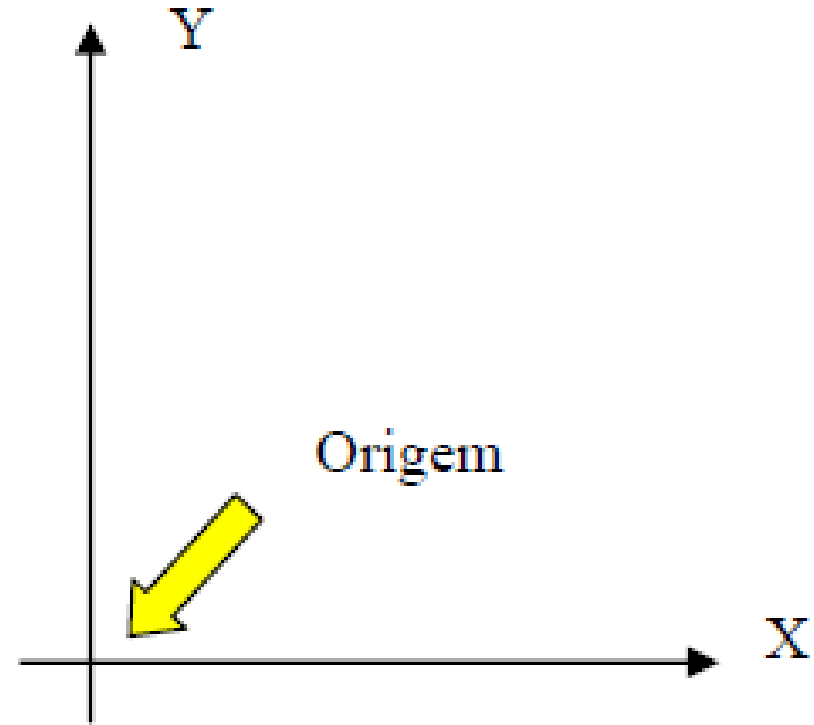
**Escalas Pequenas** → **denominador grande** → Ex: 1/250.000 ou 1/1.000.000

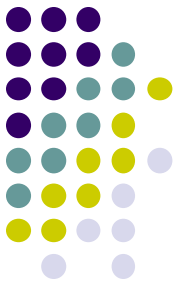
# SISTEMAS DE COORDENADAS CARTESIANAS



No espaço bidimensional, um sistema bastante utilizado é o sistema de coordenadas retangulares ou cartesiano.

É um sistema de eixos ortogonais no plano, constituído de duas retas orientadas  $X$  e  $Y$ , perpendiculares entre si. A origem deste sistema é o cruzamento dos eixos  $X$  e  $Y$





## REVOLVER EM SALA OS EXERCÍCIOS

**1\_Plano Cartesiano**

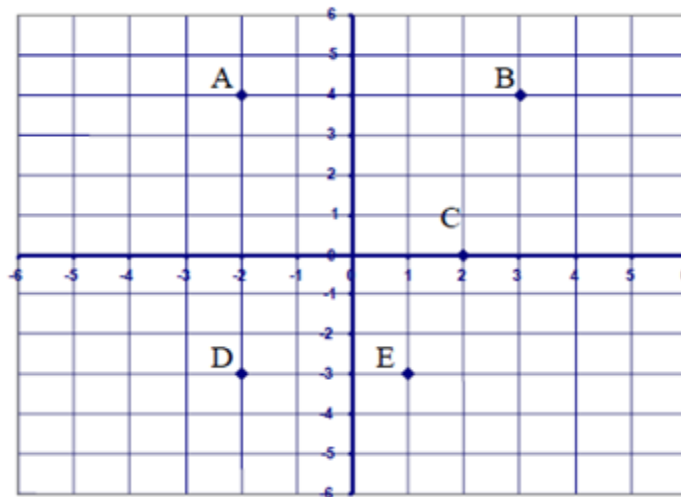
***tempo: 45 minutos***



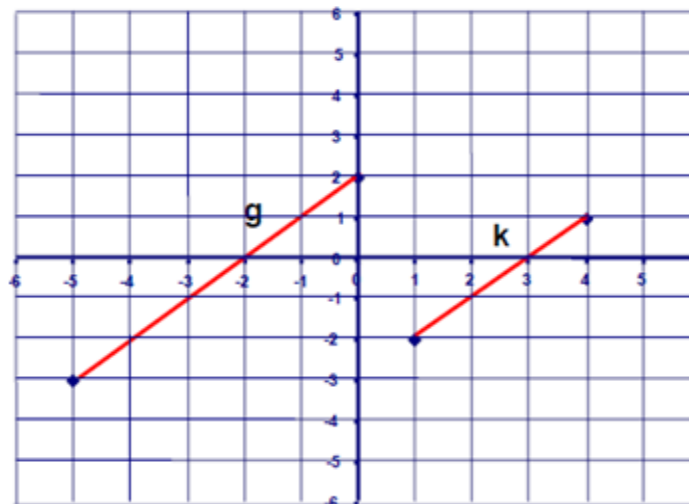
1. Num papel quadriculado, em um mesmo plano cartesiano, localize os pontos:

$$A = (0, 4); B = (-4, 5); C = (3, -4); D = (2, 2); E = (0, 0)$$

2. No plano cartesiano abaixo, dê os pares ordenados de cada ponto:



3. Considere os segmentos g e k indicados no seguinte plano cartesiano. Determine as coordenadas de suas extremidades:

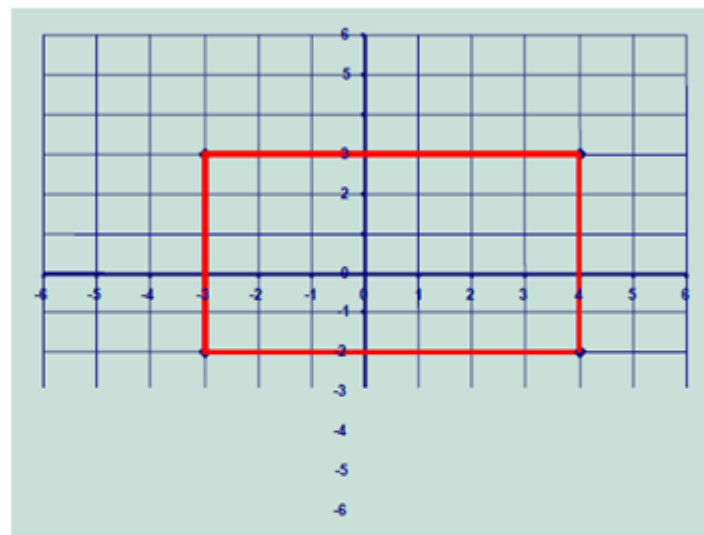


4. Em papel quadriculado, trace os segmentos  $\overline{AB}$  e  $\overline{MN}$ , onde:

$$A = (3, 4) \text{ e } B = (-3, -4)$$

$$M = (-1, 2) \text{ e } N = (-1, -1)$$

5. Na figura destacada no plano cartesiano abaixo, determine:

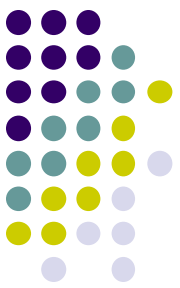


- As coordenadas dos vértices (*por pares ordenados*);
  - A área da figura formada;
  - O perímetro da figura formada.
6. No exercício 1, com o triângulo formado pelos vértices dos pontos A, B e C, calcule o comprimento dos lados  $\overline{AB}$ ,  $\overline{BC}$  e  $\overline{CA}$ ?

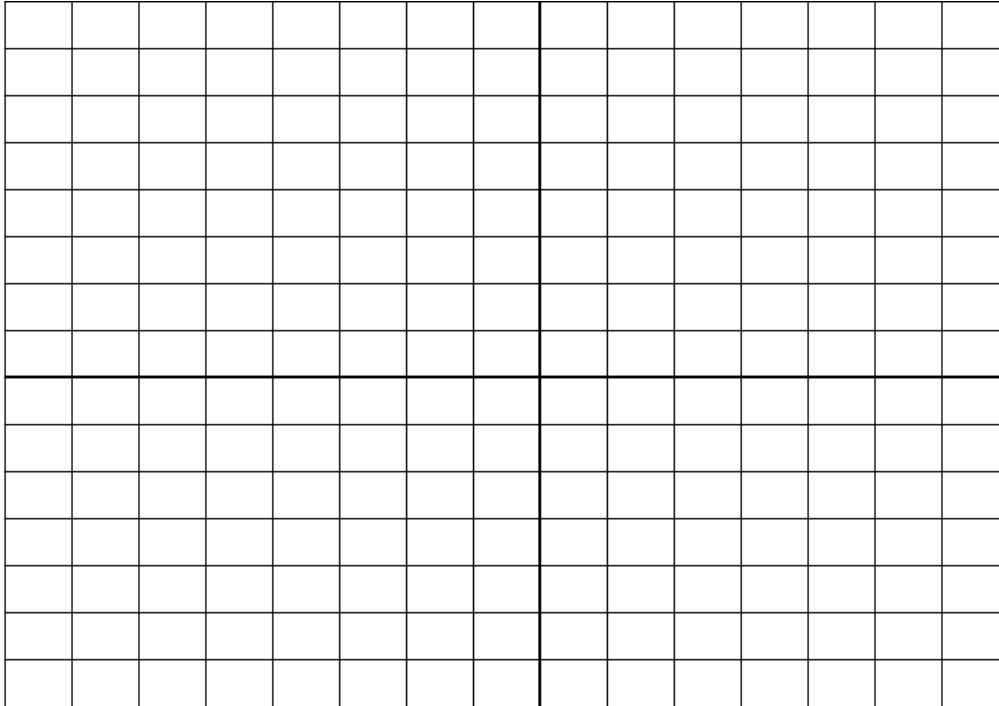


# SISTEMAS DE COORDENADAS CARTESIANAS

## SOLUÇÃO DOS EXERCÍCIOS



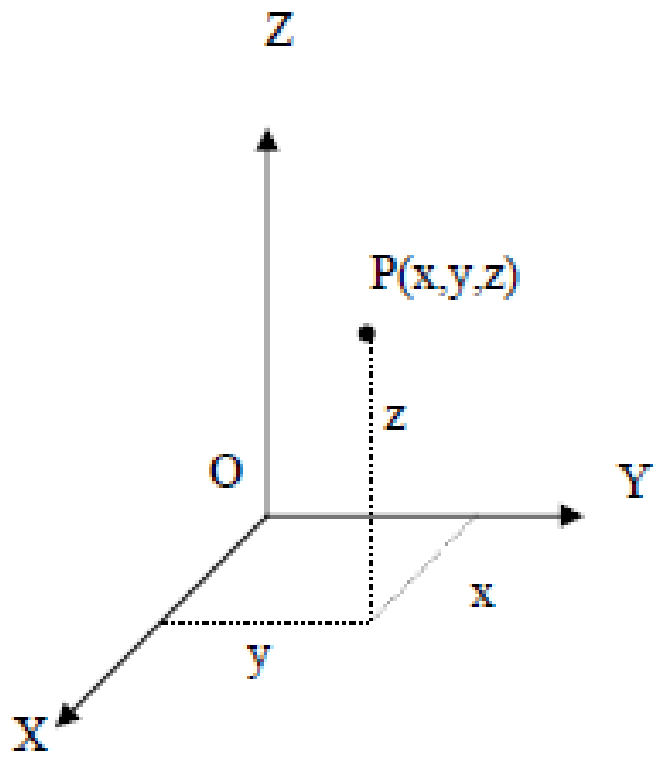
1. Localizar:  $A = (0, 4)$ ;  $B = (-4, 5)$ ;  $C = (3, -4)$ ;  $D = (2, 2)$ ;  $E = (0, 0)$



