

CARTOGRAFIA

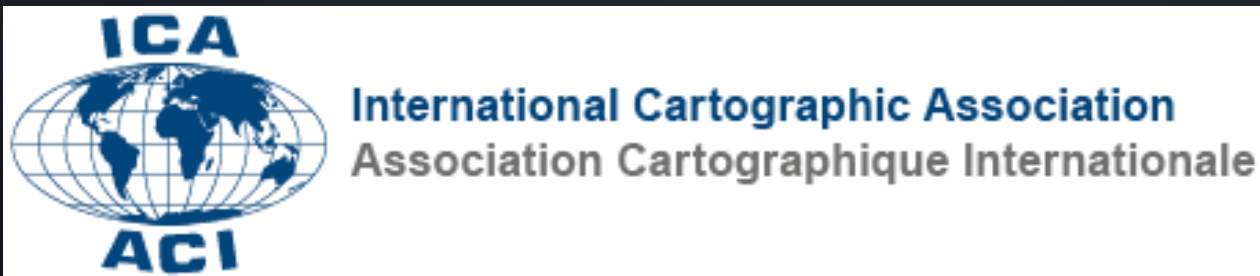
PARA GEOPROCESSAMENTO



O QUE É CARTOGRAFIA?

“A Cartografia é a disciplina que trata da concepção, produção, disseminação e estudo dos mapas. Cartografia também está relacionada à representação “O Mapa”. Isso significa que a Cartografia está em todo o processo de mapeamento.”

A cartografia é um campo complexo e em constante mudança, mas no centro dele está o processo de elaboração de mapas, mas **Cartografia é mais do que mapas**. Fica a dica!

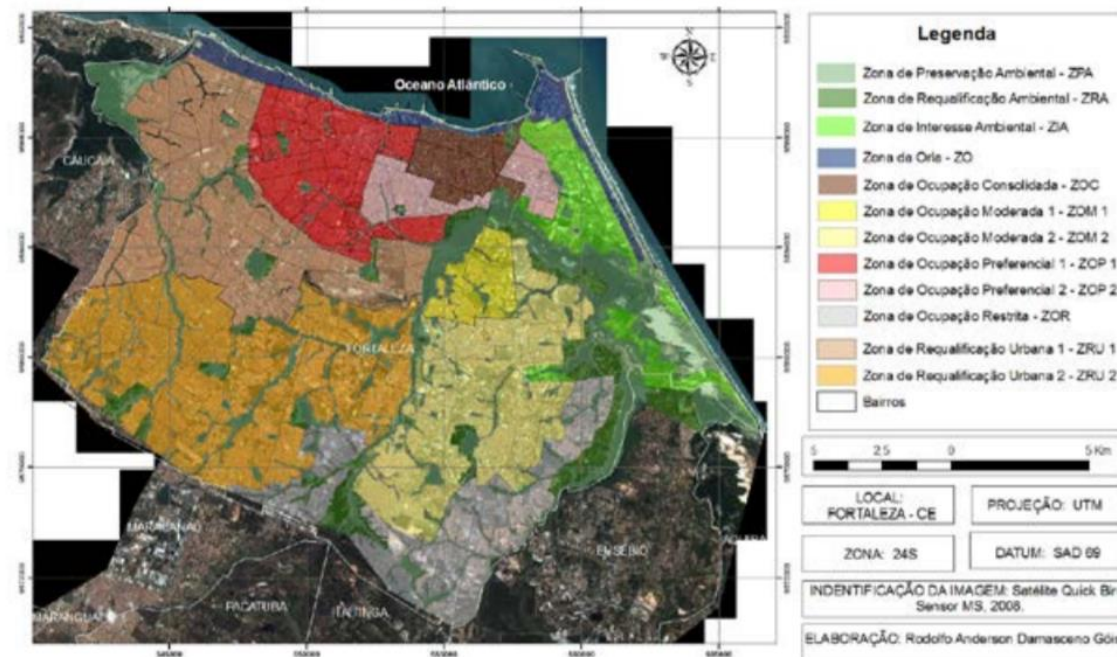


É BOM SABER

1. Todo mapa é uma figura, mas nem toda figura é um mapa
2. Hoje é fácil fazer mapas, mas nem tanto para fazer um bom mapa
3. Existem muitos mapas de qualidade duvidosa
4. Poucas pessoas são capacitadas para criar bons mapas
5. Um mapa "fala"

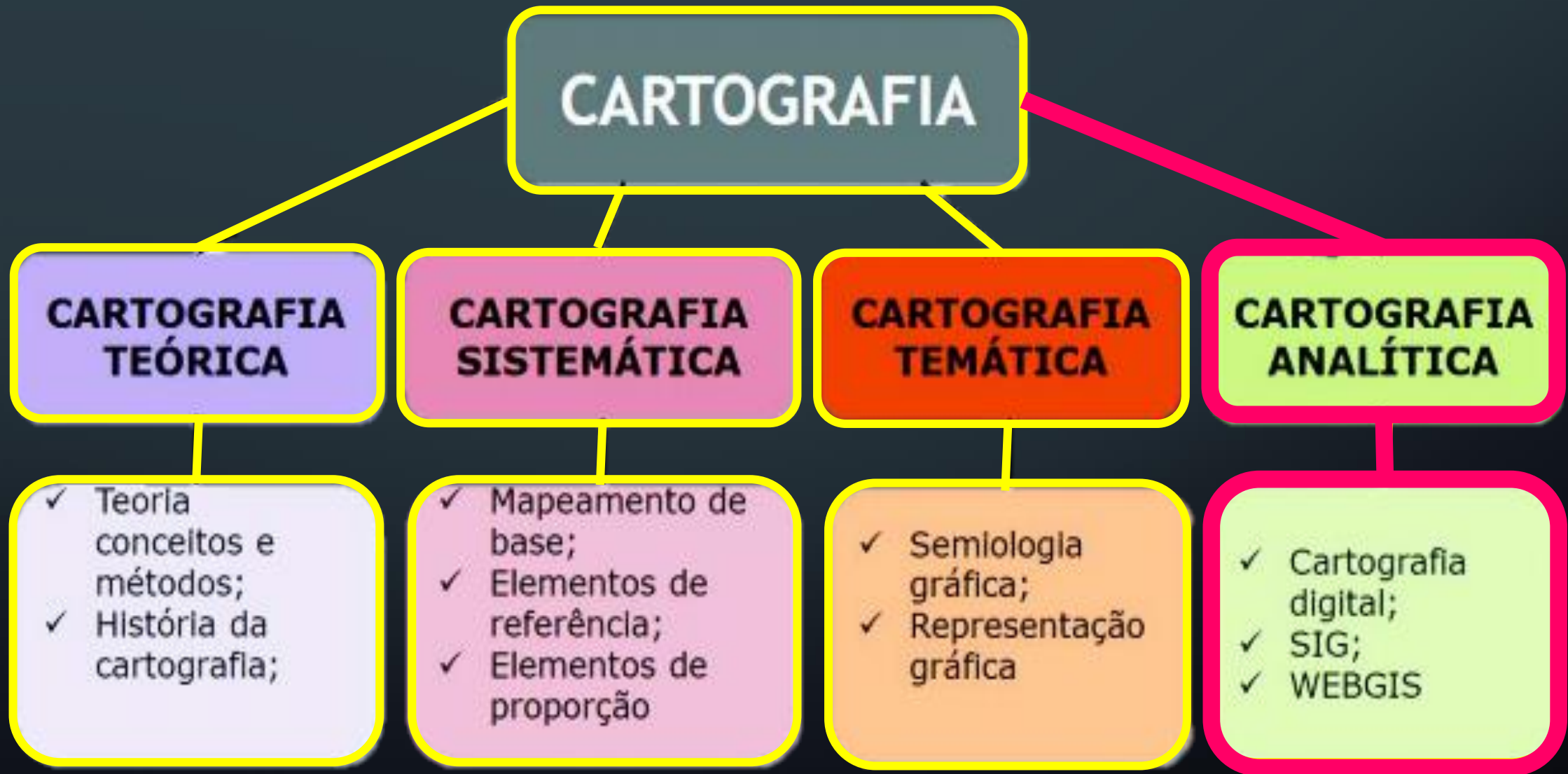


Macrozoneamento urbano ambiental de Fortaleza



Fonte: Plano Diretor Participativo de Fortaleza 2009.

DIVISÕES DA CARTOGRAFIA



PORQUE USAMOS MODELOS?

Projetar, Planejar → Compreender problema →
Representar uma idéia → estrutura simplificada →
um Modelo

Ôps! Esses não gente!



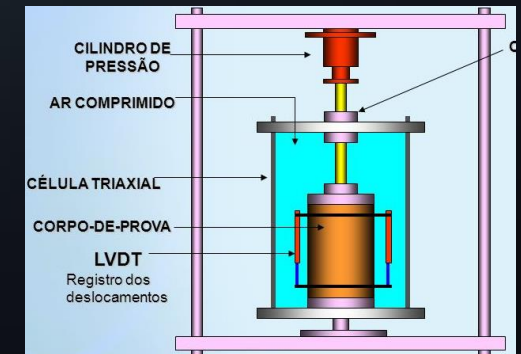
Fluxos de carga



Demanda por transportes



Propriedades mecânicas de
materiais



QUANDO NOS TORNAMOS HUMANOS?



"A Revolução do Paleolítico" trouxe uma explosão criativa ocorrida entre 40 e 30 mil anos atrás com avanços drásticos na qualidade de artefatos como jóias, armas para a caça, ritos de sepultamento e na arte, como mostram as pinturas em cavernas do período, isso é o pensamento abstrato, simbólico. Rapidamente passamos da pedra lascada para a polida e para a idade dos metais. Porque esperamos 275 mil anos? O que aconteceu?



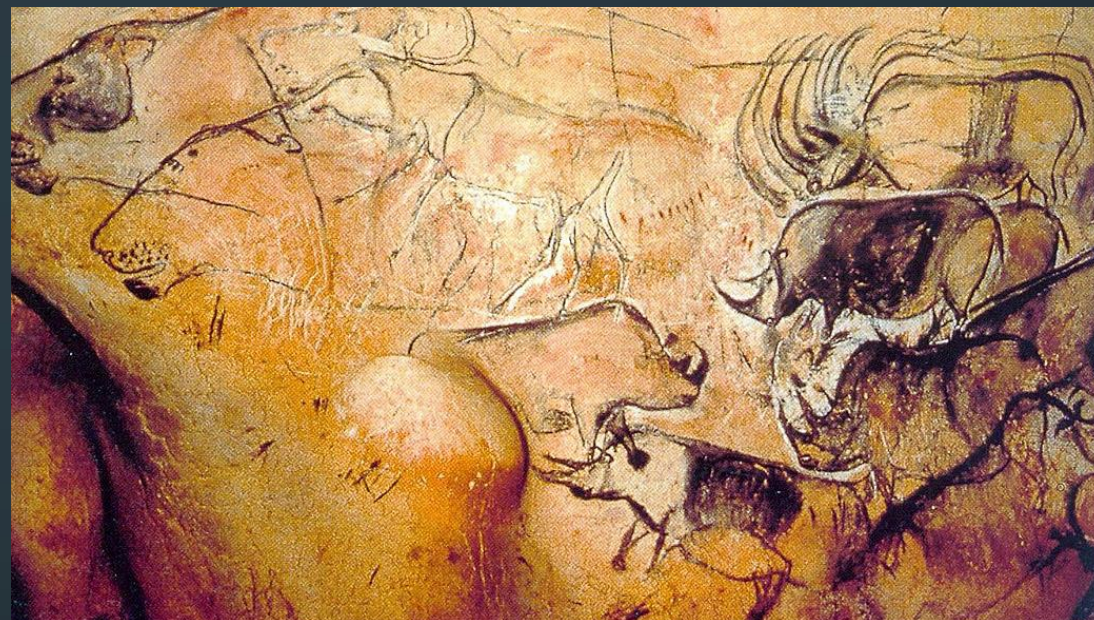
Registro fóssil mais antigo do Homo Sapiens cerca de 315.000 anos (Marrocos) com cérebros do mesmo tamanho que o do homem moderno

UM MUNDO SIMBÓLICO

Uma das principais hipóteses levantadas é a de que, entre 40 e 30 mil anos atrás, alguma mudança sutil (talvez em nosso cérebro) teria feito com que a linguagem humana atingisse o nível de sofisticação que distanciou o homo sapiens dos outros animais.