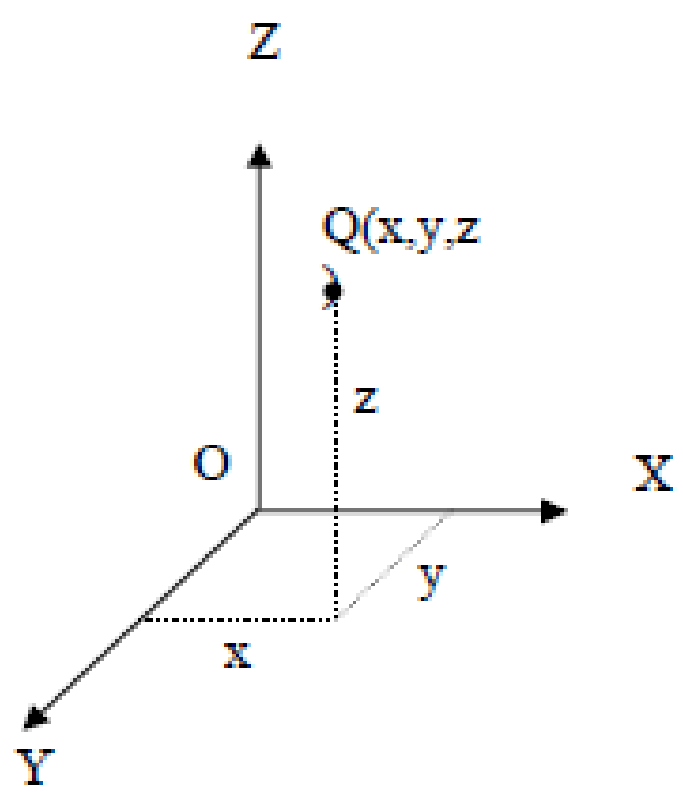
# SISTEMAS DE COORDENADAS CARTESIANAS



Dextrógiro



Levogiro



Um sistema de coordenadas cartesianas retangulares no espaço tridimensional é caracterizado por um conjunto de três retas (X, Y, Z) denominadas de eixos coordenados

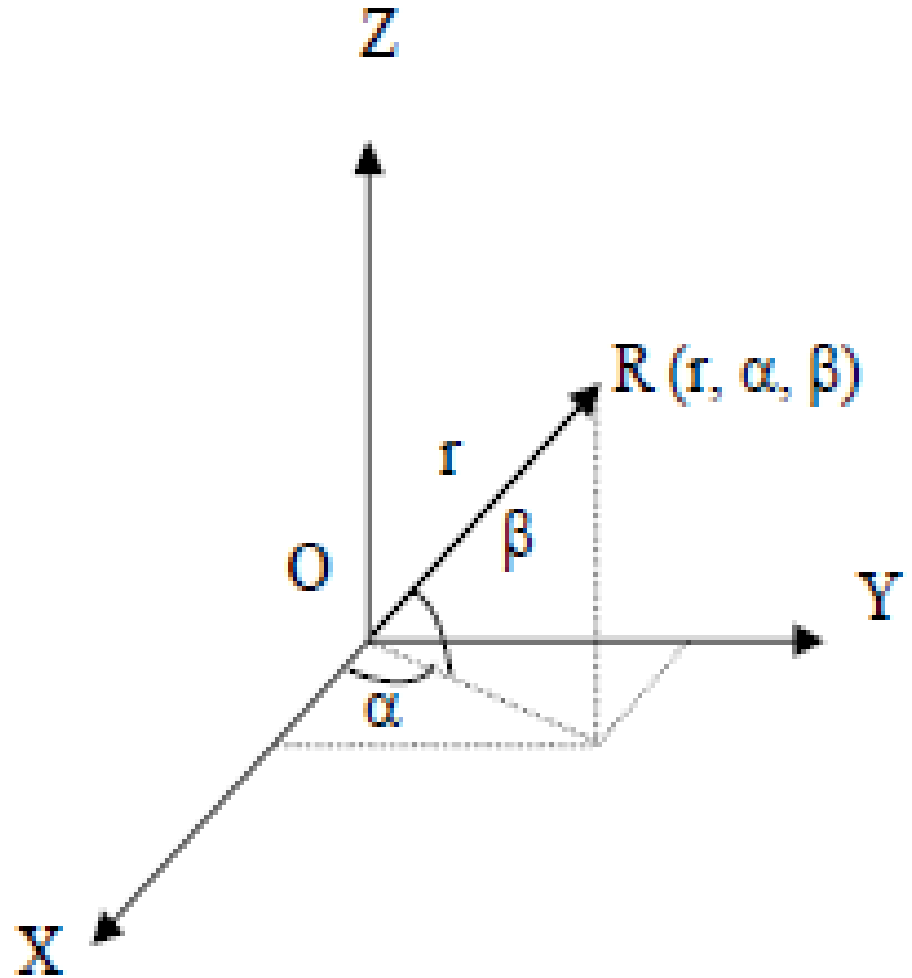
# SISTEMAS DE COORDENADAS ESFÉRICAS



Um ponto do espaço

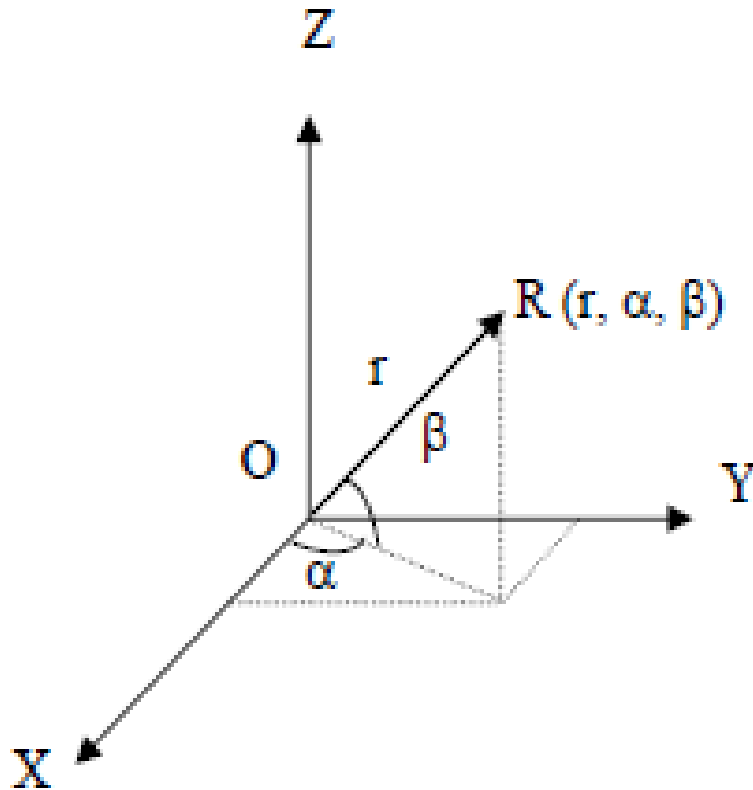
tridimensional pode ser determinado pelo afastamento  $r$  entre a origem do sistema e o ponto  $R$  considerado; pelo ângulo  $\beta$  formado entre o segmento  $OR$  e a projeção ortogonal deste sobre o plano  $xy$  e pelo ângulo  $\alpha$  que a projeção do segmento  $OR$  sobre o plano  $xy$  forma com o semi-eixo  $OX$ .

As coordenadas esféricas de um ponto  $R$  são dadas por  $(r, \alpha, \beta)$ .





# SISTEMAS DE COORDENADAS ESFÉRICAS



$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = r \begin{bmatrix} \cos \beta \cos \alpha \\ \cos \beta \sin \alpha \\ \sin \beta \end{bmatrix}$$

É possível sobrepor um sistema de coordenadas cartesianas a um sistema de coordenadas esféricas. O ponto R, determinado pelo terno cartesiano  $(x, y, z)$  será expresso pelas coordenadas esféricas  $(r, \alpha, \beta)$ , sendo o relacionamento entre os dois sistemas obtido pelo vetor posicional.

# Projeções Cartográficas

## PROBLEMA BÁSICO

Representar uma superfície curva (a Terra) em um plano

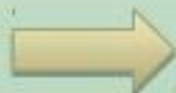
**DEFORMAÇÕES SÃO INEVITÁVEIS!!!**



# Não Existe Projeção Ideal !!!

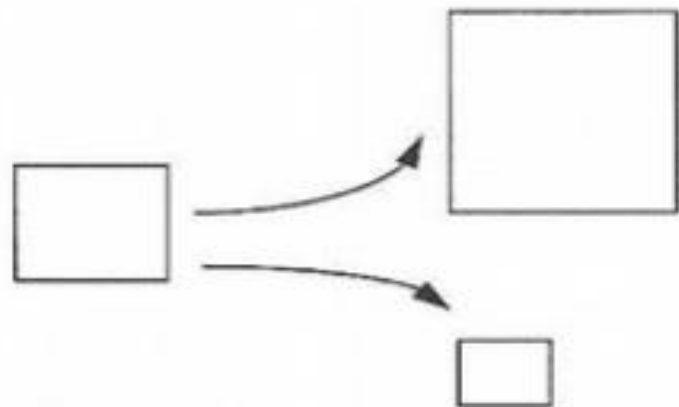
Não se pode passar de uma superfície curva para uma superfície plana sem que haja deformações.

Portanto: **Não Existe Projeção Ideal** , mas apenas a melhor representação para um determinado propósito

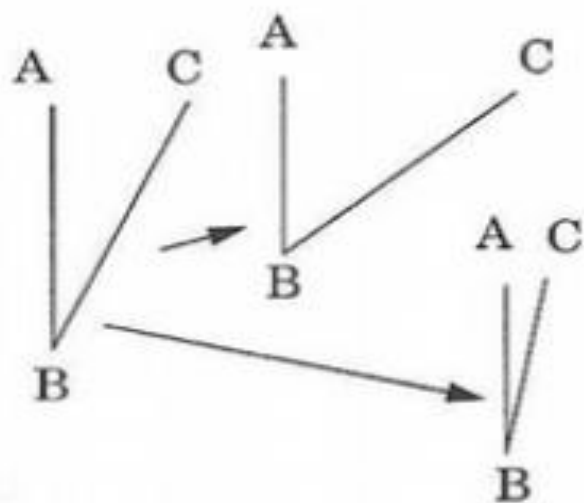
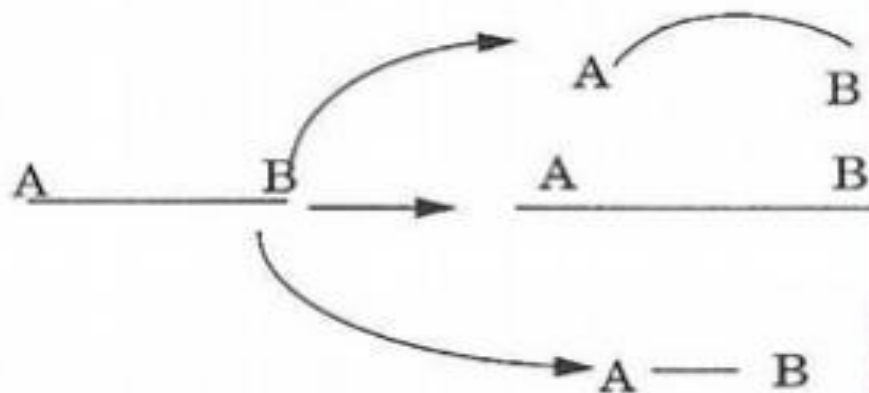


# Não Existe Projeção Ideal !!!

DISTORÇÃO NA ÁREA

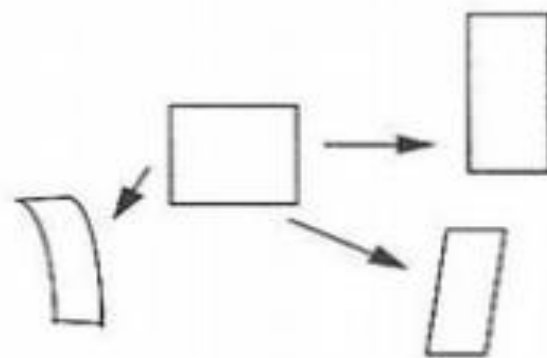


DISTORÇÃO LINEAR



DISTORÇÃO ANGULAR

DISTORÇÃO NA FORMA



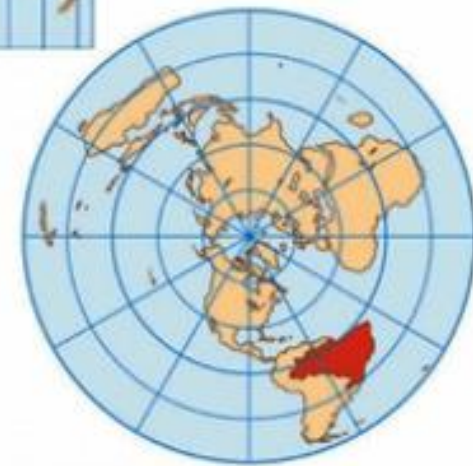


# Não Existe Projeção Ideal !!!

1. PROJEÇÃO CONFORME (conformidade): Mantêm ângulos (forma), mas não os tamanhos
2. PROJEÇÃO EQUIDISTANTE: Mantêm distância, mas deforma áreas e ângulos
3. PROJEÇÃO EQUIVALENTE: Mantêm áreas, mas distorce as formas
4. PROJEÇÃO AFILÁTICAS: Não conserva nenhuma das propriedades. Busca reduzir distorções de maneira geral.



*Mercator  
(conforme)*



*Azimutal ou  
Plana*



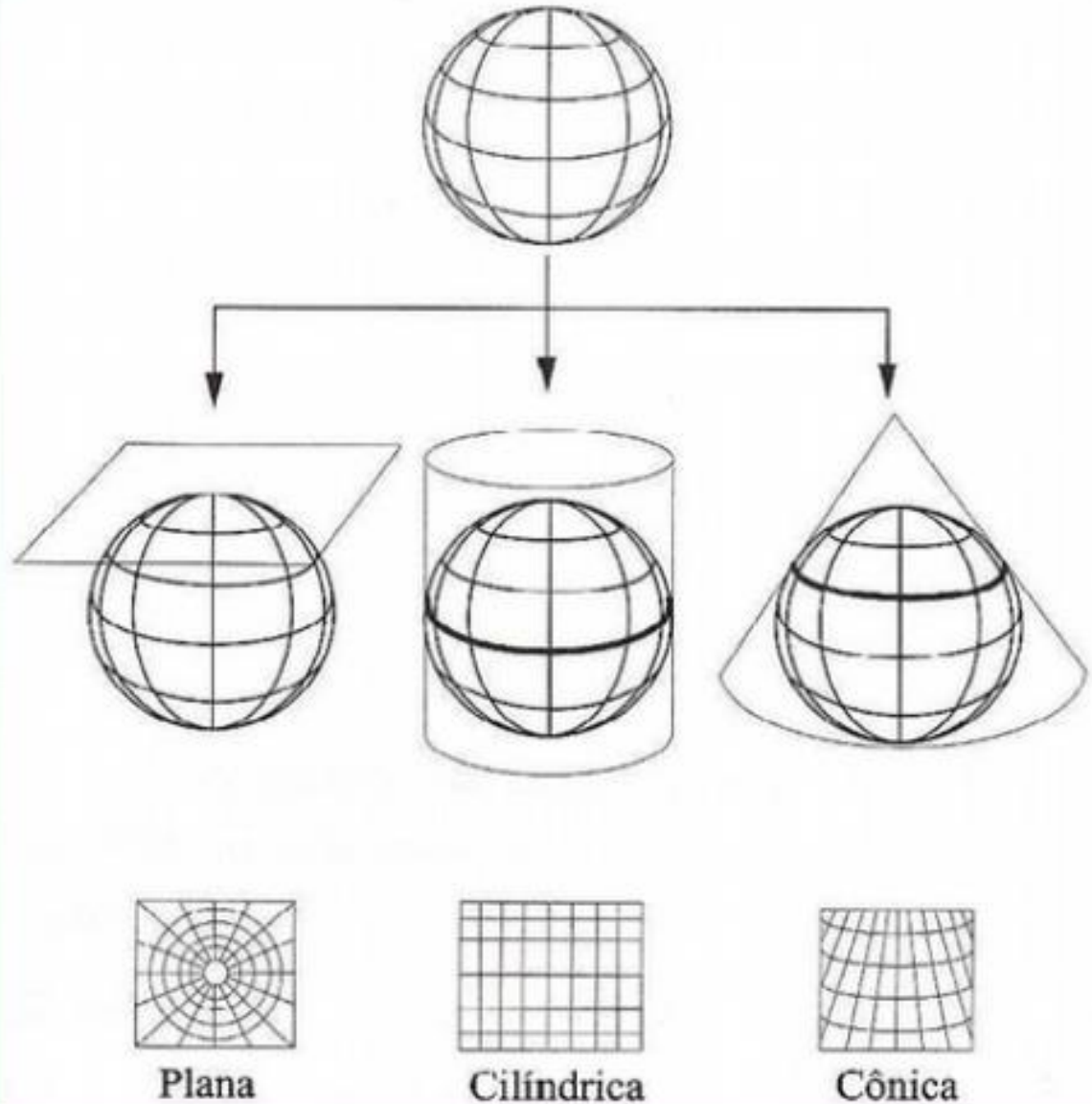
*Peters*



# Projeções Cartográficas - Classificação

*Quanto à Superfície de Projeção:*

1. Plana ou Azimutal
2. Cilíndrica
3. Cônica
4. Polissuperficiais  
(poliédrica,  
policilíndrica,  
policônica)



# Projeções Cartográficas - Classificação

## Quanto ao Tipo de Contato:

### 1. Tangente

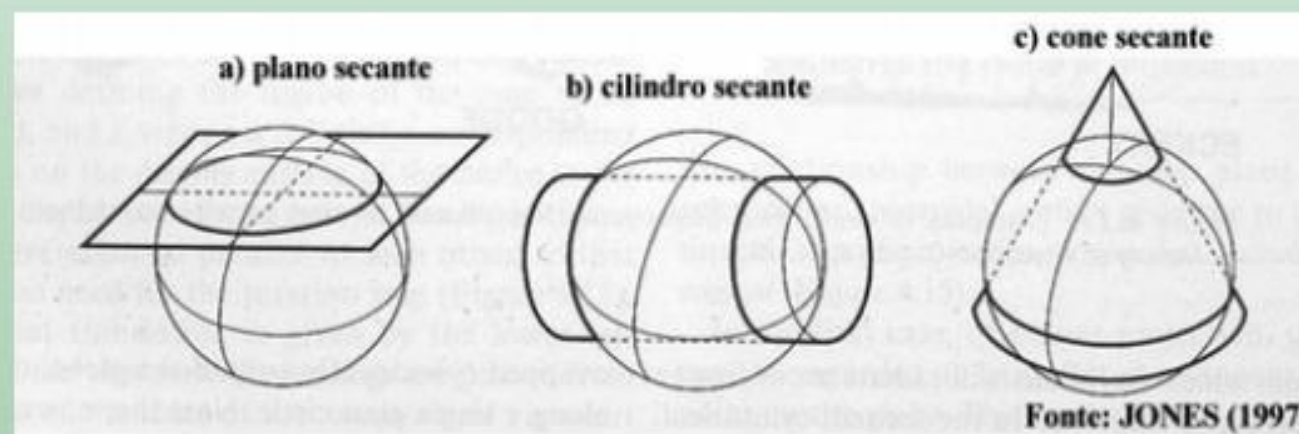
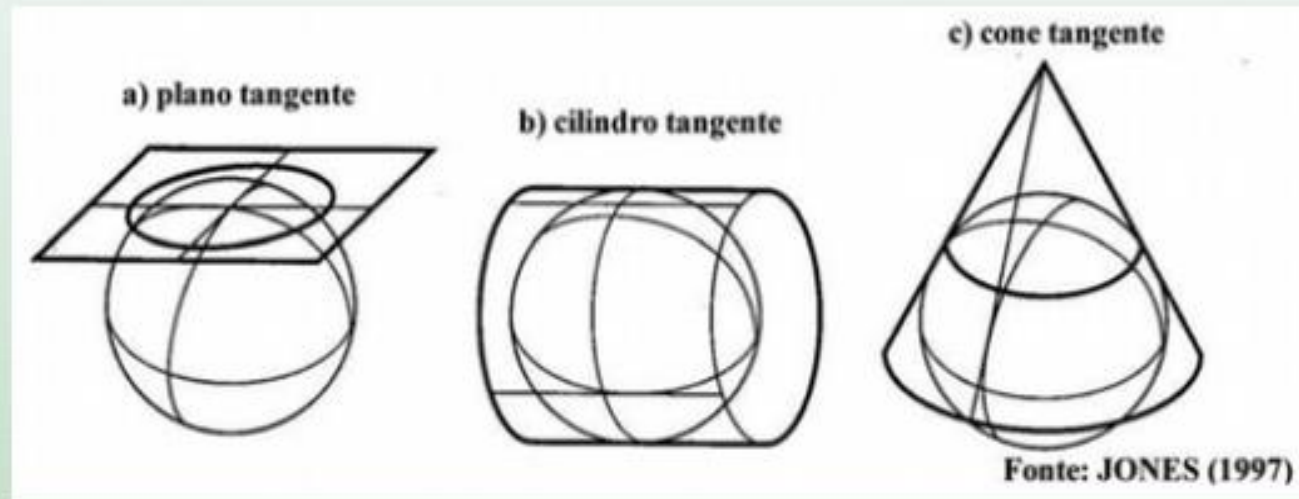
Plano: 1 Ponto