"uma vez desenvolvido o pensamento simbólico passamos a viver em dois mundos: o real e o construído em nossas próprias mentes"

Ian Tattersall (Biólogo evolutivo)



Cavalo em Marfin -35000 anos AC-Alemanha



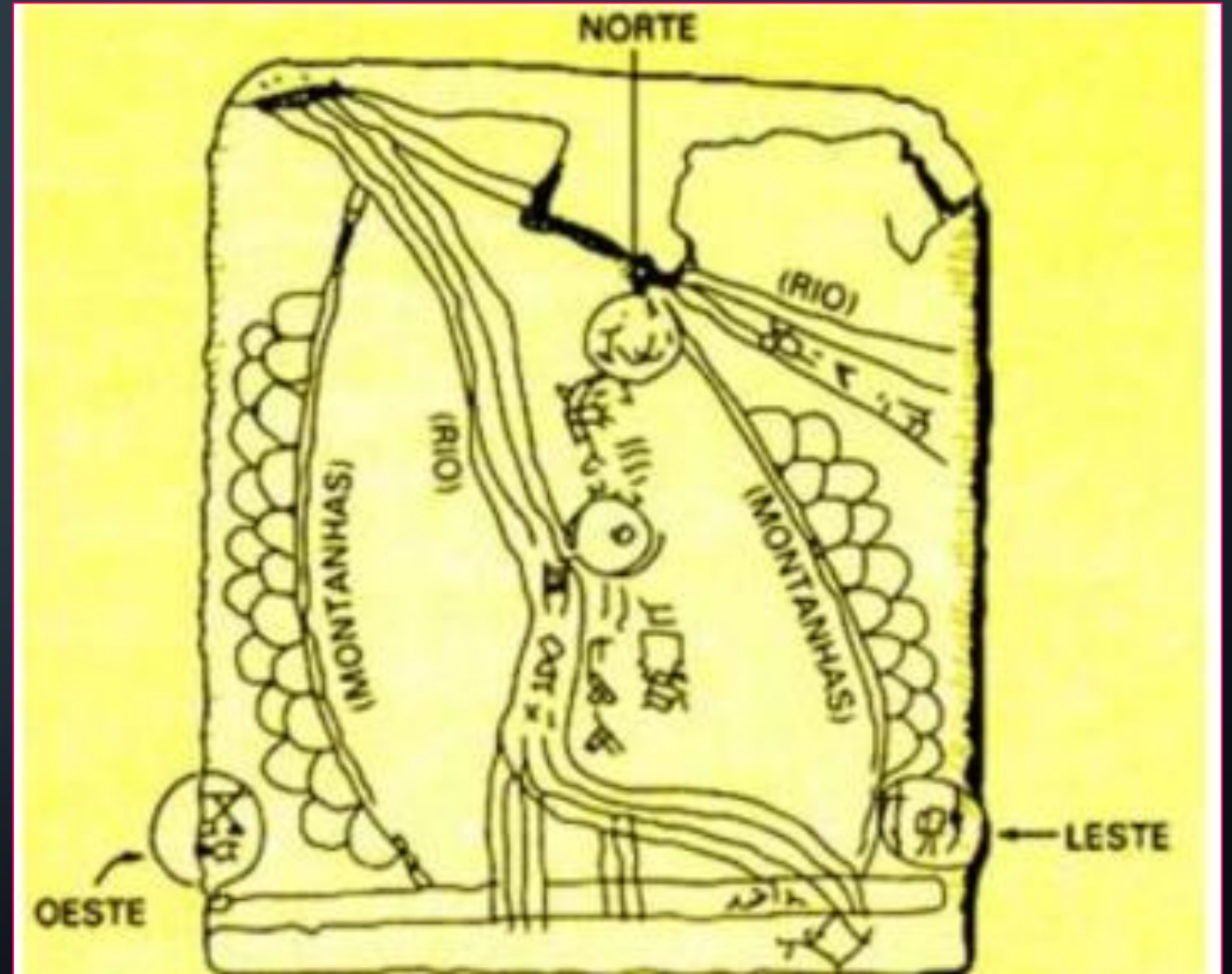
Vénus de Willendorf 28000 anos AC-Áustria

caverna Chauvet, no Sul da França, são mesmo os mais antigos do mundo. Foram feitos entre 28.000 e 40.000 anos

UM MAPA É FEITO DE MUITOS SÍMBOLOS, MODELAÇÕES, REPRESENTAÇÕES

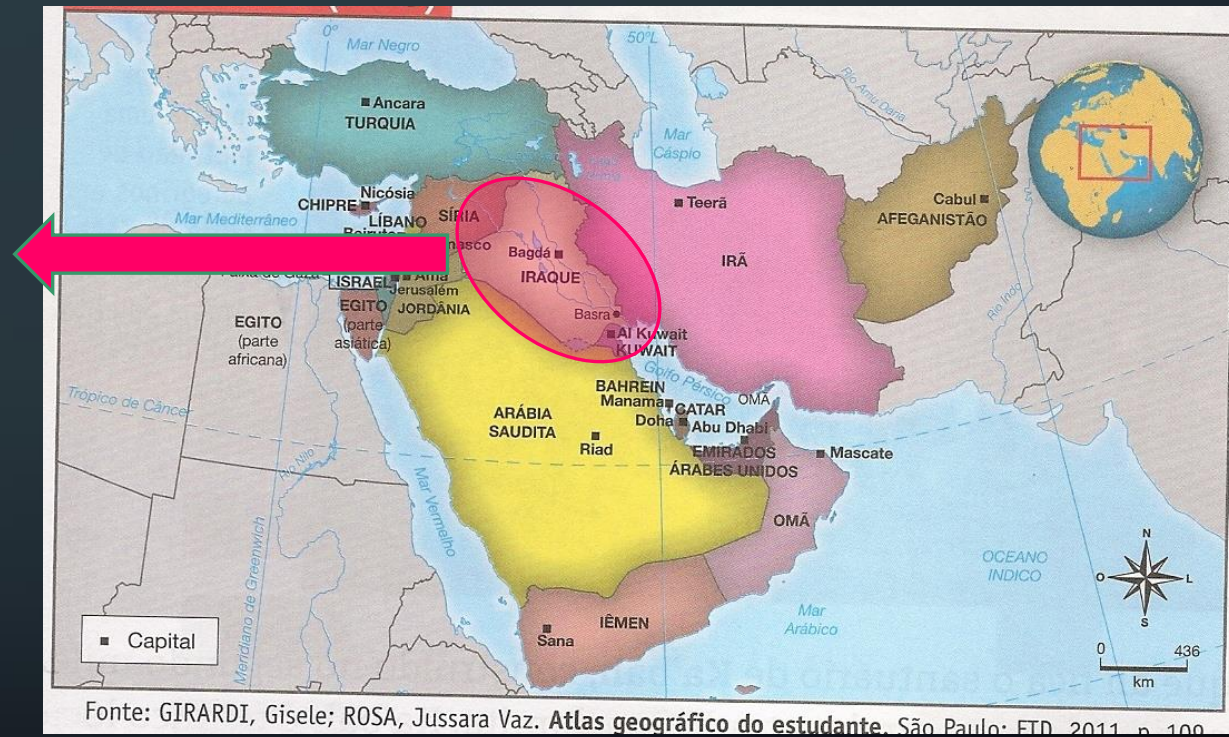
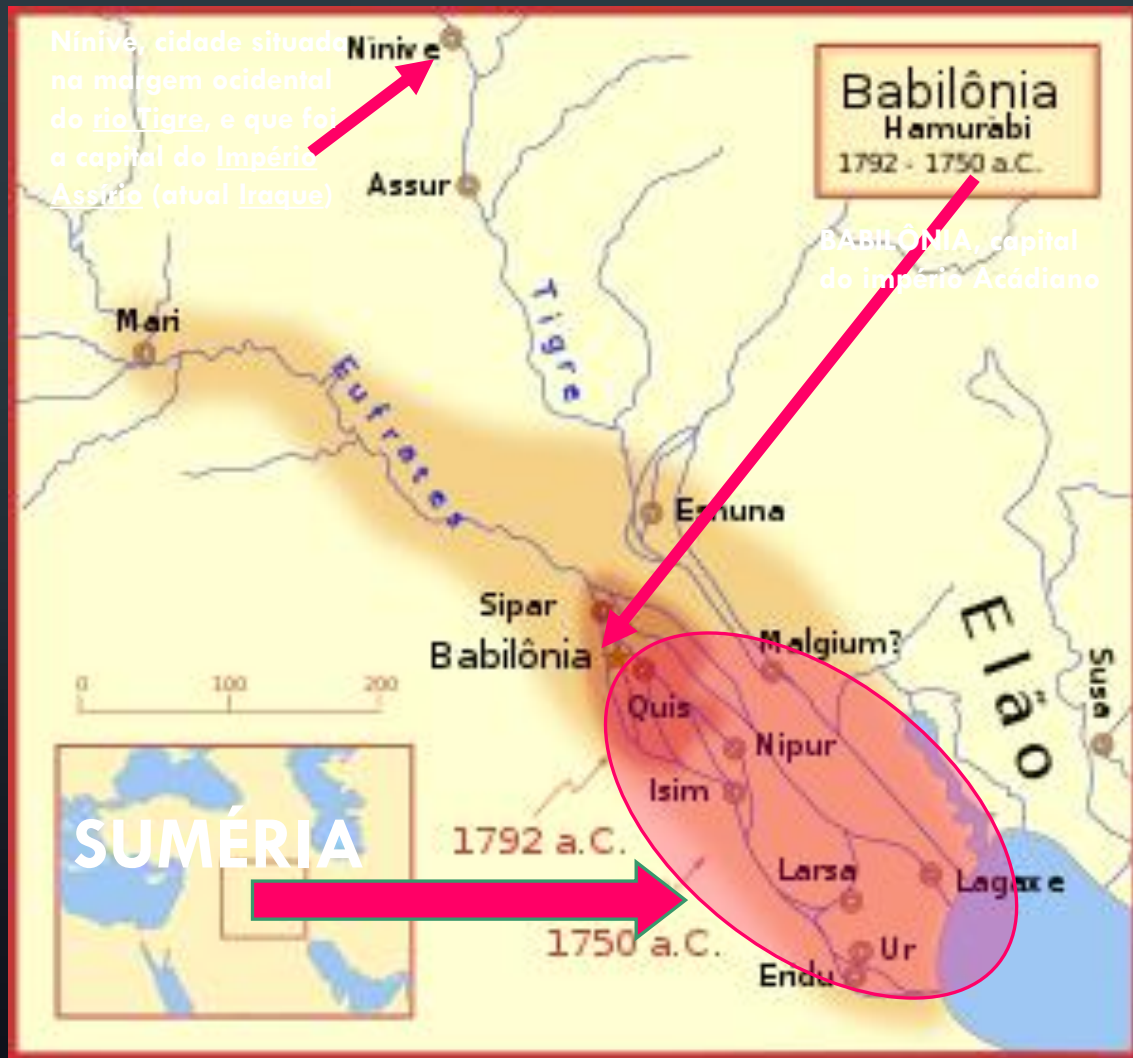


O MAPA DE GA-SUR



É uma placa de argila de apenas sete centímetros, produzida pelos babilônios por volta de 2.300-2500 a.C.. A representação da Terra nada mais era do que um rio, provavelmente o Eufrates, cercado por montanhas. o mapa mais antigo que se conhece. Foi encontrado na Babilônia (atual Iraque).

ONDE? SUMÉRIA



Cerca de 5000 AC Oriente Médio-
Mesopotâmia

OS BABILÔNIOS



Zirugate de 4100 anos, perto de Nassíria no atual Iraque

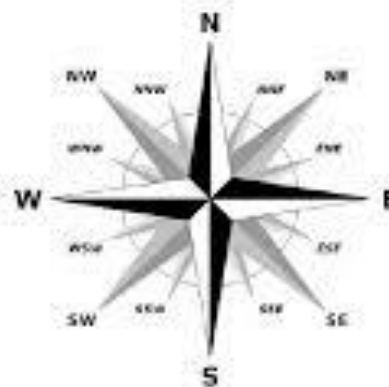
COMO NOS ORIENTAMOS?

REFERÊNCIAS SÃO ESSENCIAIS!

Meridiano de Greenwich



Rosa dos Ventos:



Pontos cardeais:

- N = Norte
- E = Leste
- S = Sul
- W = Oeste

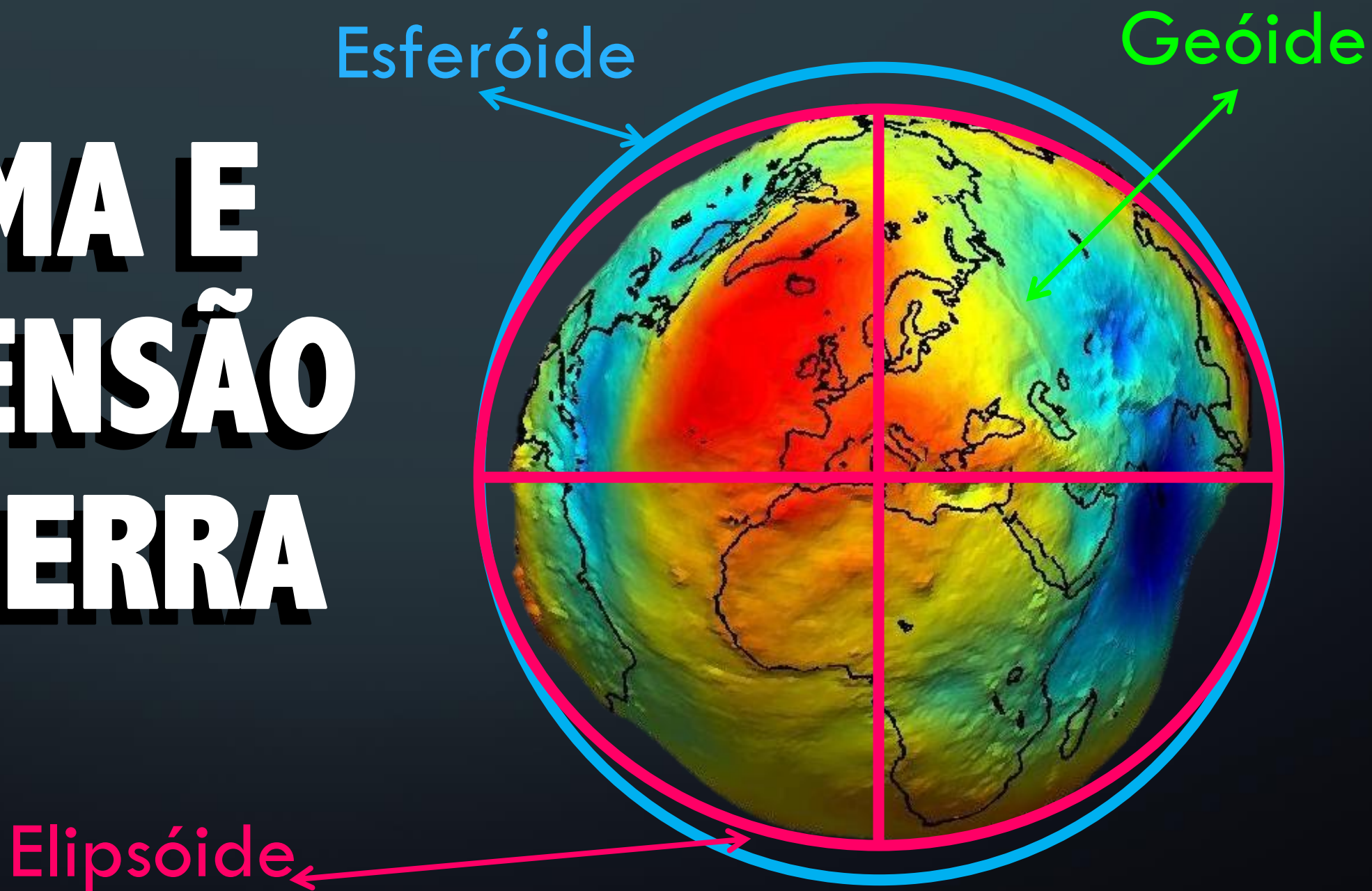
Pontos colaterais:

- NE = Nordeste
- SE = Sudeste
- SW = Sudoeste
- NW = Noroeste

Pontos subcolaterais:

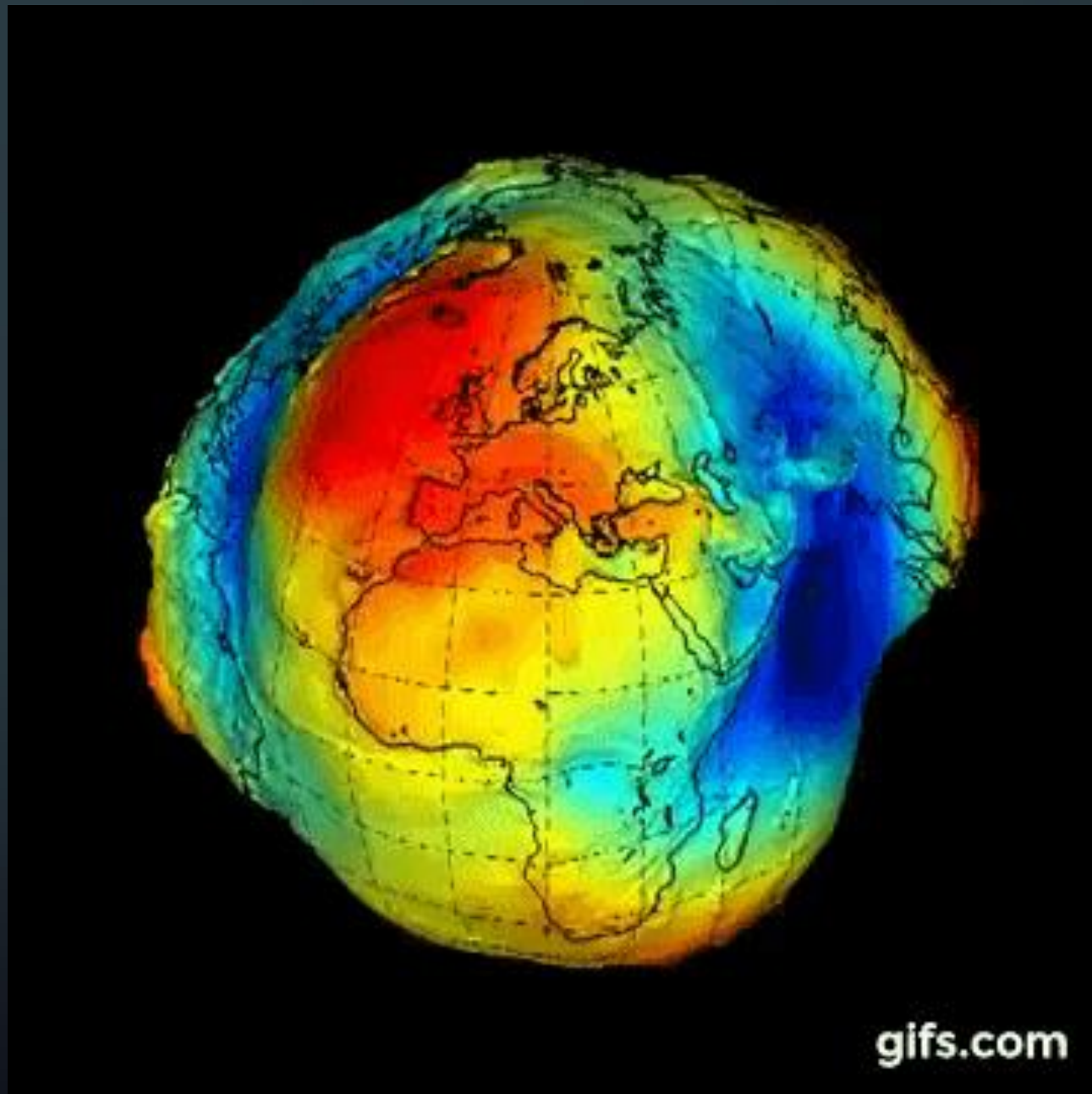
- NNE = Norte-nordeste
- ENE = Leste-nordeste
- ESE = Leste-sudeste
- SSE = Sul-sudeste
- SSW = Sul-sudoeste
- WSW = Oeste-sudoeste
- WNW = Oeste-noroeste
- NNW = Norte-noroeste

FORMA E DIMENSÃO DA TERRA



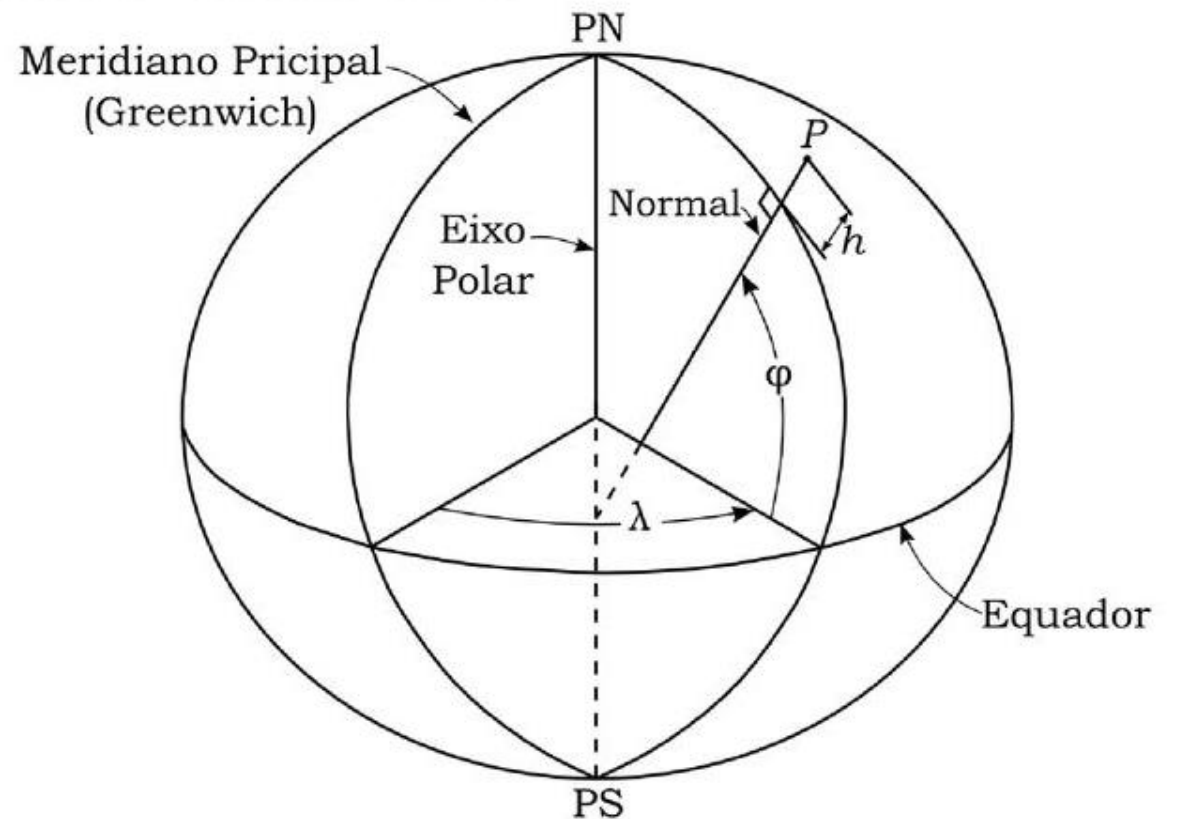
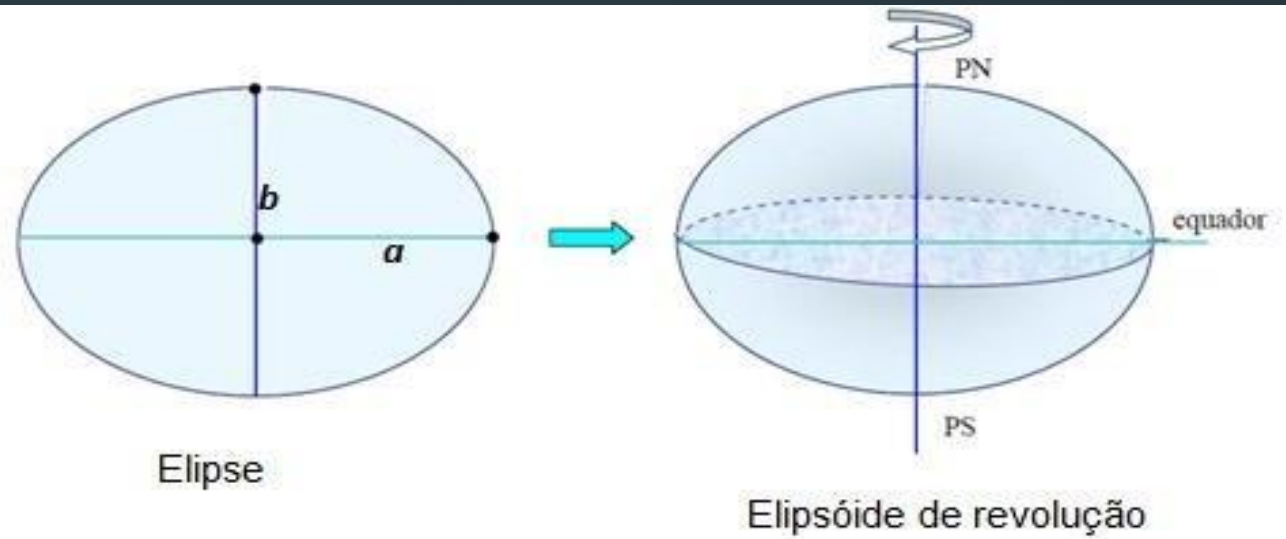
GEÓIDE

Define-se a forma da Terra como **geoide**, que tem uma superfície irregular e, portanto, não corresponde a uma esfera. Mais precisamente, o geoide é uma **superfície equipotencial do campo da gravidade**, ou seja, sobre essa superfície o potencial do campo da gravidade é constante, coincidindo, portanto, com uma **superfície de equilíbrio de massas d'água**.

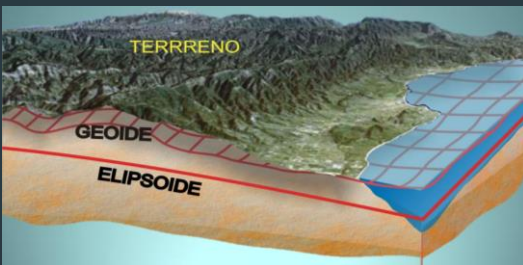


ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO

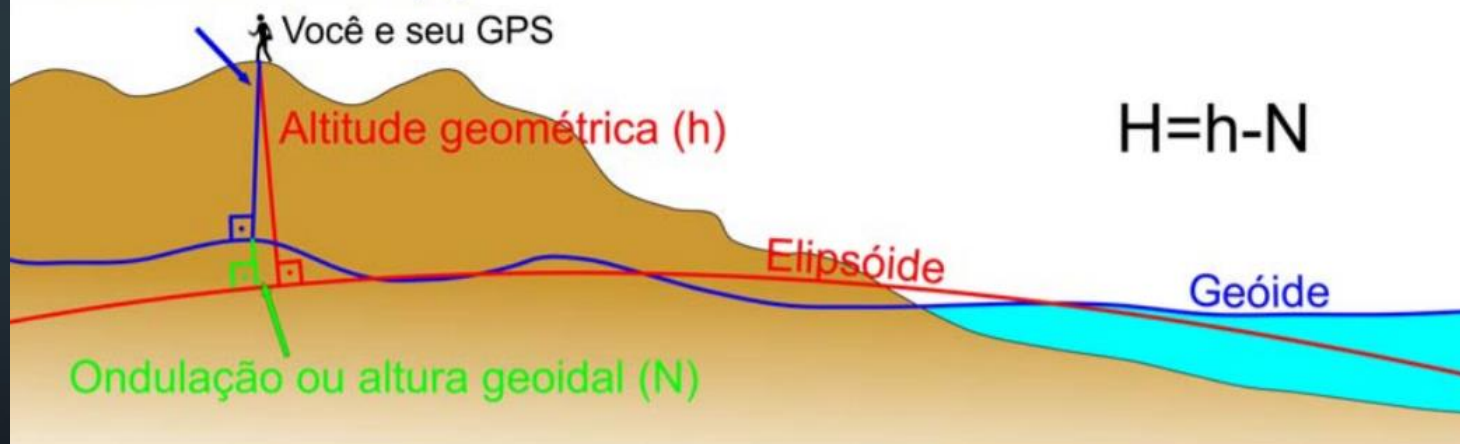
“Como a Terra é de fato ligeiramente achatada nos polos e alargada no equador, a figura geométrica usada na geodesia que mais se aproxima da figura da Terra é o elipsoide de revolução. O **elipsoide de revolução** é uma figura que se pode obter pela rotação de uma **elipse** pelo seu semi-eixo menor.”