Cilindro/Cone: 1 Linha

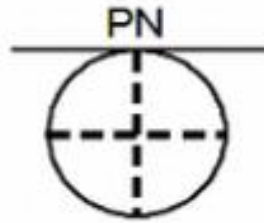
### 2. Secante

Plano: 1 Linha

Cilindro/Cone:  
2 Linhas



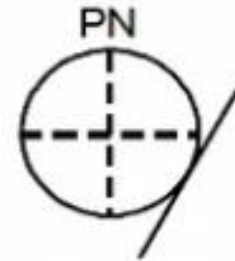
# PROJEÇÕES PLANAS



Polar

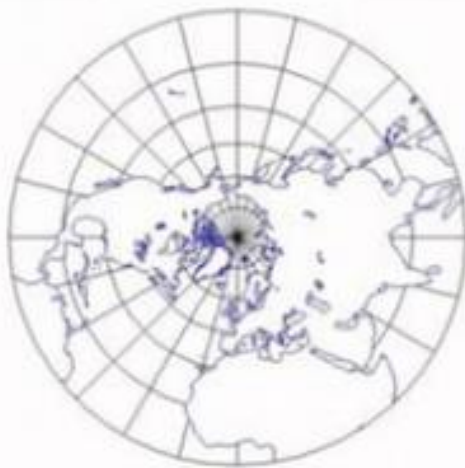


Equatorial



Obliqua

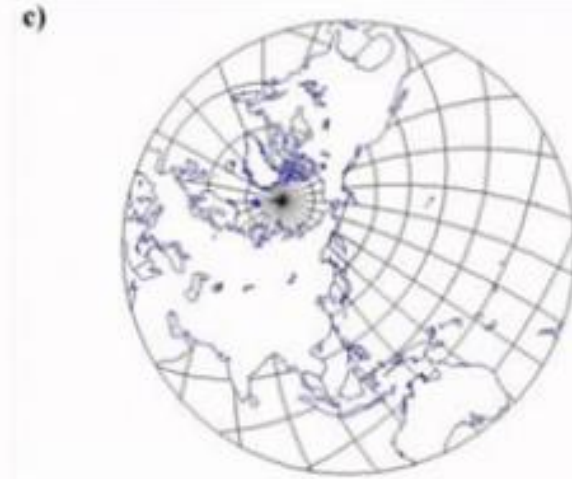
## *Projeção Azimutal Estereográfica*



Polar



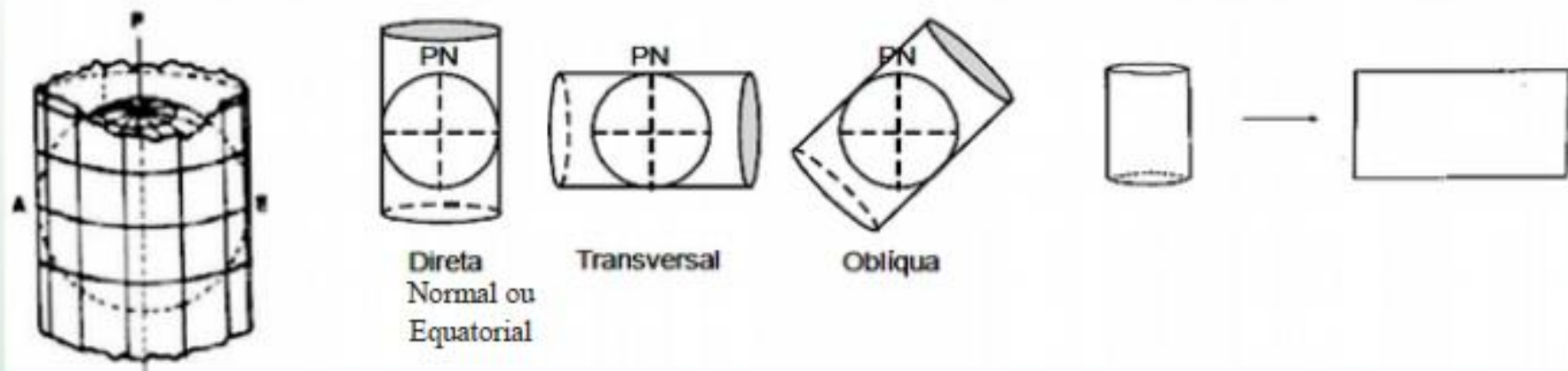
Equatorial



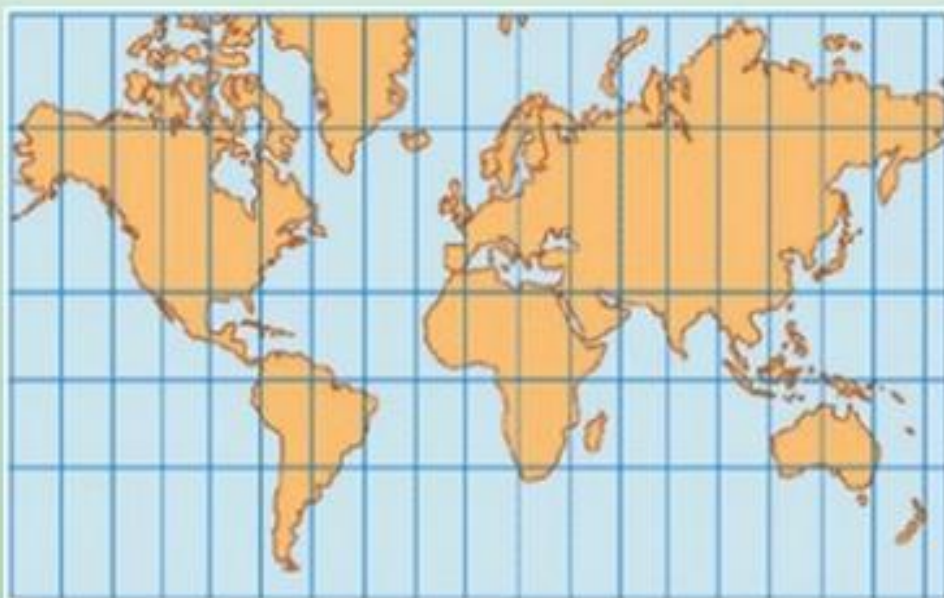
Obliqua



# PROJEÇÕES CILÍNDRICAS



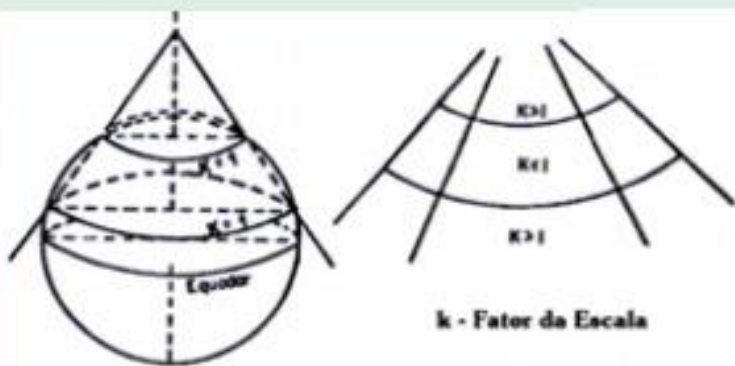
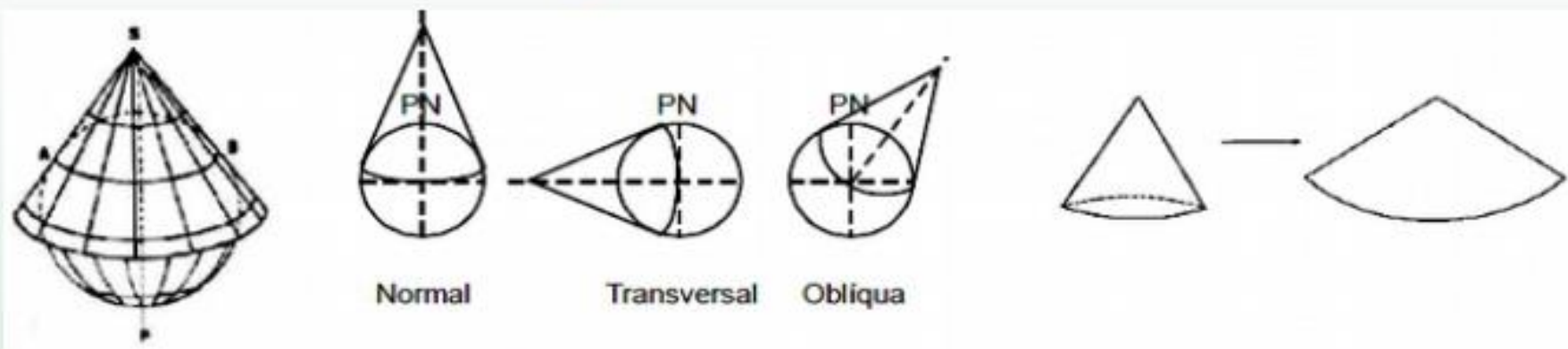
**Projeção de Mercator**  
(Cilíndrica, Equatorial, Conforme)



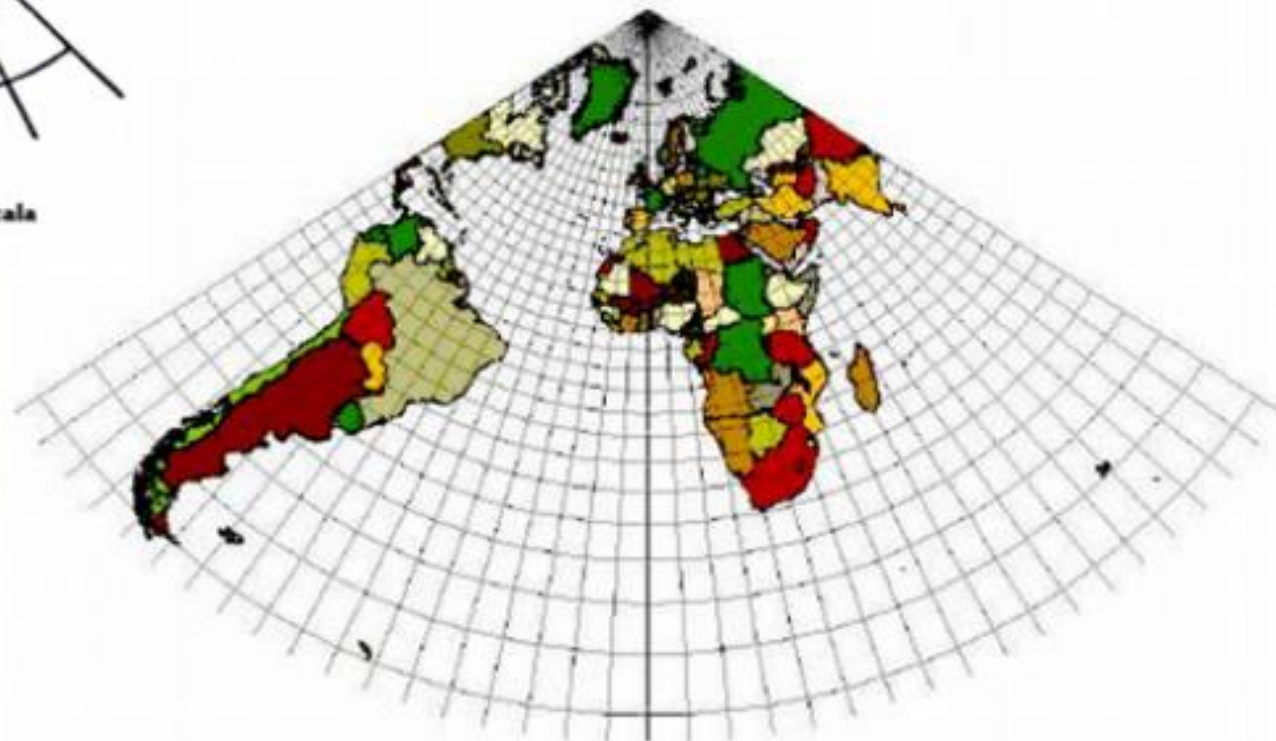
**Projeção de Peters**  
(Cilíndrica, Equatorial, Equivalente)



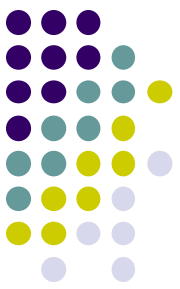
# PROJEÇÕES CÔNICAS



Projeção Cônica Conforme de Lambert







Projeção	Classificação	Aplicações	Características
Albers	Cônica Equivalente	Mapeamentos temáticos. Serve para mapear áreas com extensão predominantes leste-oeste.	Preserva áreas.
Cilíndrica Equidistante	Cilíndrica Equidistante	Mapas Mundi. Mapas em escalas pequenas. Trabalhos computacionais.	Altera áreas. Altera ângulos.
Estereográfica Polar	Plana Conforme	Mapeamento das regiões polares. Mapeamento da Lua, Marte e Mercúrio.	Preserva ângulos. Oferece distorções de escala.
Lambert	Cônica Conforme	Cartas gerais e geográficas. Cartas militares.	Preserva ângulos.
		Cartas aeronáuticas do mundo.	
Lambert Million	Cônica Conforme	Cartas ao milionésimo.	Preserva ângulos.
Mercator	Cilíndrica Conforme	Cartas náuticas. Cartas geológicas e magnéticas. Mapas Mundi.	Preserva ângulos.
Miller	Cilíndrica	Mapas Mundi. Mapas em escalas pequenas.	Altera ângulos. Altera áreas.
UTM	Cilíndrica Conforme	Mapeamento básico em escalas médias e grandes. Cartas topográficas.	Preserva ângulos. Altera áreas (mas as distorções não ultrapassam 0,5%).