ONDULAÇÃO GEOIDAL - N

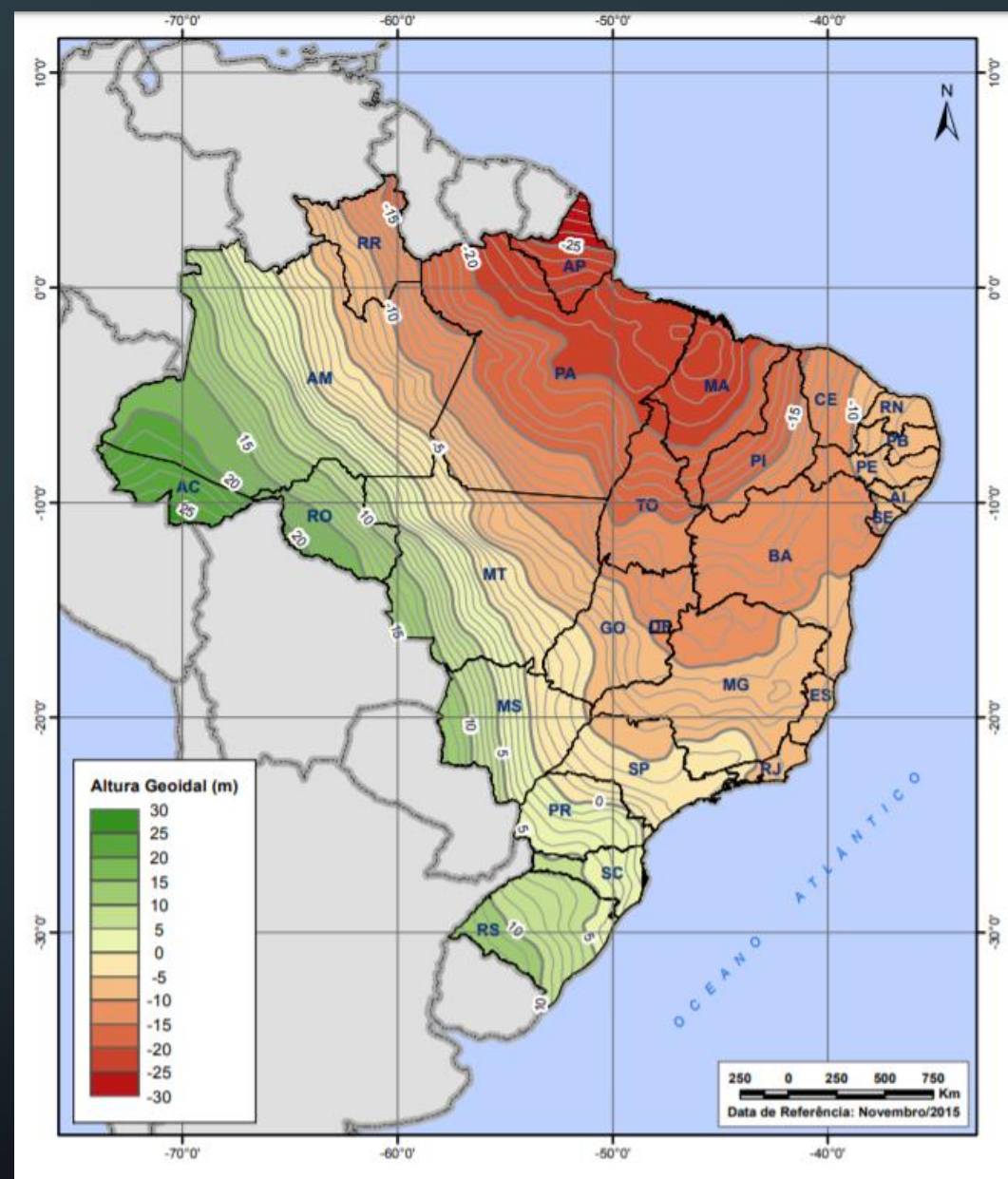


Altitude ortométrica (H)



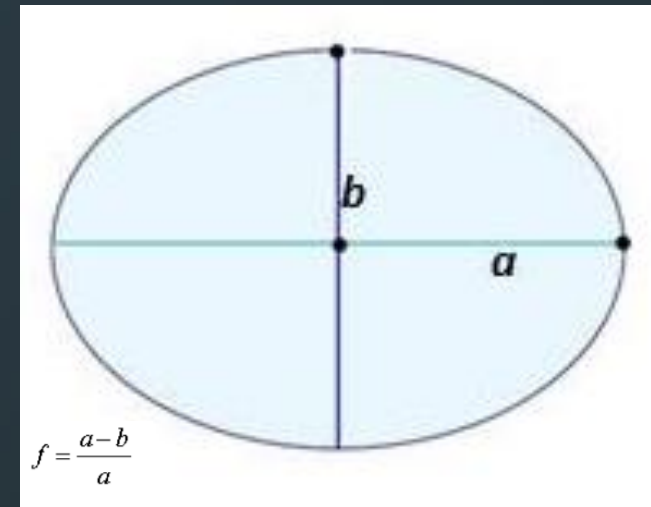
Modelo de ondulação geoidal - MAPGEO2015 (IBGE)

ftp://geofp.ibge.gov.br/modelos_digitaais_de_superficie/modelo_de_ondulacao_geoidal/aplicativo/setup_mapgeo2015_v1.exe



SISTEMAS DE REFERÊNCIA (DATUM)

“são utilizados para descrever as posições de objetos. Quando é necessário identificar a posição de uma determinada informação na superfície da Terra são utilizados os Sistemas de Referência Terrestres ou Geodésicos. Estes por sua vez, estão associados a uma superfície que mais se aproxima da forma da Terra, e sobre a qual são desenvolvidos todos os cálculos das suas coordenadas.” IBGE, 2020



SISTEMAS DE REFERÊNCIA GEODÉSICOS:

- Córrego Alegre;
- Astro Datum Chuá;
- SAD69;
- SAD69 – realização 1996
- WGS84
- SIRGAS 2000



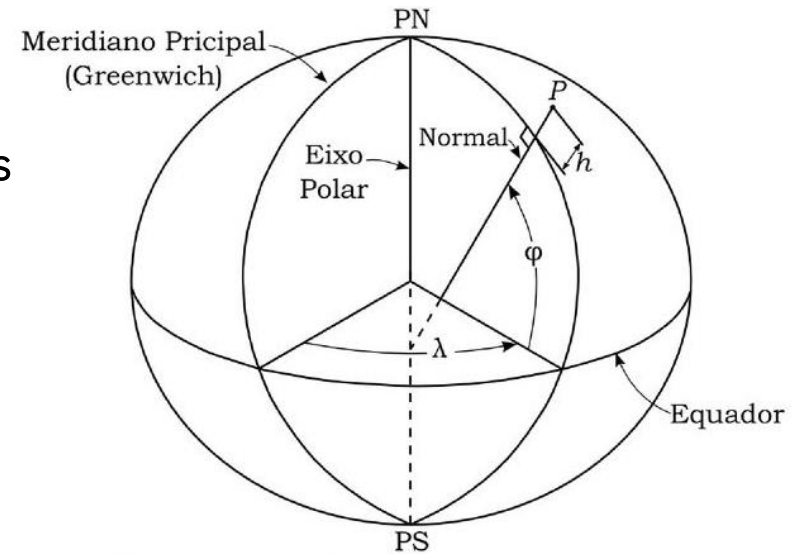
Elipsóide	a	b	f
BESSEL (1841)	6.377.397,155	6.356.078,963	1/299,1528128
CLARKE (1858)	6.378.249,145	6.356.514,870	1/293,465
HELMERT (1907)	6.378.200,000	6.356.818,170	1/298,30
HAYFORD (1909)	6.378.388,000	6.356.911,946	1/297,00
SAD-69	6.378.160,00	6.356.774,719	1/298,25
SIRGAS 2000	6378137,00	6356752,314	1/298,2572221
WGS-84 (1984)	6.378.137,00	6.356.752,314	1/298,257223563

SISTEMAS DE COORDENADAS

“As coordenadas podem ser apresentadas em diversas formas: em uma superfície esférica recebem a denominação de coordenadas geodésicas e em uma superfície plana recebem a denominação da projeção às quais estão associadas, como por exemplo , as coordenadas planas UTM.” IGBE, 2020

- Sistema de Coordenadas Geodésicas
- Sistema de Coordenadas Cartesianas
- Sistema de Coordenadas Polares

Coordenadas Geodésicas

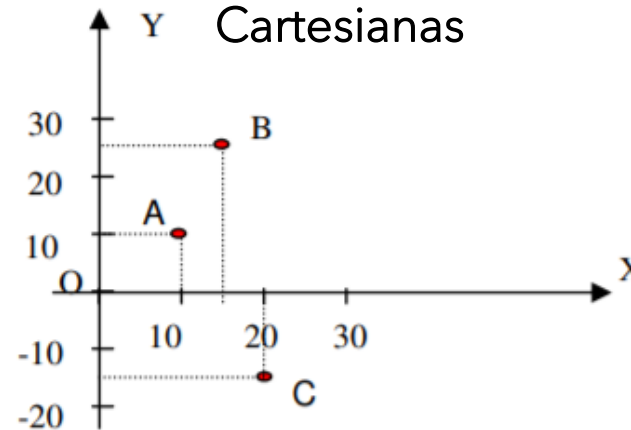


ϕ – latitude geodésica (graus)

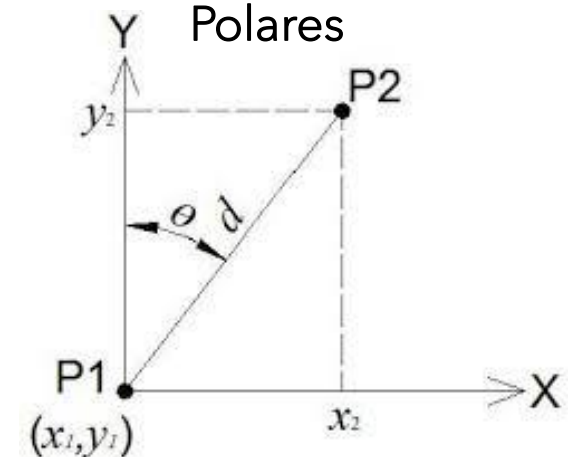
λ – longitude geodésica (graus)

h – altitude elipsoidal (metros)

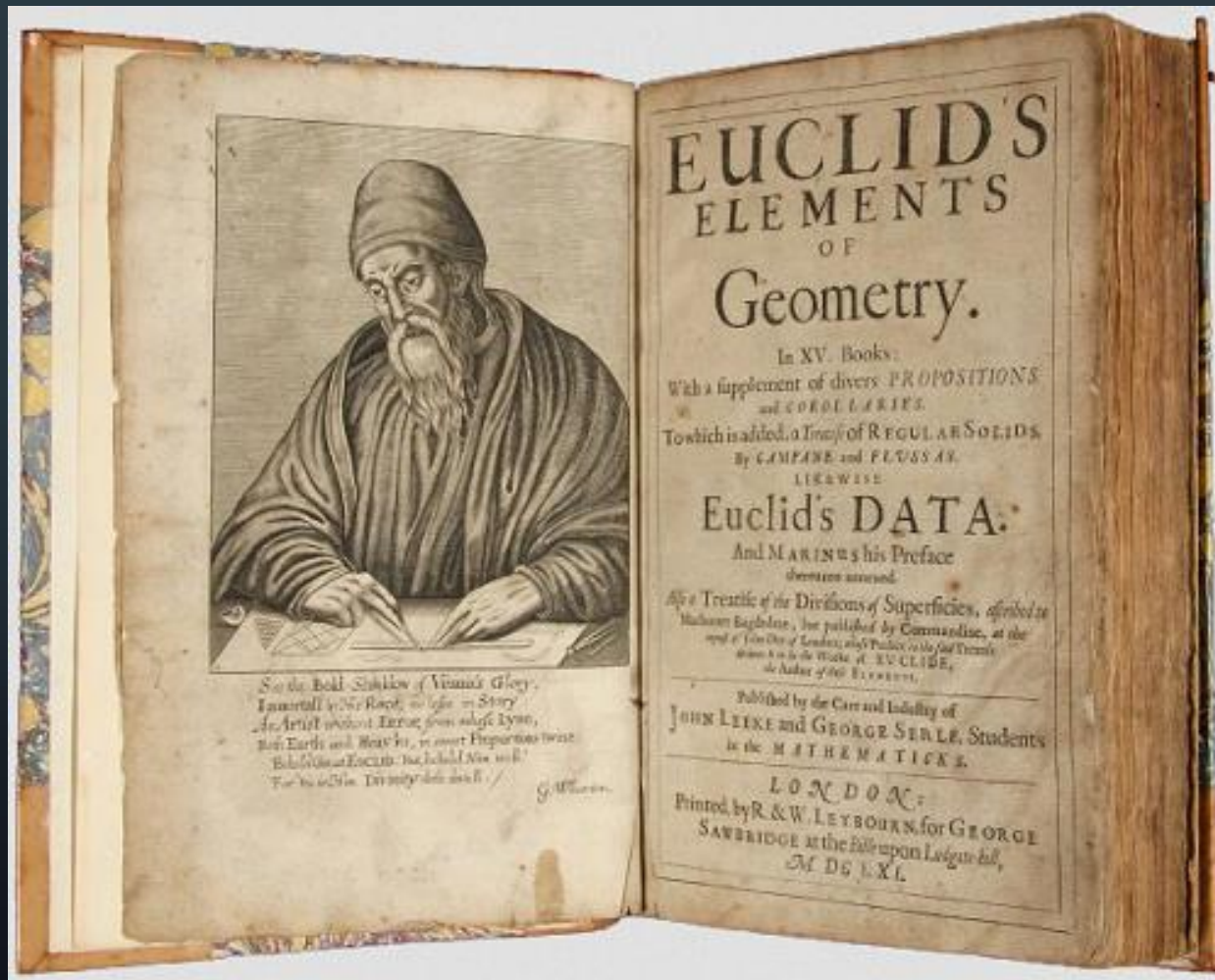
Coordenadas Cartesianas



Coordenadas Polares



GEOMETRIA EUCLIDIANA



“Euclides de Alexandria foi um escritor grego e talvez o mais importante matemático da Grécia Antiga.