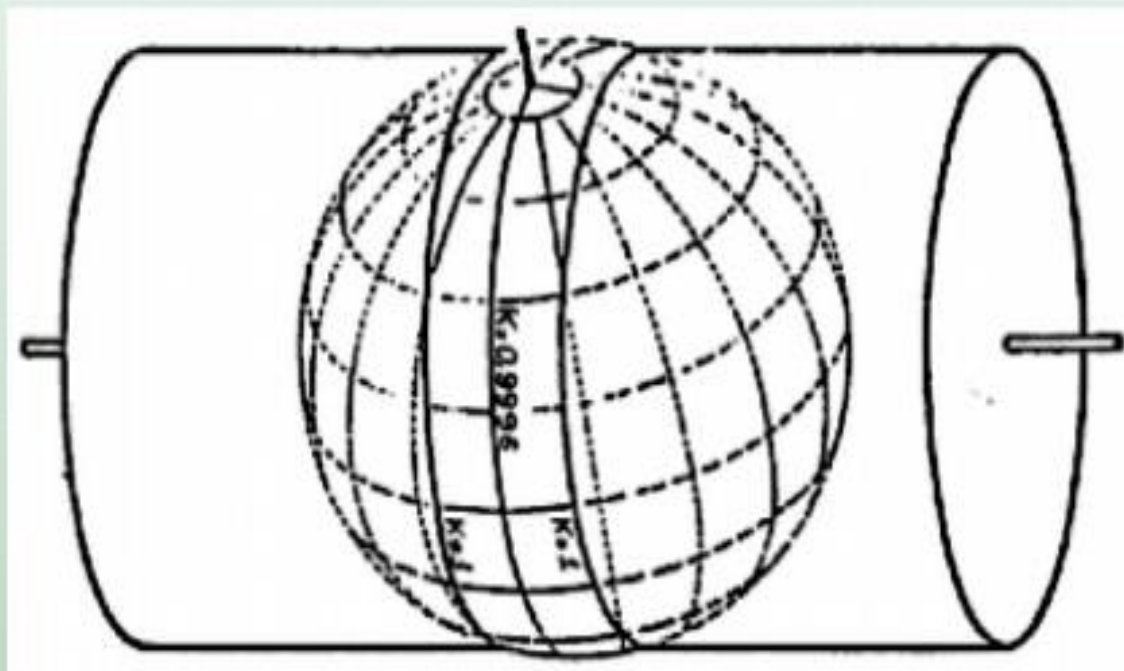
Fonte: Manual do Spring.

# Sistema UTM

Sistema de coordenadas plano-retangulares mais utilizado é baseado na

## PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

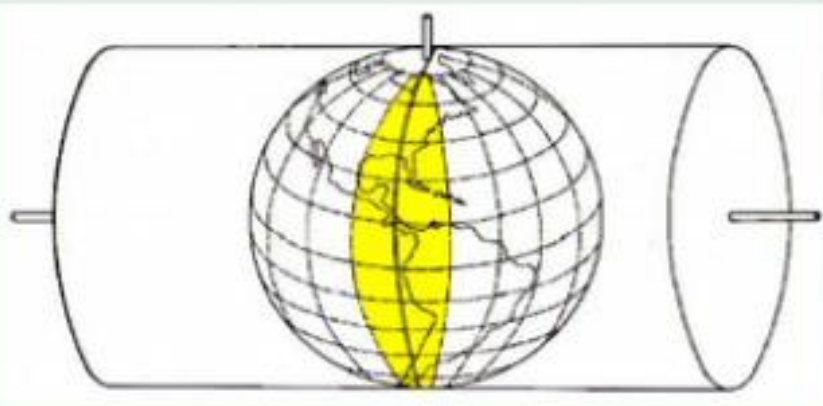
- Cilíndrica
- Transversa
- Conforme
- Secante



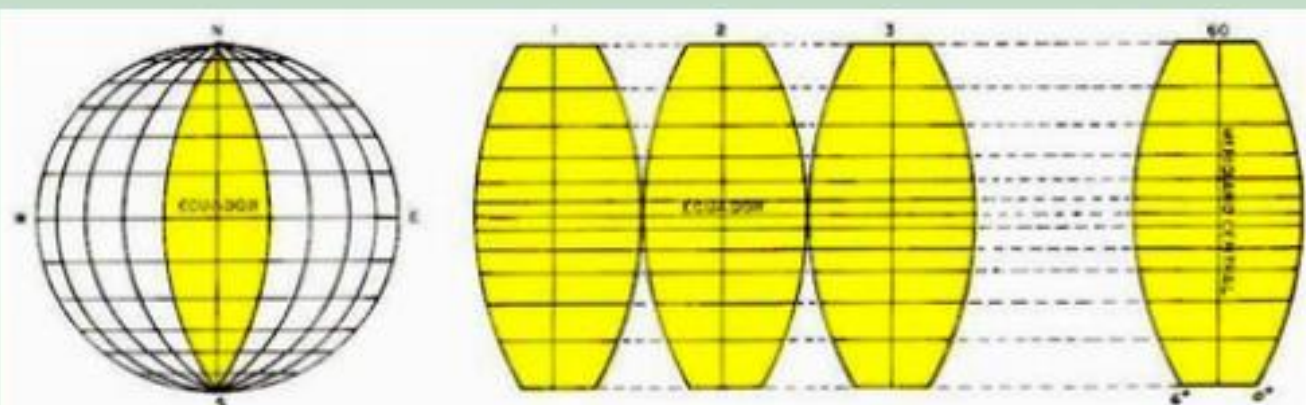
*Cartas temáticas e topográficas do sistema cartográfico nacional (IBGE)*

# Sistema UTM

Superfície de Projeção são 60 cilindros transversos, cada um com uma amplitude de 6 graus em longitude → 60 fusos



Cada fuso possui um meridiano central, com 3 graus para cada lado

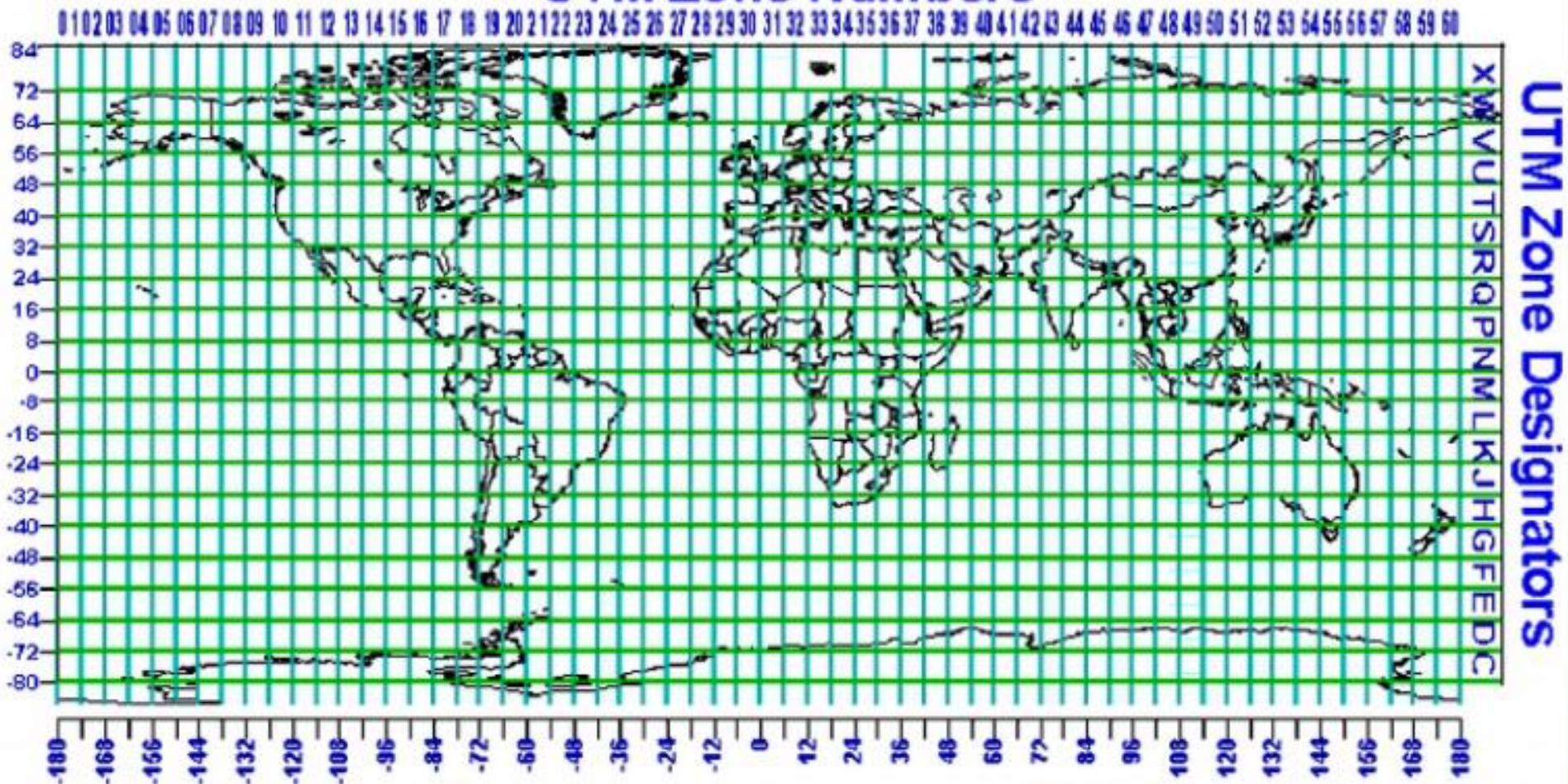




# Sistema UTM

Os 60 fusos são enumerados a partir do anti-meridiano de Greenwich ( $180^\circ$  W). Fuso 1  $\rightarrow$   $180^\circ$ W a  $174^\circ$ W

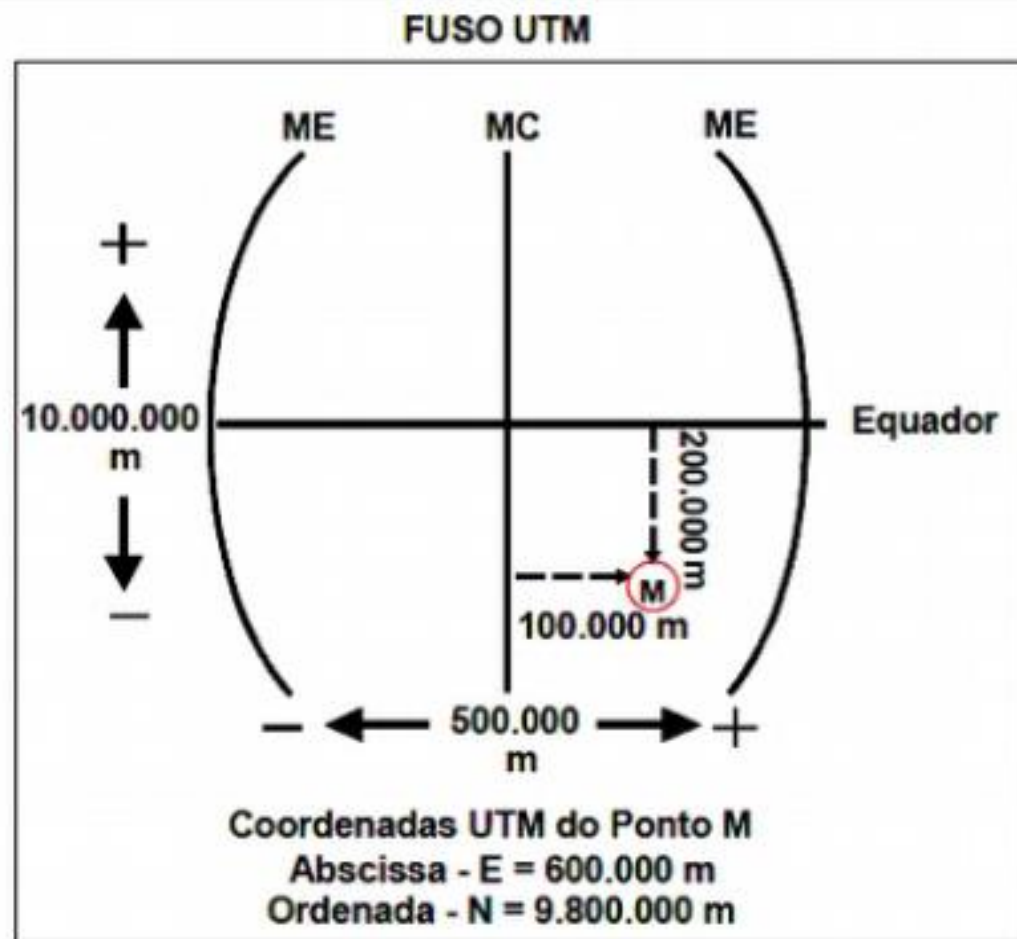
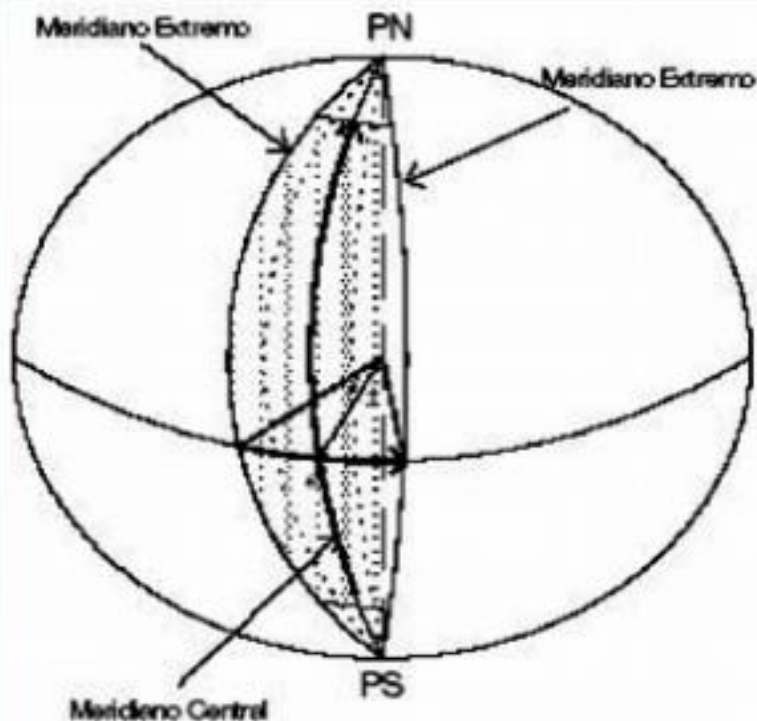
## UTM Zone Numbers