Considerado o **“Pai da Geometria”**,

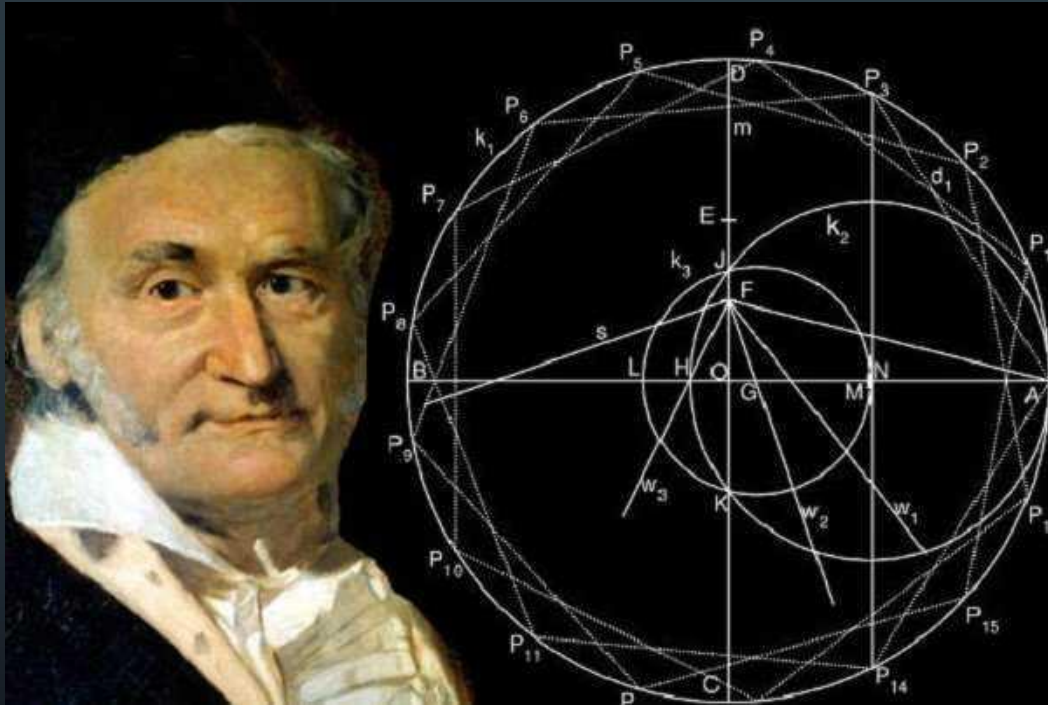
Nascido durante o século III a.C.. Não se sabe ao certo seu local de nascimento e morte, mas apenas que viveu durante o reinado de Ptolomeu Sóter (Ptolomeu I – entre 323 a.C. e 283 a.C.)”

Espaços planos

TEOREMA EGRÉGIO

JOHANN CARL FRIEDRICH GAUSS

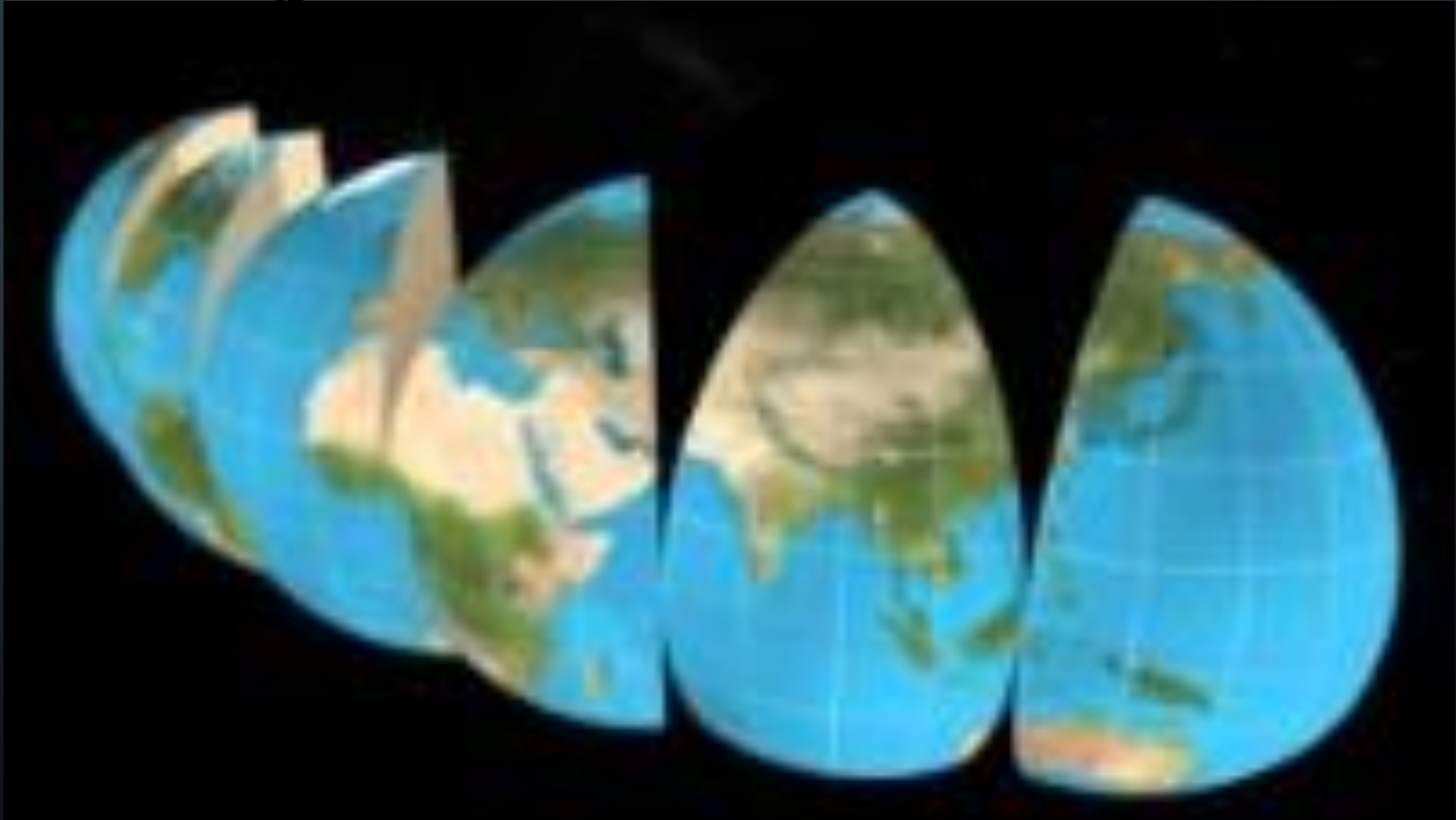
Curvatura de Superfícies



“O teorema afirma que a [curvatura gaussiana](#) de uma [superfície](#) fica completamente determinada pela medição de ângulos, distâncias e suas proporções na própria superfície, sem qualquer referência à forma particular segundo a qual a superfície esteja situada no ambiente do espaço tridimensional euclidiano. Assim, a curvatura gaussiana é um [invariante](#) intrínseco das superfícies. O resultado foi publicado por [Carl Friedrich Gauss](#) em [1828](#) juntamente com outras importantes ideias geométricas, tais como a curvatura gaussiana”

([Braunschweig, 30 de abril de 1777](#) – [Göttingen, 23 de fevereiro de 1855](#)) foi um [matemático, astrônomo e físico alemão](#) que contribuiu muito em diversas áreas da ciência, dentre elas a [teoria dos números, estatística, análise matemática, geometria diferencial, geodésia, geofísica, eletroestática, astronomia e óptica](#)

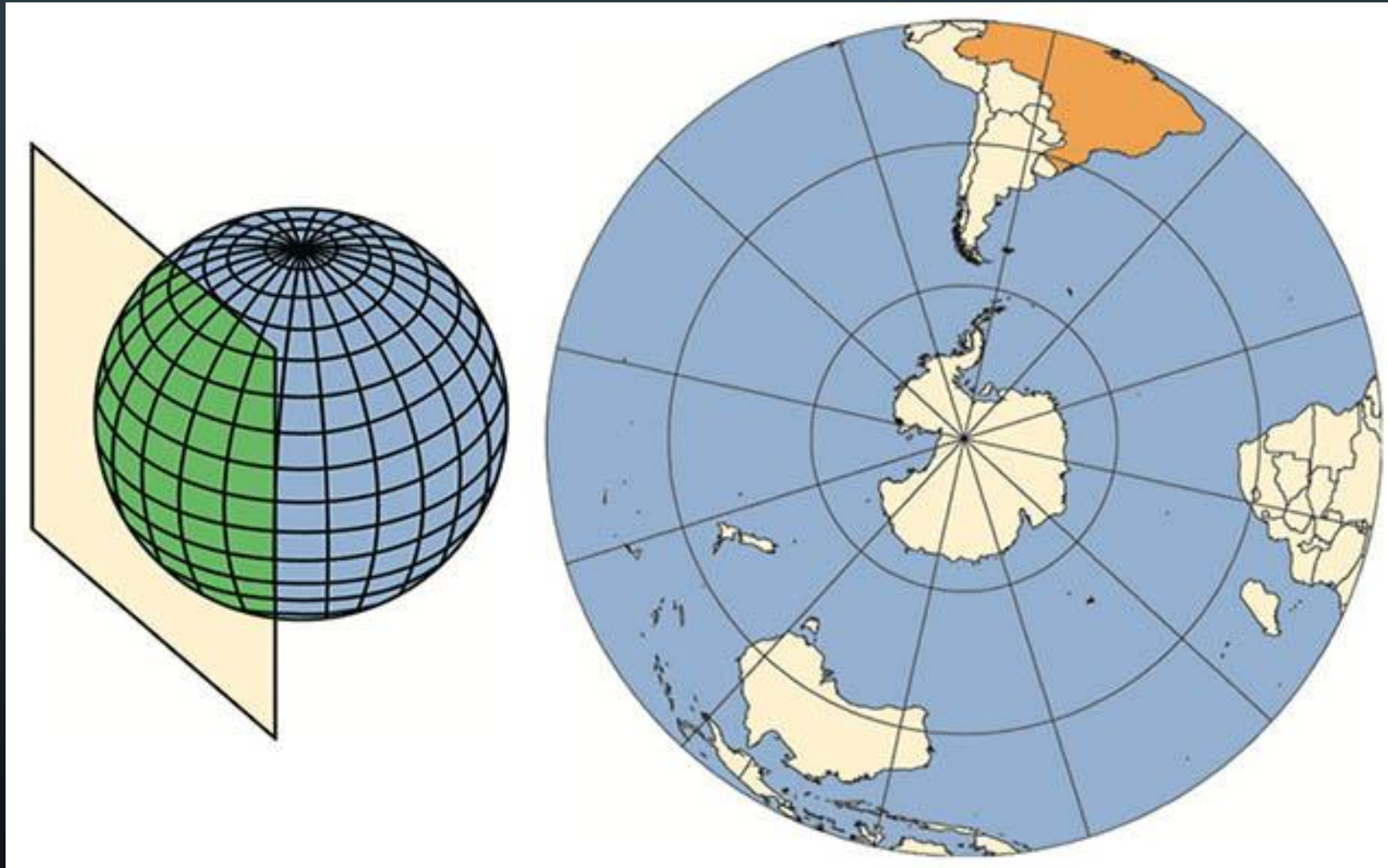
PROJEÇÕES DEFORMAM SEMPRE



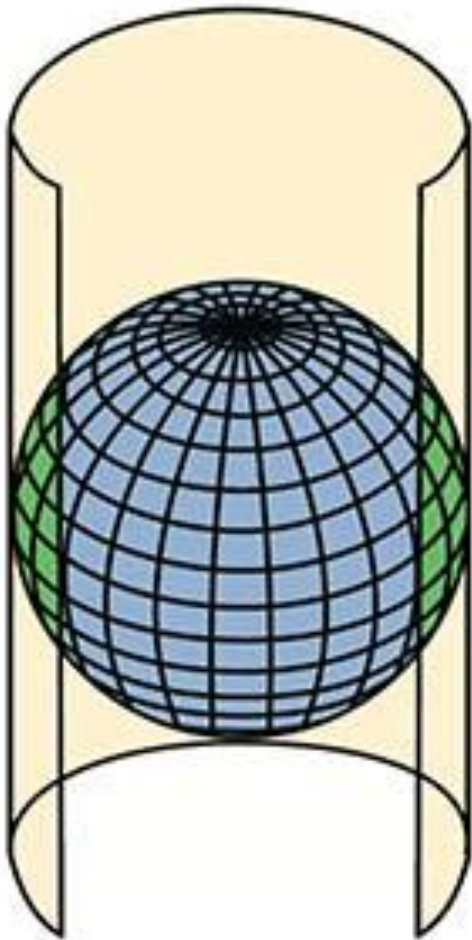
PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS COORDENADAS PLANAS