# Sistema UTM

- Cada fuso possui um meridiano central, com 3 graus para cada lado.
- Origem: Cruzamento do Equador (10.000.000 ou 0) com MC (500.000) de cada fuso.



**Convenção Internacional:**

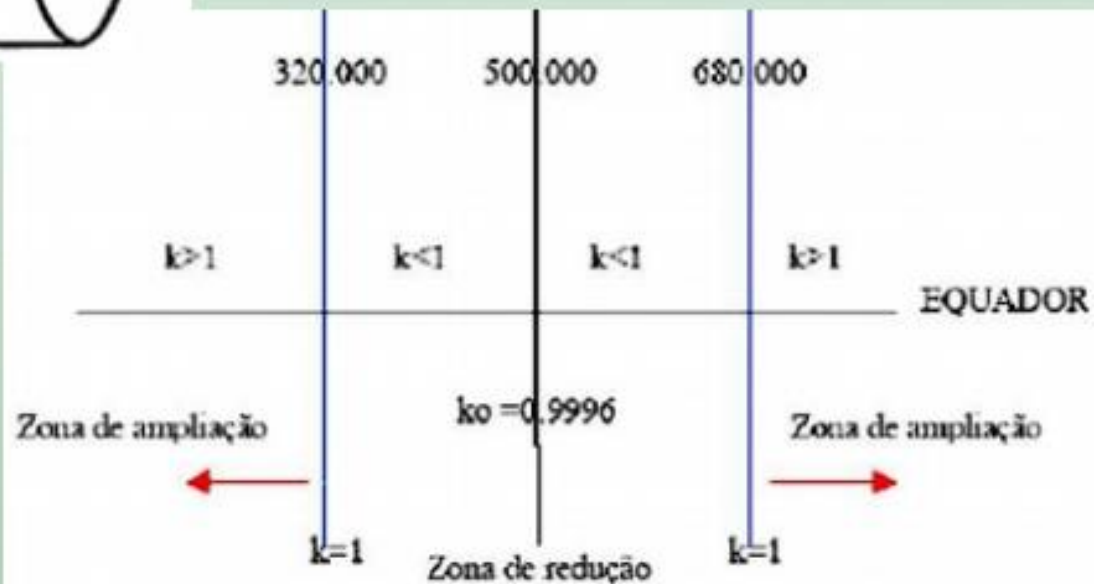
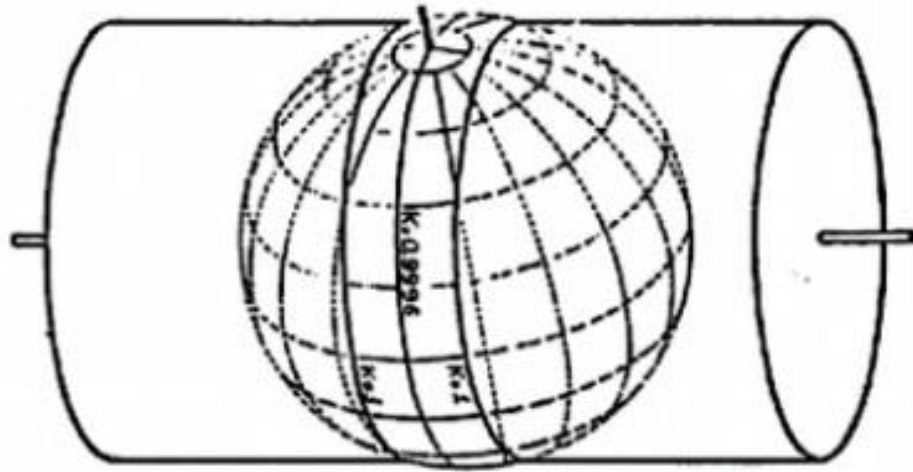
E → abscissa – no Equador

N → ordenada – no MC

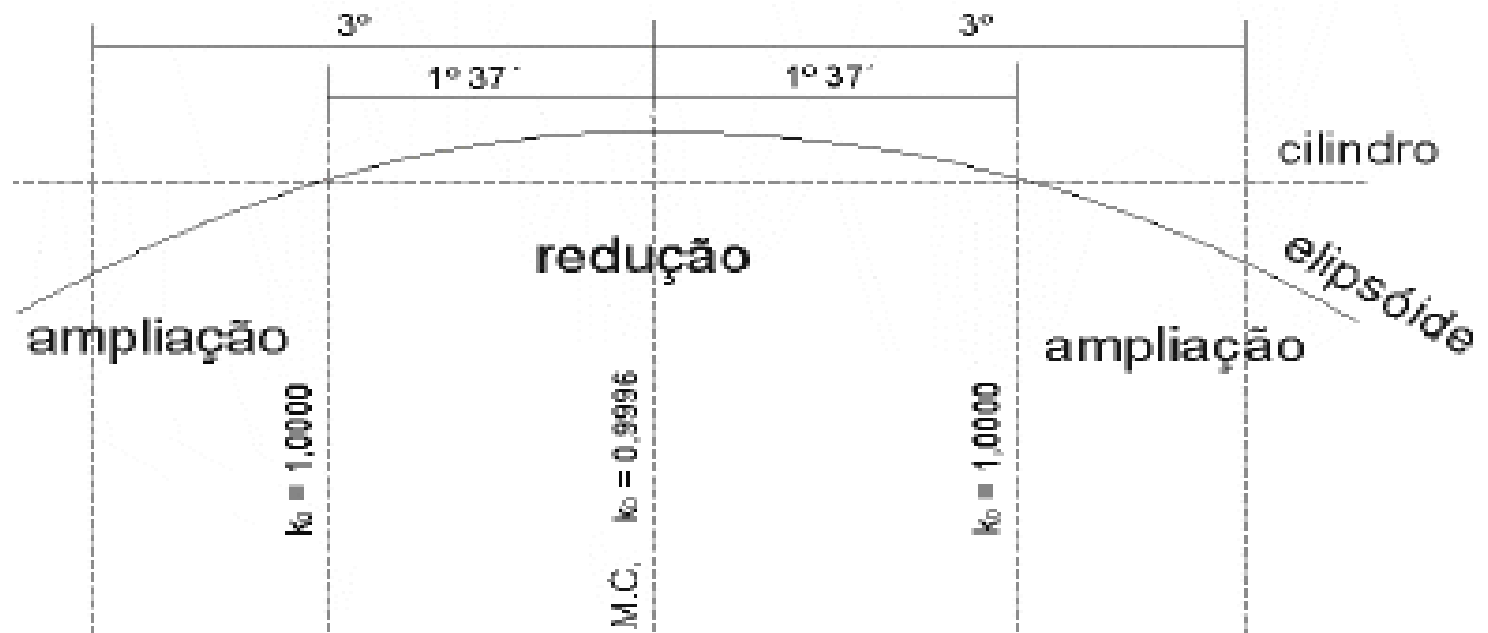
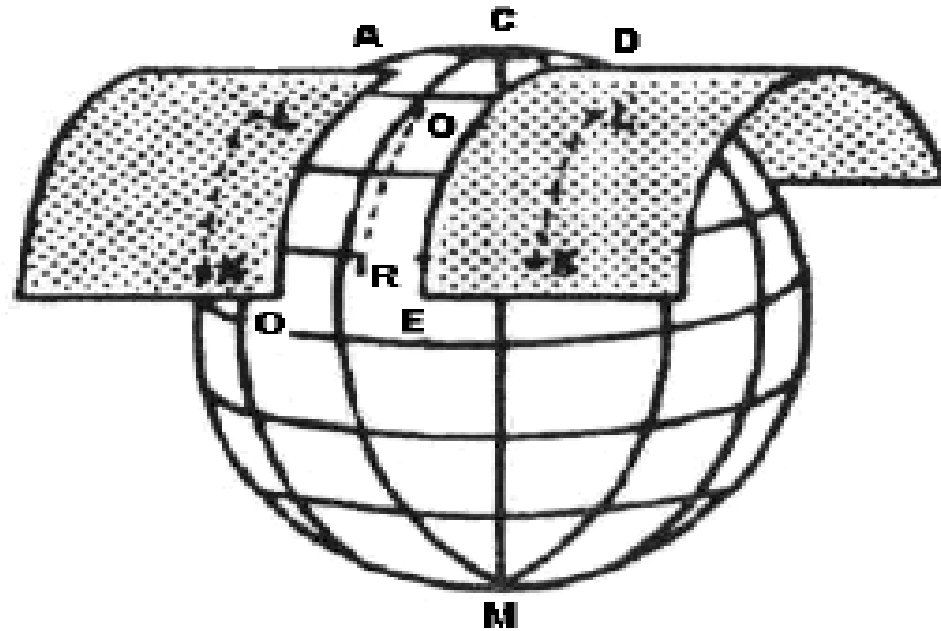