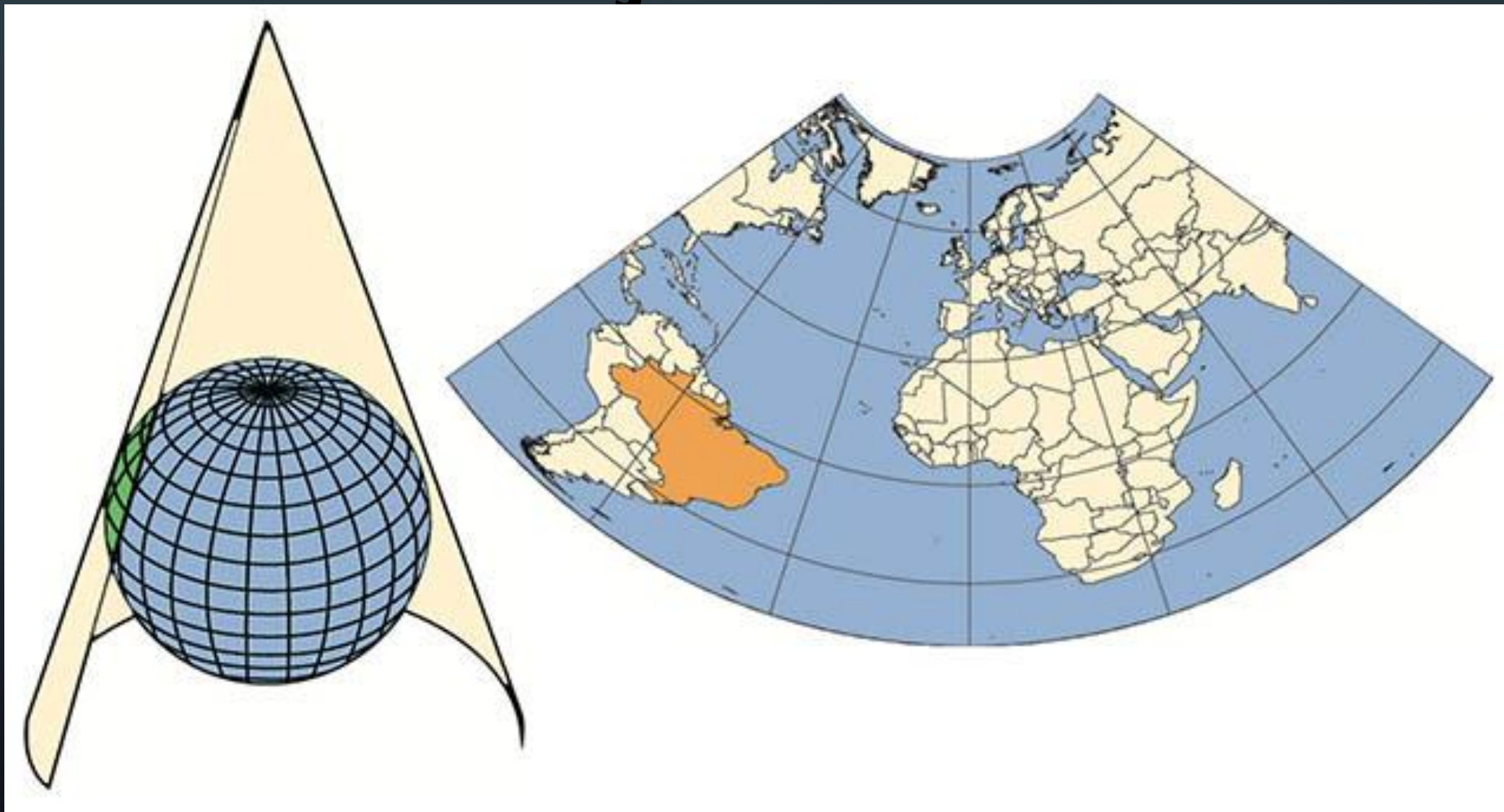
PROJEÇÃO PLANAR OU AZIMUTAL



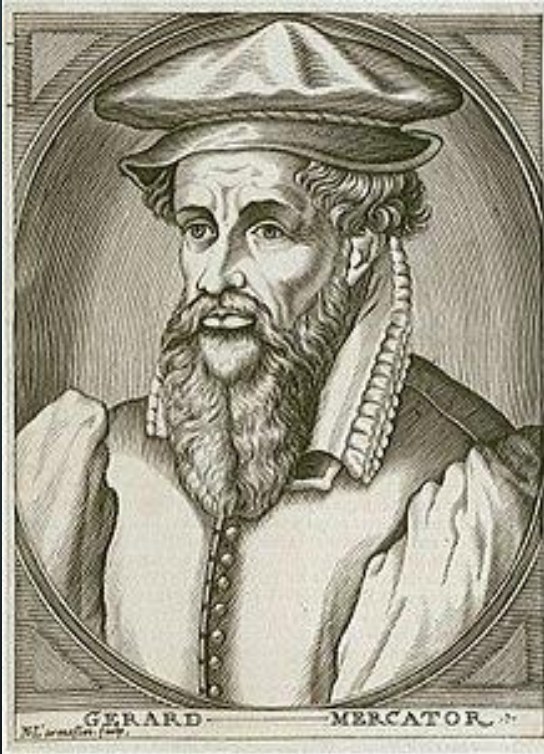
PROJEÇÃO CILÍNDRICA



PROJEÇÃO CÔNICA

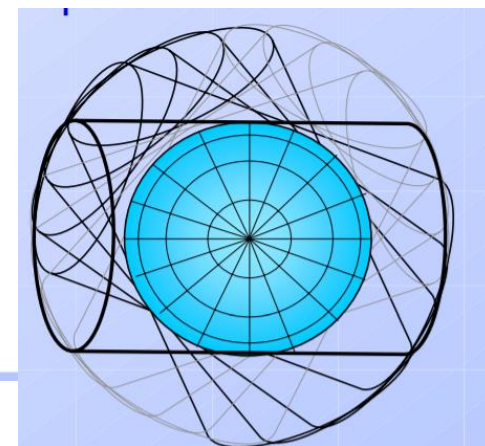
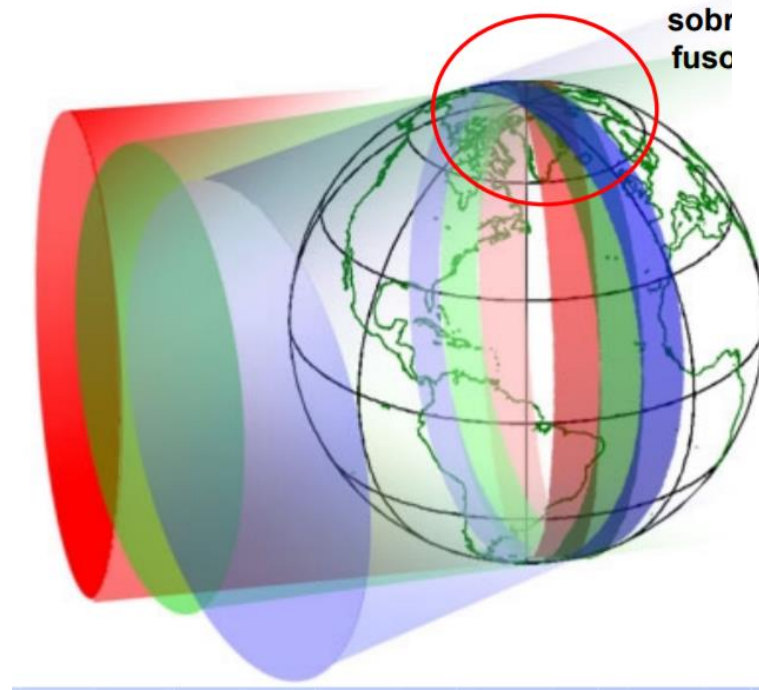
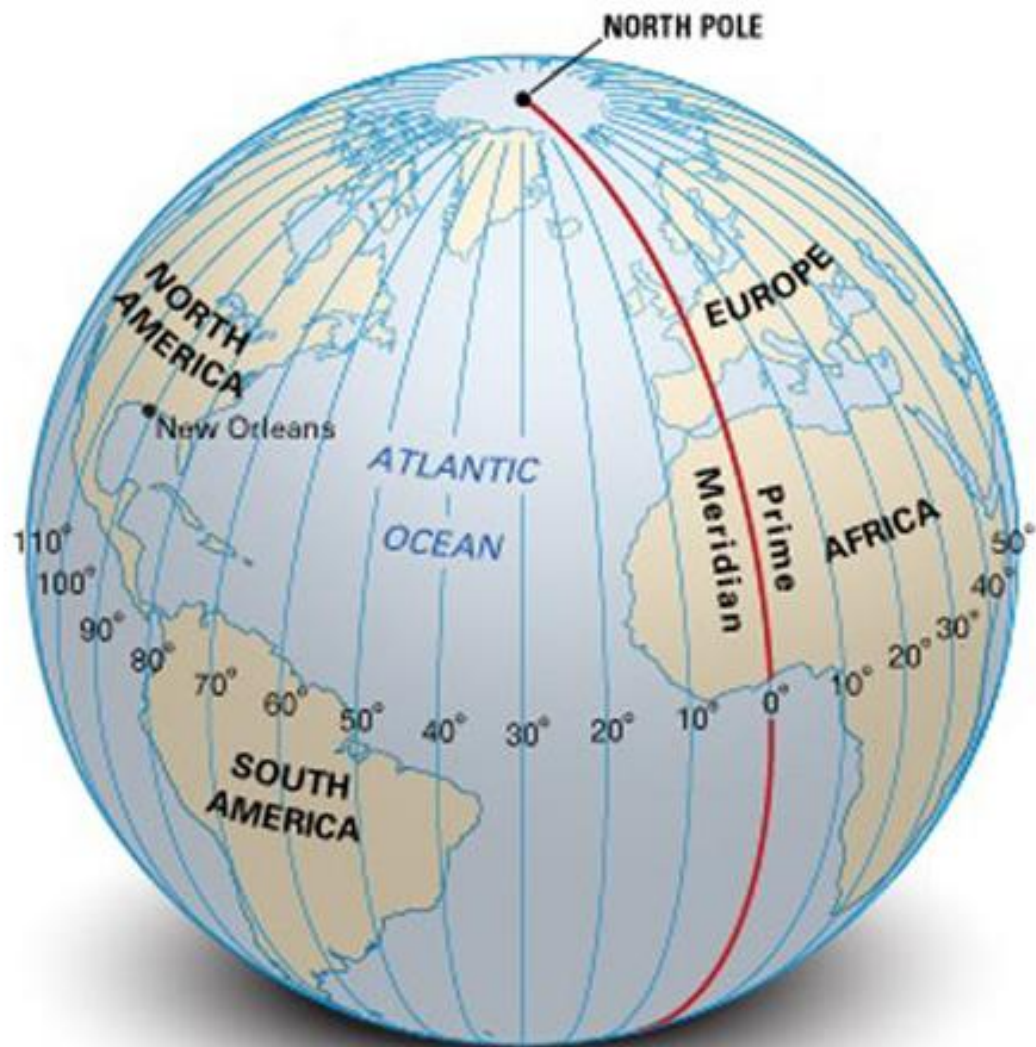


PROJEÇÃO UTM UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR



“A projeção de Mercator utiliza o desenvolvimento do cilindro. Foi concebida pelo cartógrafo belga a **Gerhard Kremer** (1512-1594)”

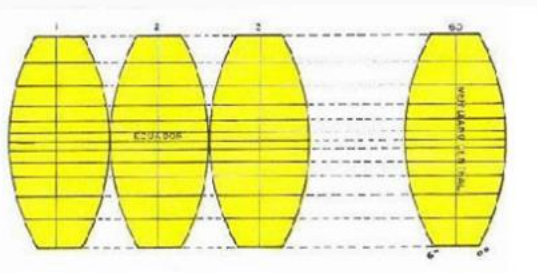
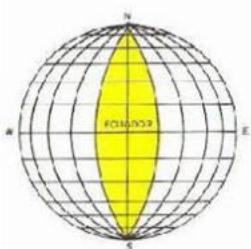
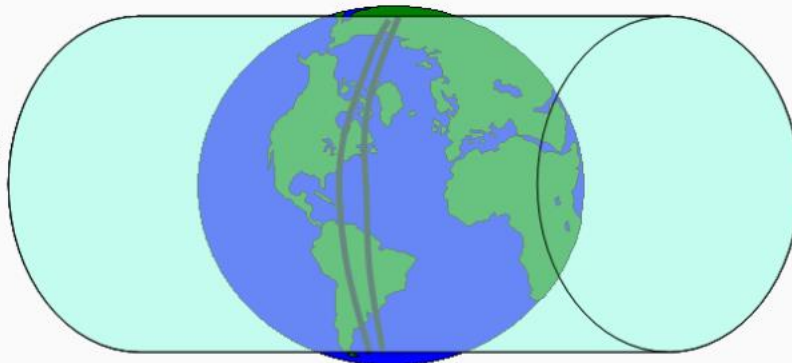
GERAÇÃO DOS 60 FUSOS UTM



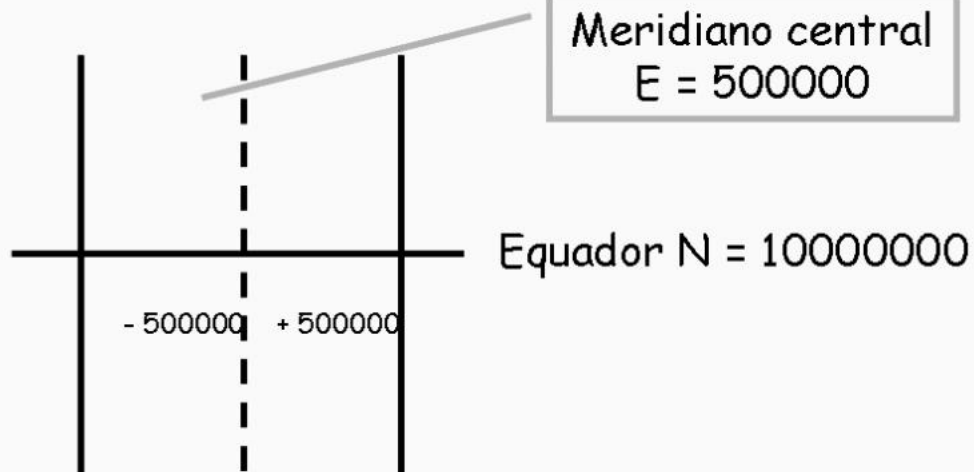
Cada fuso UTM de 6° de amplitude do elipsoide terrestre corresponde a um dos 60 cilindros

PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA UTM

Projeção UTM- Cilindro transverso e secante ao elipsóide

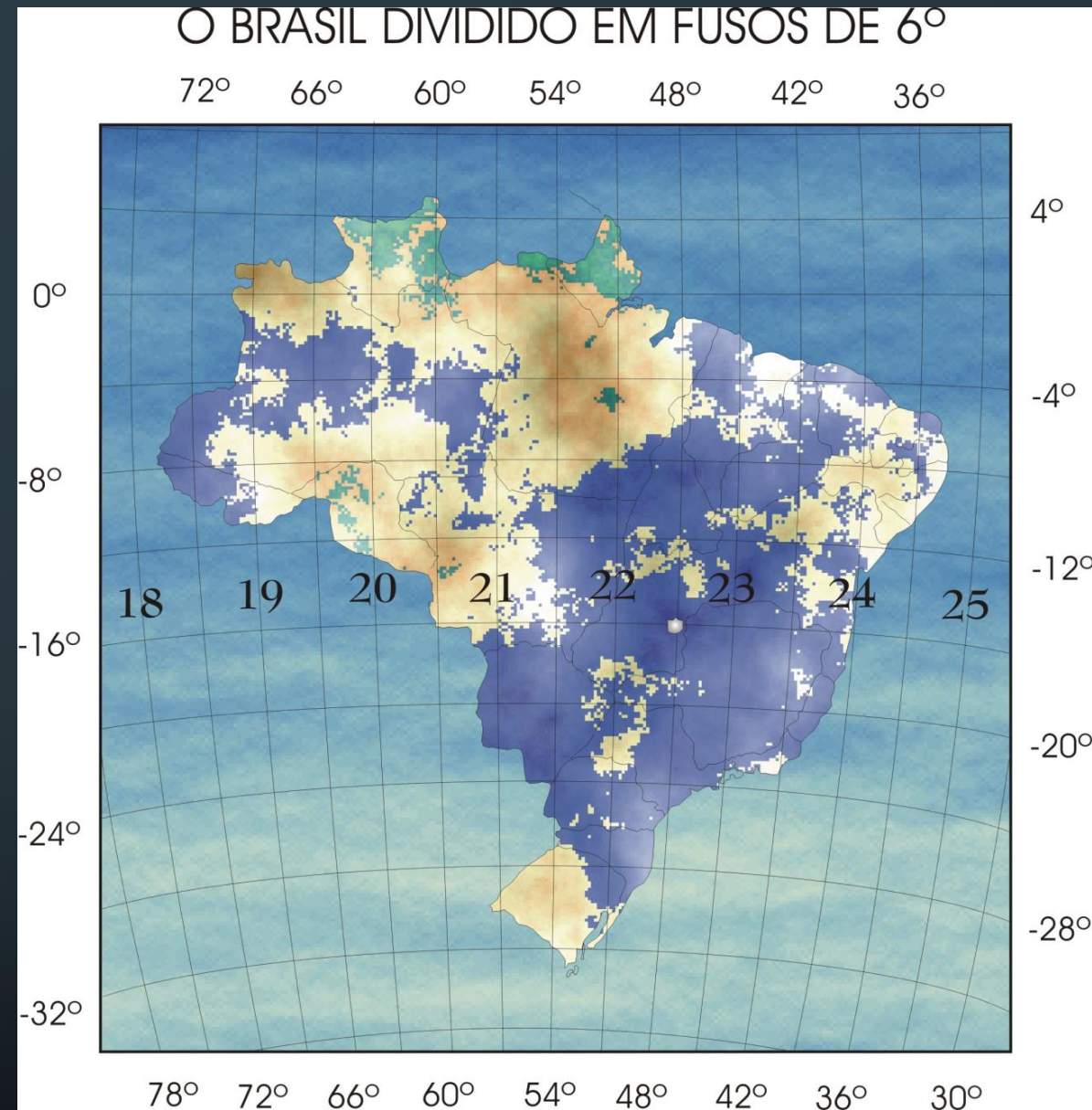
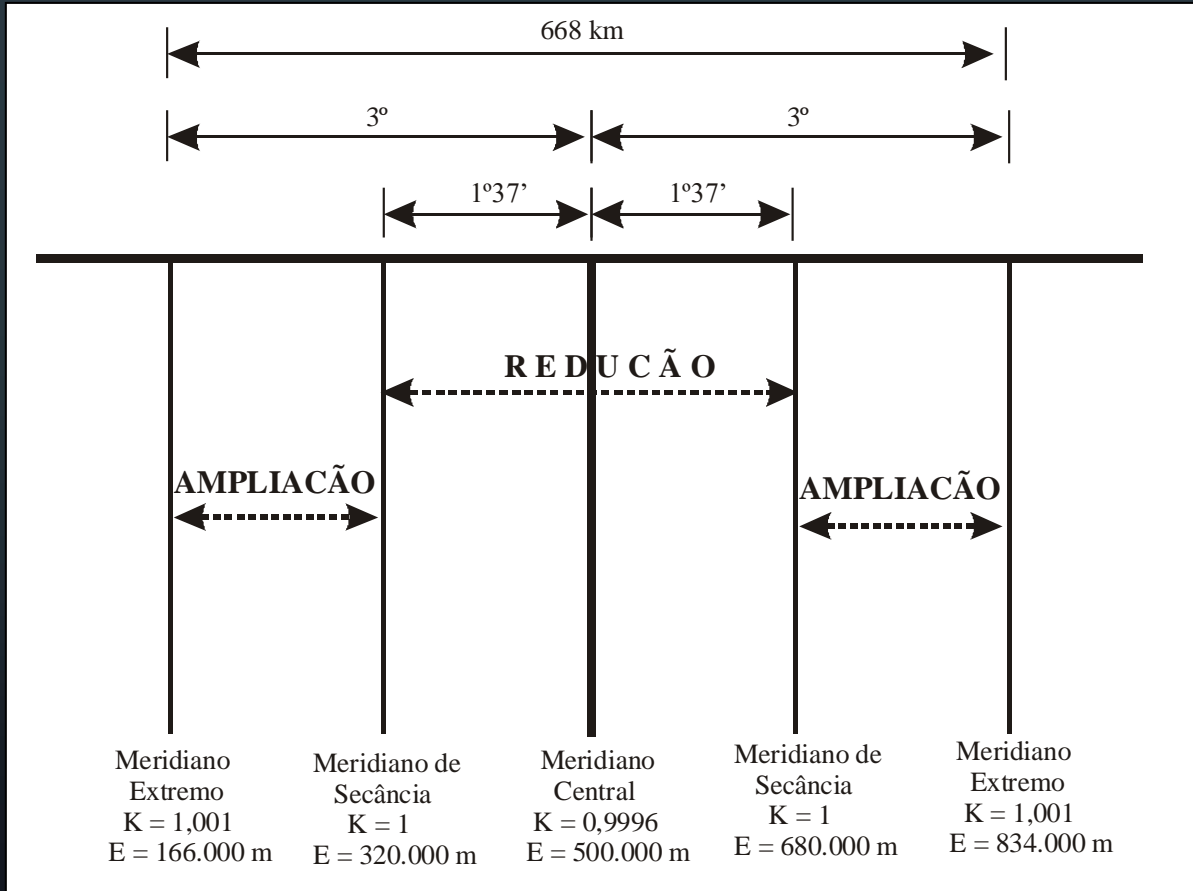


Fusos UTM

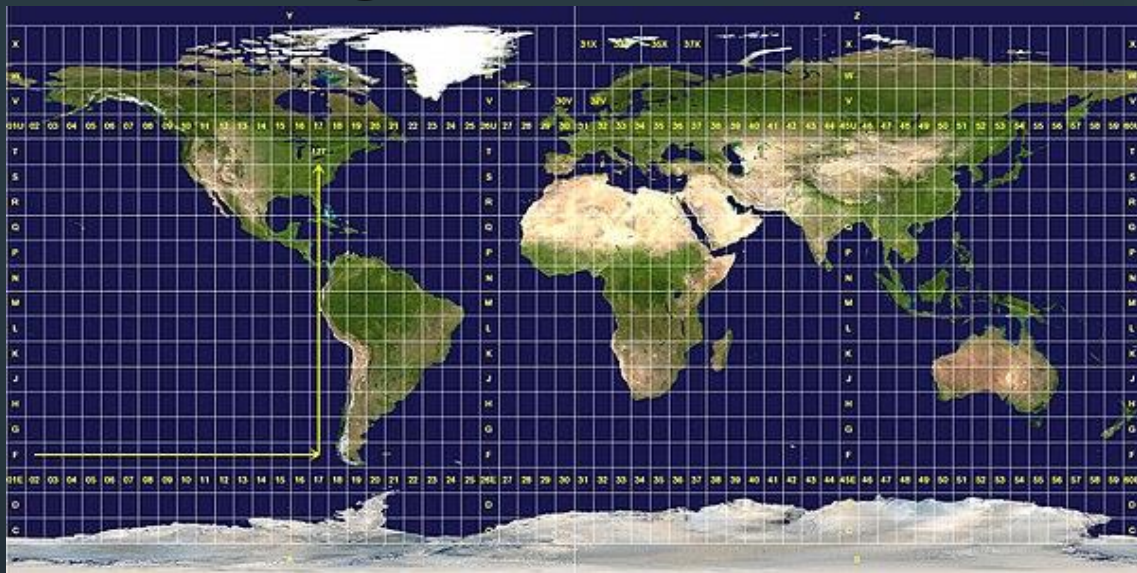


Fusos de 6° em 6°, garantem uma distorção mínima no mapeamento.

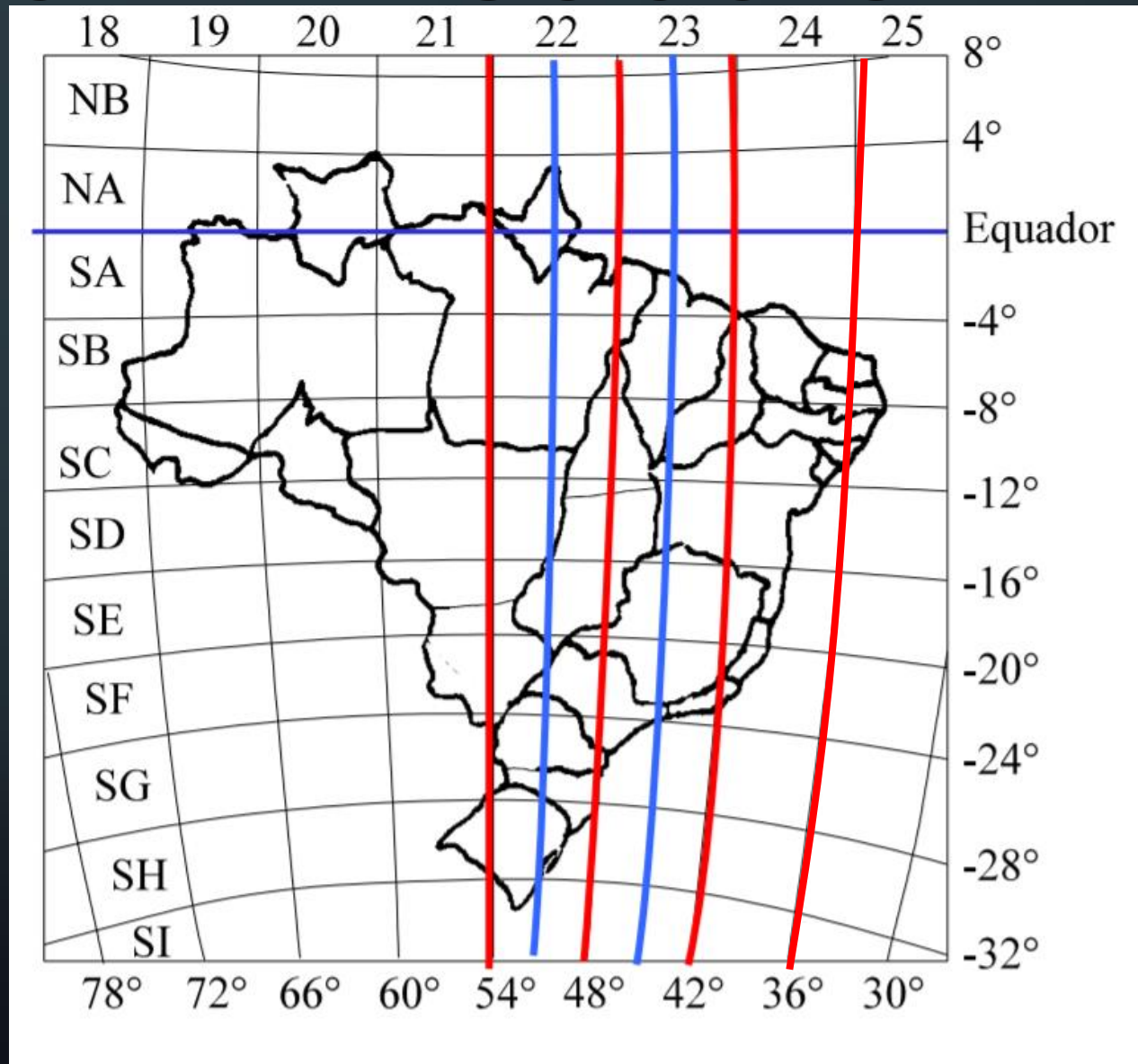
FUSOS UTM



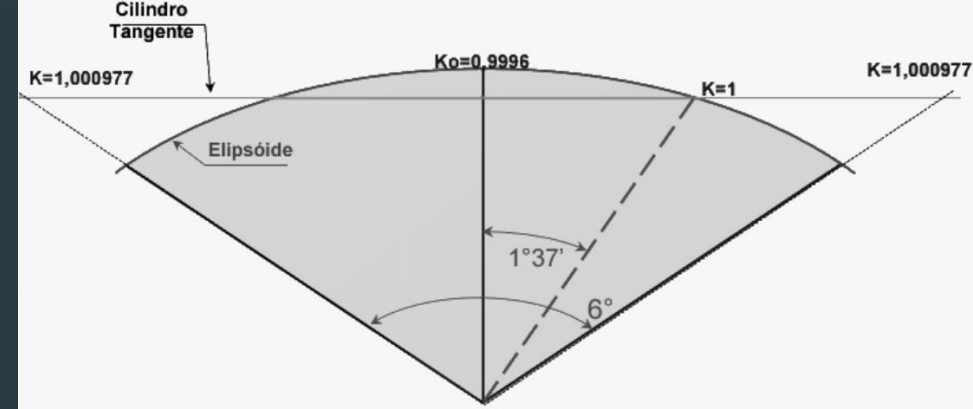
BRASIL DIVIDIDO EM FUSOS UTM



Fuso UTM entre os meridianos de 36° e 42° é o Fuso UTM 24, que engloba todo o estado do Ceará



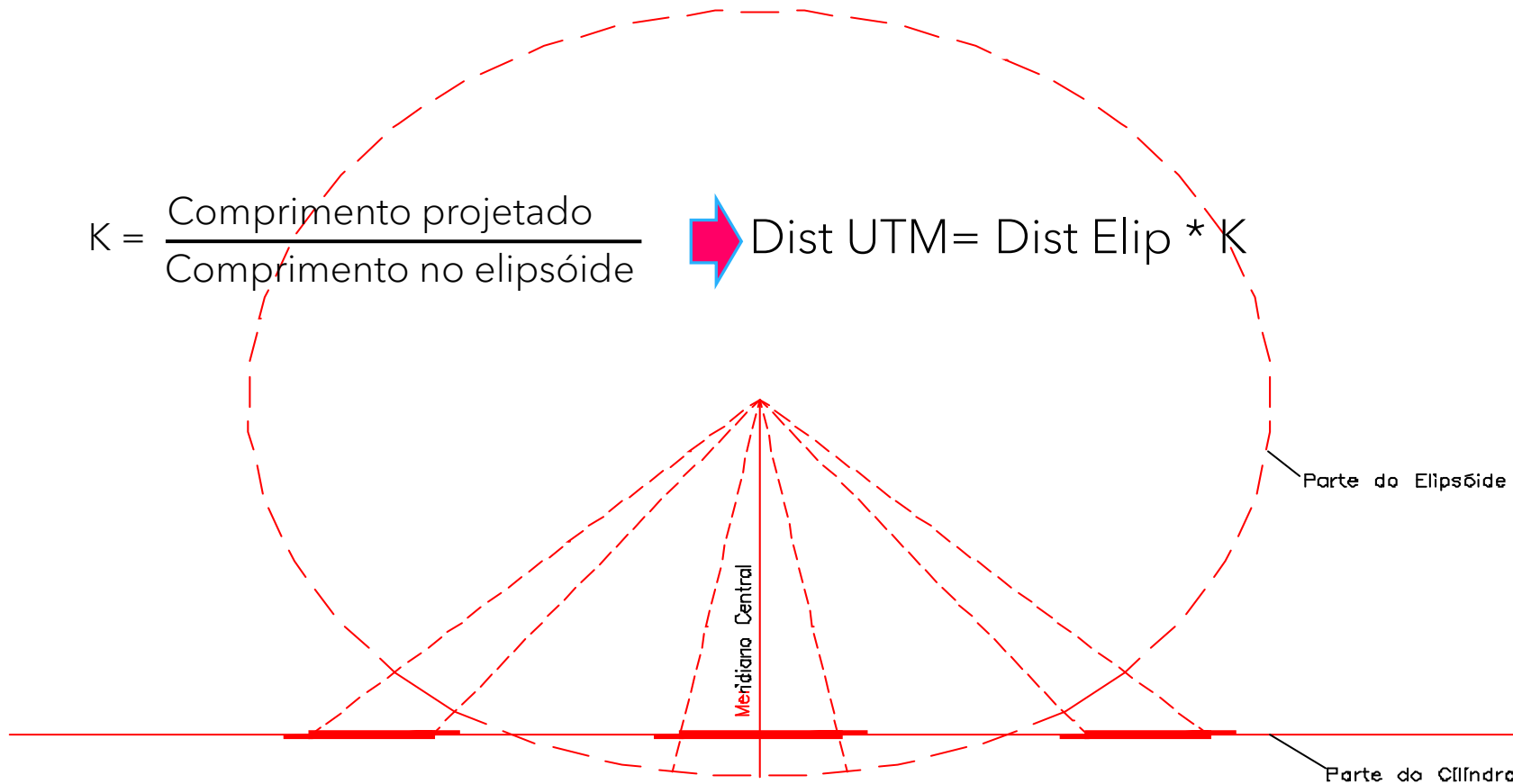
FATOR DE ESCALA (K)



$$K = \frac{\text{Comprimento projetado}}{\text{Comprimento no elipsóide}}$$



$$\text{Dist UTM} = \text{Dist Elip} * K$$



O FATOR DE ESCALA K

EB= 230.321,845 m

K230=1,00050

K240=1,00043

K230-240=0,0007

D230-240=10000m

10000m -0,0007

321,845m-- x

Ordenada E		Fator K
500.000	500.000	0.99960
490.000	510.000	0.99960
480.000	520.000	0.99960
470.000	530.000	0.99961
460.000	540.000	0.99962
450.000	550.000	0.99963
440.000	560.000	0.99964
430.000	570.000	0.99966
420.000	580.000	0.99968
410.000	590.000	0.99970
400.000	600.000	0.99972
390.000	610.000	0.99975
380.000	620.000	0.99978
370.000	630.000	0.99981
360.000	640.000	0.99984
350.000	650.000	0.99988
340.000	660.000	0.99992
330.000	670.000	0.99996
320.000	680.000	1.00000
310.000	690.000	1.00005

Ordenada E		Fator K
300.000	700.000	1.00009
290.000	710.000	1.00014
280.000	720.000	1.00020
270.000	730.000	1.00025
260.000	740.000	1.00031
250.000	750.000	1.00037
240.000	760.000	1.00043
230.000	770.000	1.00050
220.000	780.000	1.00057
210.000	790.000	1.00065
200.000	800.000	1.00071
190.000	810.000	1.00079
180.000	820.000	1.00086
170.000	830.000	1.00094
160.000	840.000	1.00103
150.000	850.000	1.00111
140.000	860.000	1.00120
130.000	870.000	1.00129
120.000	880.000	1.00138
110.000	890.000	1.00148
100.000	900.000	1.00158

ONDE VAMOS CHEGAR COM ISSO?

SAD69

SIRGAS2000

WGS84

A Cartografia é repleta de diferentes modelos (sistemas de referência) e também de diferentes grandezas (coordenadas). Precisamos entendê-las e transformá-las se for preciso e acreditem, vai ser preciso!

ϕ λ h

N E H

X Y Z

O ELIPSOIDE DE REVOLUÇÃO, APENAS “ELIPSOIDE” PARA OS MAIS CHEGADOS

Equação, Curvatura Principal e Teorema de Euler

$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$$

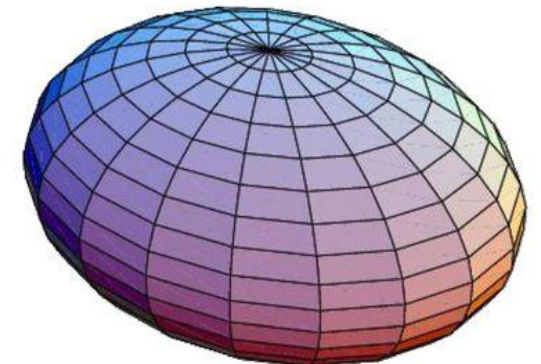
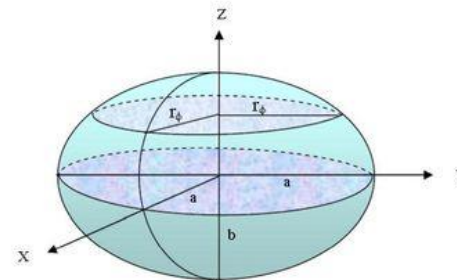
Elipsoide de Revolução: biaxial

Se $a > b$ elipsoide achatado nos polos

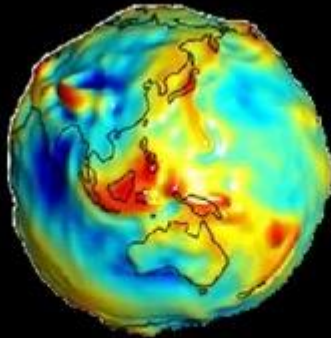
Um elipsoide de revolução fica perfeitamente definido por meio de 2 parâmetros: **a** e **b**

Em Geodésia é comum definir pelo semi-eixo maior **a** e o achatamento **f**.

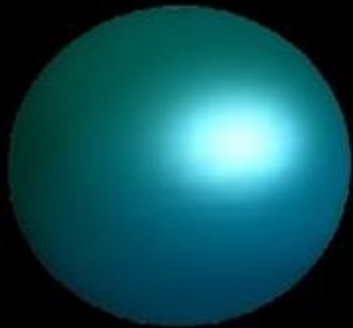
Toda seção produzida por um plano passando pelo eixo Z será uma elipse de semi-eixo maior **a** e semi-eixo menor **b**. Logo, qualquer relação válida para uma seção – vale para as demais.



Tierra



Geoide



Elipsoide

Proceso de modelización de la superficie de la Tierra: realidad – geoide – elipsoide

A GEOMETRIA DO ELIPSOIDE

Geometria do elipsóide

excentricidade

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$$

achatamento

$$\alpha = \frac{a - b}{a}$$

Raio de curvatura do meridiano

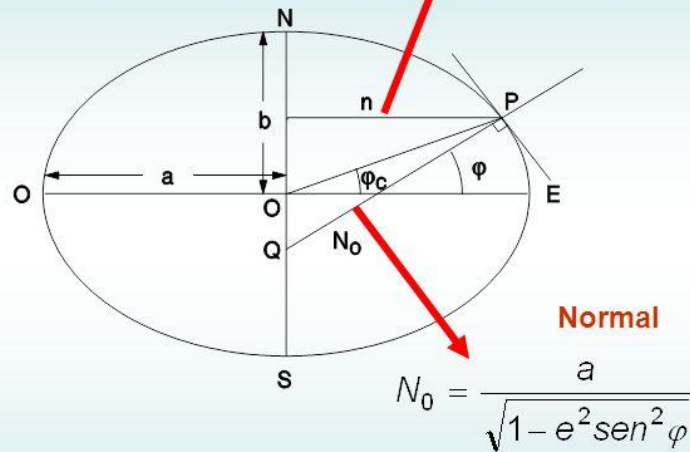
$$R = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}}$$

Arco de meridiano

$$s_\varphi = \int R d\varphi$$

Raio do paralelo

$$r = N_0 \cos \varphi$$



Normal

$$N_0 = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}}$$

Arco de paralelo

$$s_\lambda = r \Delta \lambda$$

- O achatamento f é definido por:

$$f = \frac{a - b}{a}$$

- A primeira excentricidade e^2 ao quadrado é dada por:

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$e^2 = 2f - f^2$$

- A segunda excentricidade ao quadrado e'^2 é obtida por:

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

PARÂMETROS DOS PRINCIPAIS

SISTEMAS GEODÉSICOS JÁ USADOS NO BRASIL

Sistema Geodésico	Córrego Alegre	SAD-69	SIRGAS
elipsóide	Hayford	Referencia 1967	GRS-80
a	6378388,000m	6378160,000m	6378137,000m
b	6356911.946m	6356774,719m	6356752,3141m
f	1/297	1/298,25	1/298,257222101
e^2	0,006722670	0,0066946053	0,00669438002290
a-b	21476,054m	21385,281m	21384,6859m

a- b = diferença entre o semi-eixo maior e o menor

f = achatamento do elipsóide

e^2 = excentricidade ao quadrado

CÓDIGO EPSG

O EPSG "**European Petroleum Survey Group**", grupo de trabalho europeu que criou um catálogo de identificadores numéricos exclusivos para cada sistema de referência geográfica e projeção cartográfica, conhecido como "**Código EPSG**", que é usado como um padrão internacional para identificar sistemas de referência geográfica e projeções cartográficas em todo o mundo.

Ex: **EPSG 31984** (projeção UTM- FUSO 24 SUL) em SIRGAS2000

ATIVIDADE 1: CONVERSÃO ENTRE SISTEMAS DE COORDENADAS

Nota 1: para saber se a conversão está correta, usem o PROGRID que pode ser baixado do site do IBGE gratuitamente.

Nota 2: podem usar o chatGPT nesta atividade, fica a dica;

Nota 3: Individual



1. Pesquisar sobre as equações para conversão coordenadas geográfica para coordenadas cartesianas geocêntricas e vice versa;
2. Baixar e instalar o modelador de distorções do IBGE (PROGRID) e o google Earth pro;
3. Definir uma área de estudo, caso já saibam qual será seu problema de pesquisa (dissertação ou tese) devem usar a área a ser estudada em sua investigação, uma área mínima é um bairro ou um setor censitário, mas pode usar vários bairros, uma zona de tráfego, um distrito, uma cidade, uma região metropolitana, um estado, uma região, o Brasil....definem a região de estudos
4. Escolher 5 ou mais pontos representativos (especialmente distribuídos) na área escolhida, obter suas coordenadas geodésicas no Google Earth e convertê-las no Progrid ;
5. O projeto pode ser feito em qualquer linguagem de programação ou numa planilha eletrônica Excel e deve conter uma imagem e uma breve descrição da área escolhida, também a posição e o rótulo dos pontos escolhidos na área de estudos (imagem da área escolhida), bem como suas coordenadas em SIRGAS2000. A planilha ou o programa deve ser capaz de converter para um mesmo elipsoide de referência, de coordenadas de todos os 10 pontos escolhidos de geodésicas para geocêntricas cartesianas e vice versa.