# Sistema UTM

## Deformações – Fator de Escala



# Sistema UTM



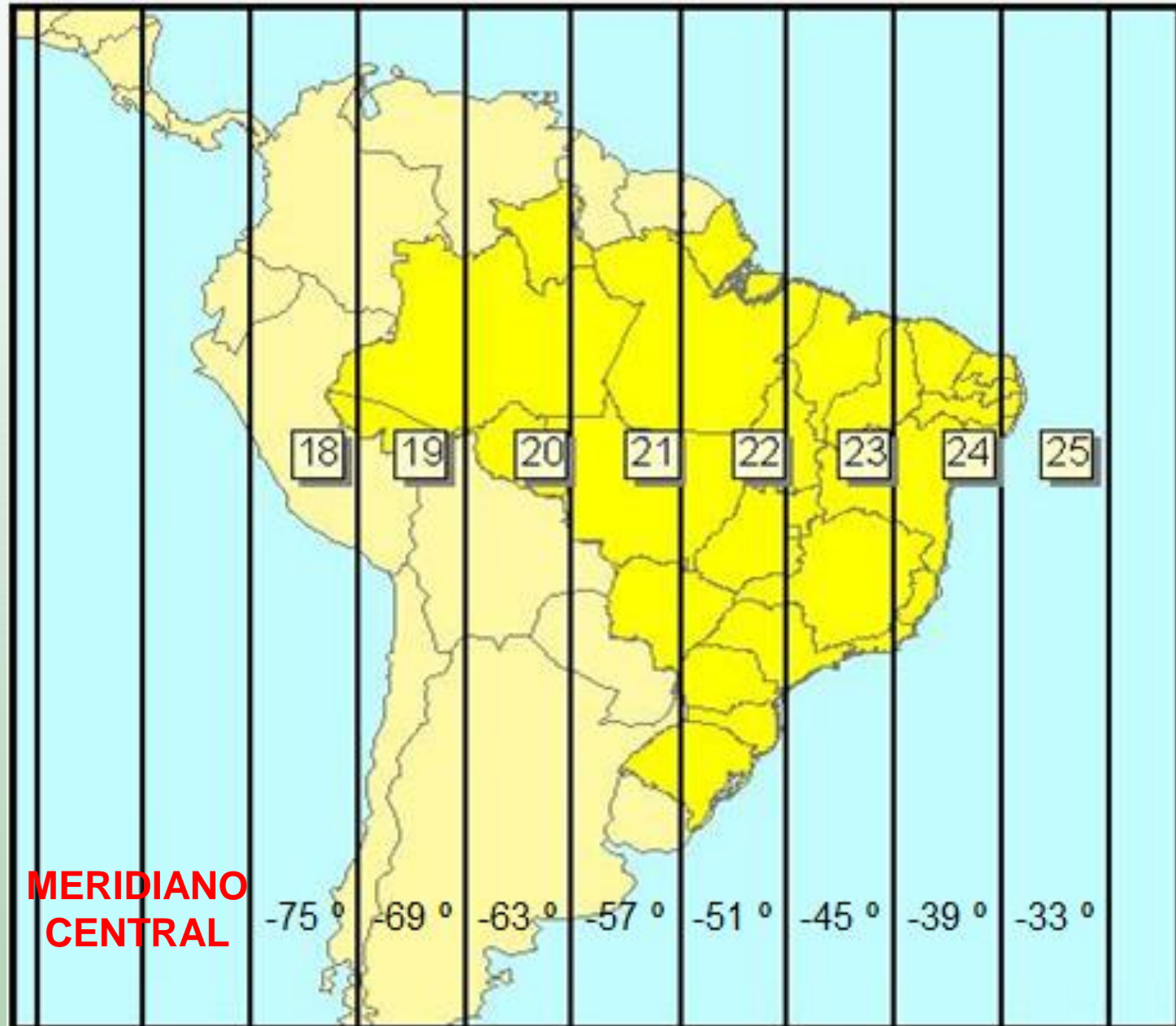
# Sistema UTM

## AMAZONAS

engloba os fusos **18** à **21**  
maior estado da federação

## MANAUS

meridiano  $-60^{\circ}$   
no limite dos fusos: **20** e **21**



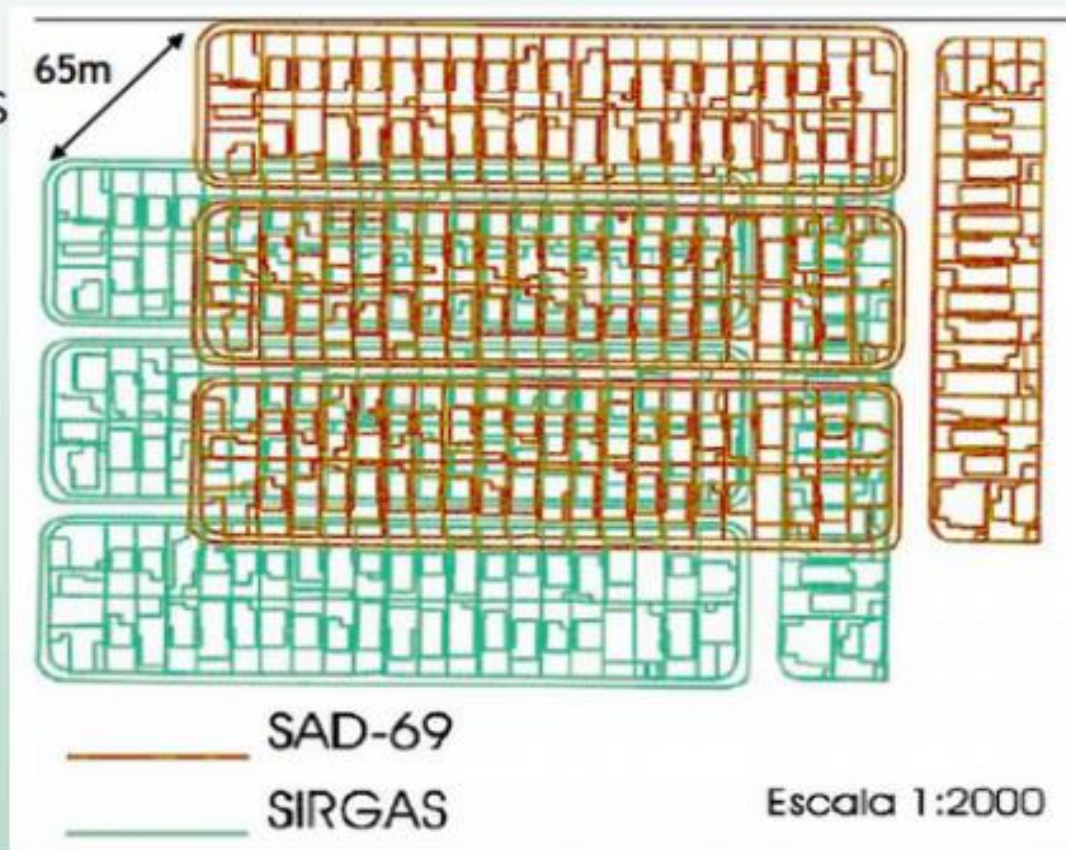


## **Campus Universitário EST – Escola Superior de Tecnologia da UEA – Universidade do estado do Amazonas**



# Atenção!

Dois conjuntos de dados podem diferir no **datum**, **sistema de projeção cartográfica** e **sistema de coordenadas**.

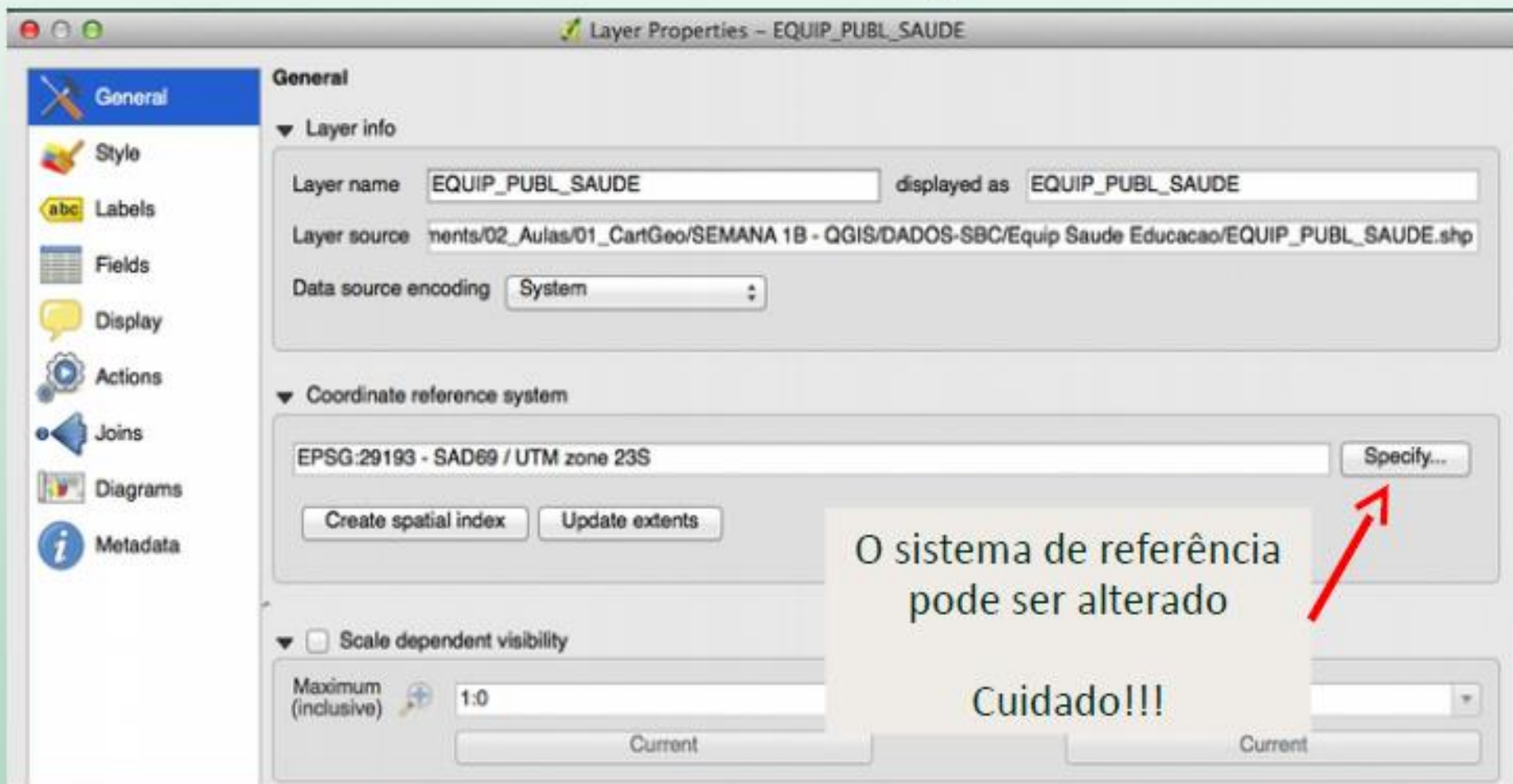


É fundamental conhecer estes parâmetros para cada conjunto de dados!

# Dicas no QGIS

# Como verificar o sistema geodésico de referência de uma camada?

Botão direito sobre a camada > Properties > General



Layer Properties - EQUIP\_PUBL\_SAUDE

**General**

▼ Layer info

Layer name: EQUIP\_PUBL\_SAUDE displayed as: EQUIP\_PUBL\_SAUDE

Layer source: nents/02\_Aulas/01\_CartGeo/SEMANA 1B - QGIS/DADOS-SBC/Equip Saude Educacao/EQUIP\_PUBL\_SAUDE.shp

Data source encoding: System

▼ Coordinate reference system

EPSG:29193 - SAD69 / UTM zone 23S Specify...

Create spatial index Update extents

▼  Scale dependent visibility

Maximum (inclusive) 1:0 Current

O sistema de referência pode ser alterado

Cuidado!!!

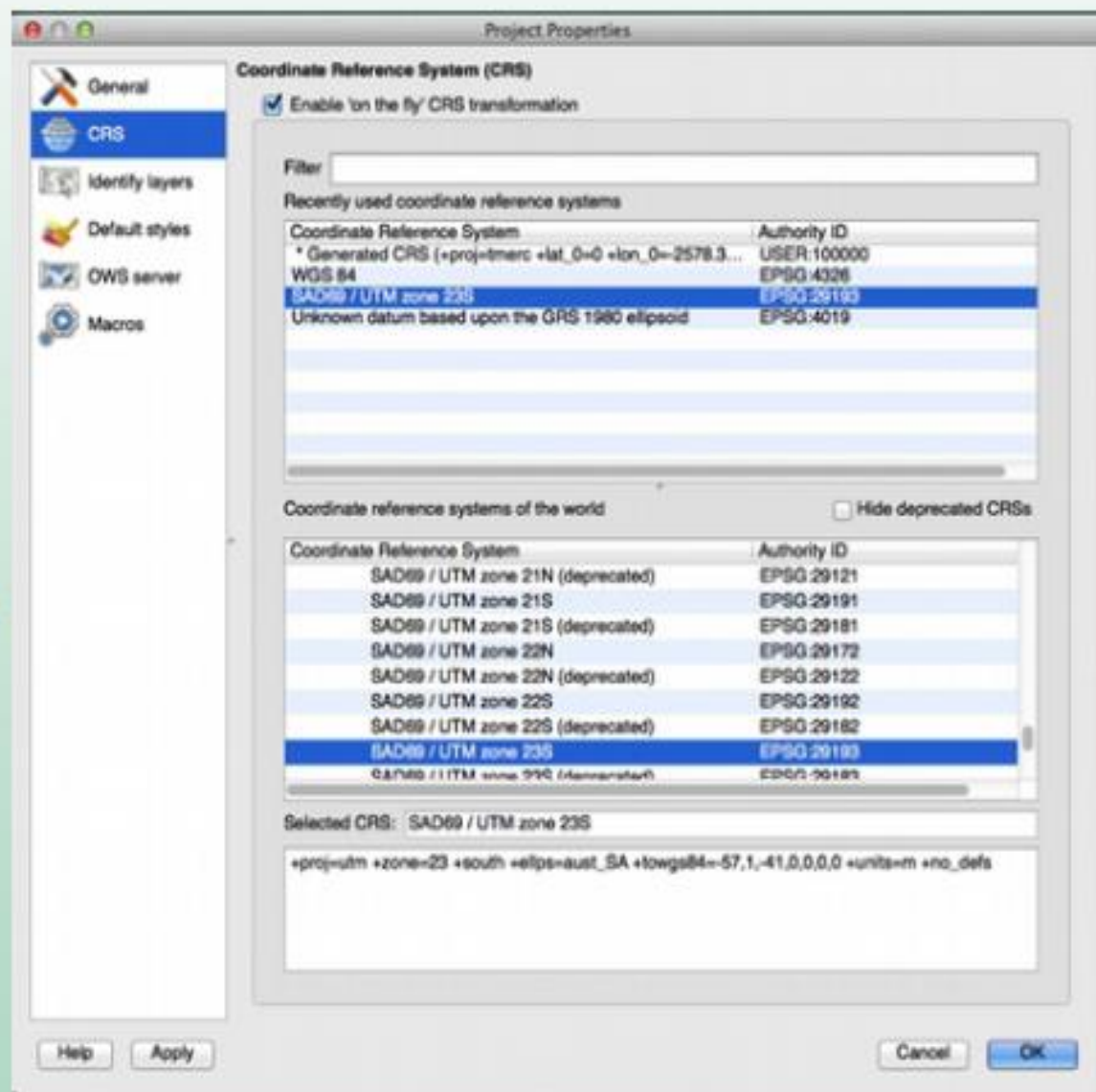


# Importante Saber!

## Transformações “on-the-fly”

O mecanismo de transformações “on-the-fly” realiza reprojeções automáticas para fins de visualização/renderização.

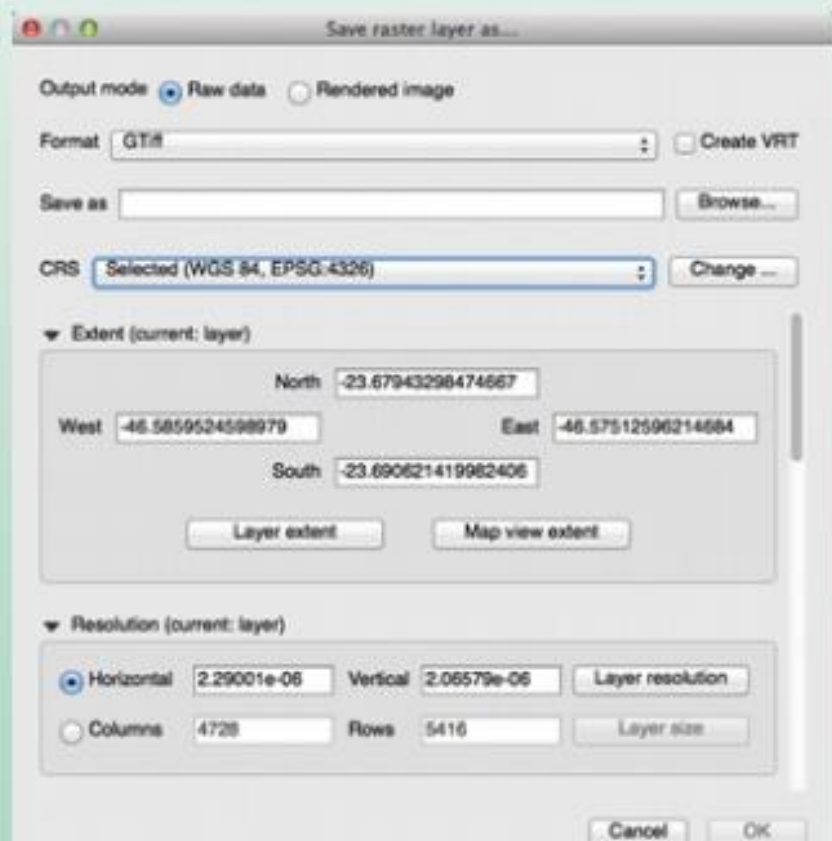
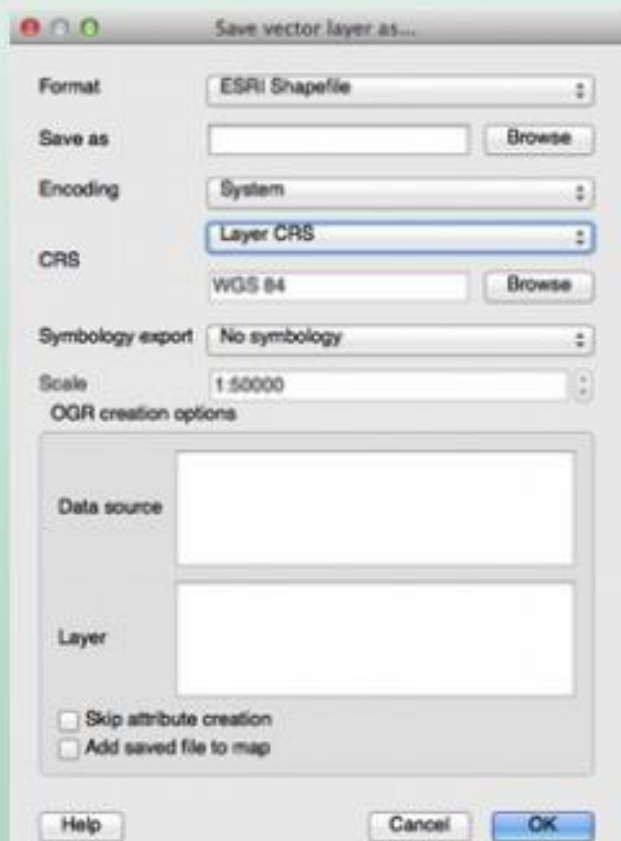
São reprojeções dinâmicas, que não afetam o dado original



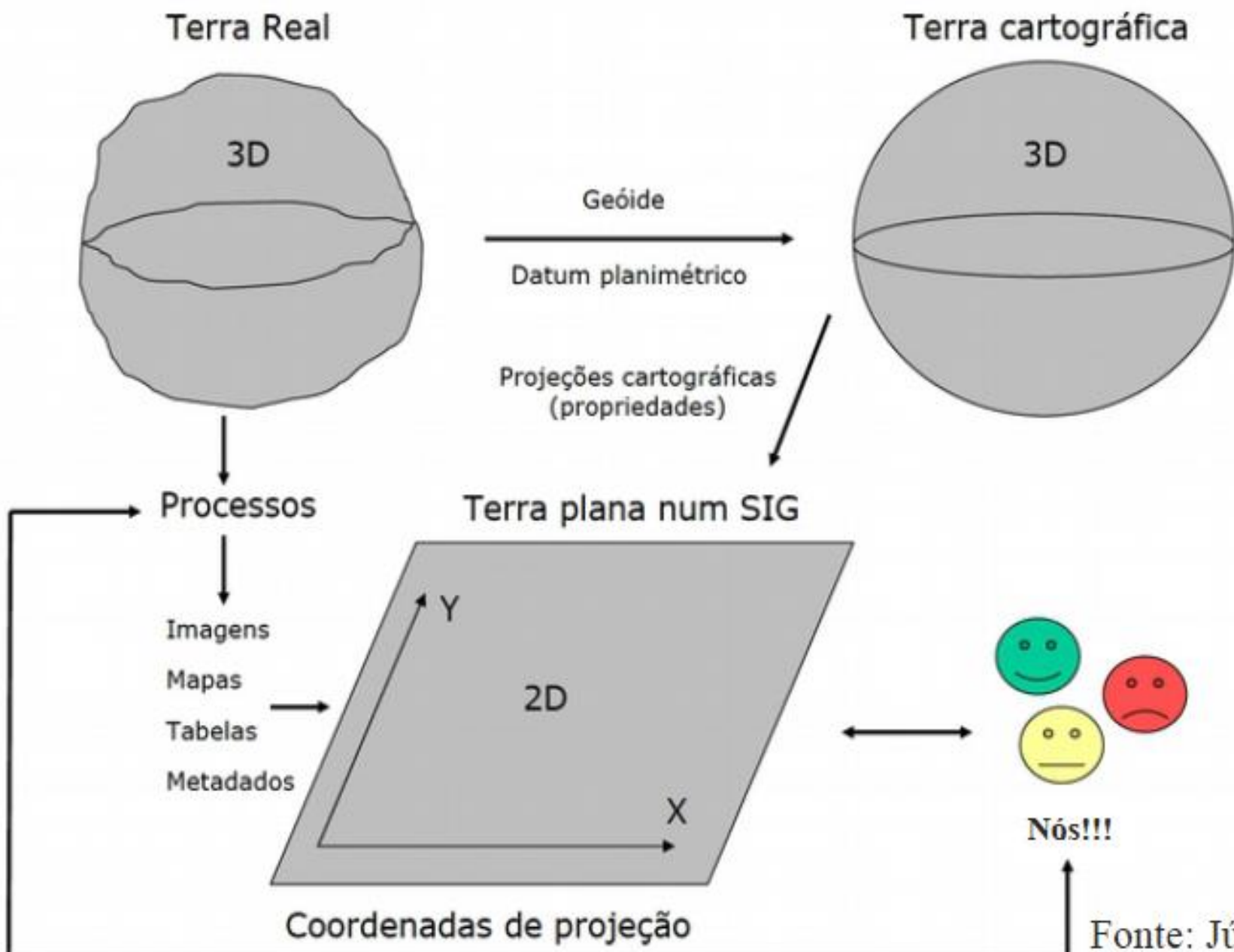


# Reprojetando e Convertendo Dados Vetoriais e Matriciais

Para reprojetar ou converter para outro formato:  
Salvar a camada com o novo sistema de referência/formato  
*Botão direito sobre a camada > Save as...*



# Resumo da Aula



# Bibliografia

FITZ, P. R. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Noções básicas de cartografia**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1989. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoos/indice.htm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/indice.htm).

ROSA, R. **Cartografia básica**. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Geografia. Laboratório de Geoprocessamento, 2004. Disponível em: <http://www.ufscar.br/~debe/geo/paginas/tutoriais/pdf/cartografia/Cartografia%20Basica.pdf>

D'ALGE, J. Cartografia para o Geoprocessamento. In. CÂMARA, G; DAVIS, C; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap6-cartografia.pdf>

FEITOSA, F. **Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento e Gestão do Território**. Disponível em: <https://flaviafeitosa.wordpress.com/teaching/geopgt/>