
Geoprocessamento e Sistema de Informações Geográficas

Sistema de coordenadas e
georreferenciamento em SIG

Prof. Daniel José de Andrade

Sistema de referência

A Terra, ao longo da história da humanidade, já foi conhecida sob diversas formas.

Pitágoras (6º séc. A.C) e

Aristóteles (4º séc. A.C.)

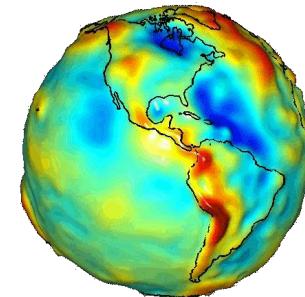
definiram a Terra como Esférica



Newton (séc XVII)
considerou-a elipsoidal

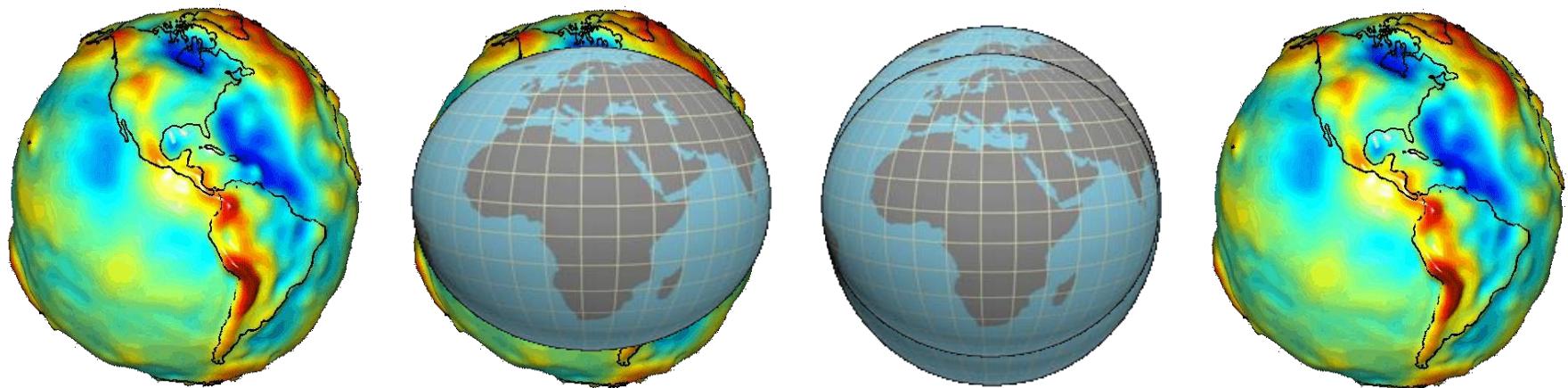


Gauss (séc XVIII) concluiu
que a forma melhor seria
a Geoidal



Sistema de referência

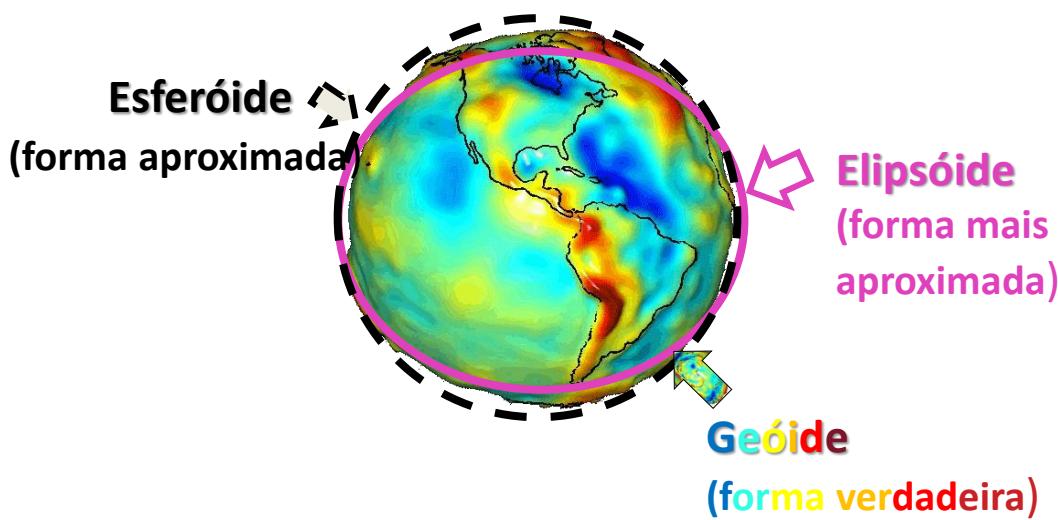
Considerando os diversos conceitos geométricos da Terra, qual é o grande problema apresentado para a Cartografia?



As três formas conceituais da superfície terrestre não se combinam geometricamente.

Sistema de referência

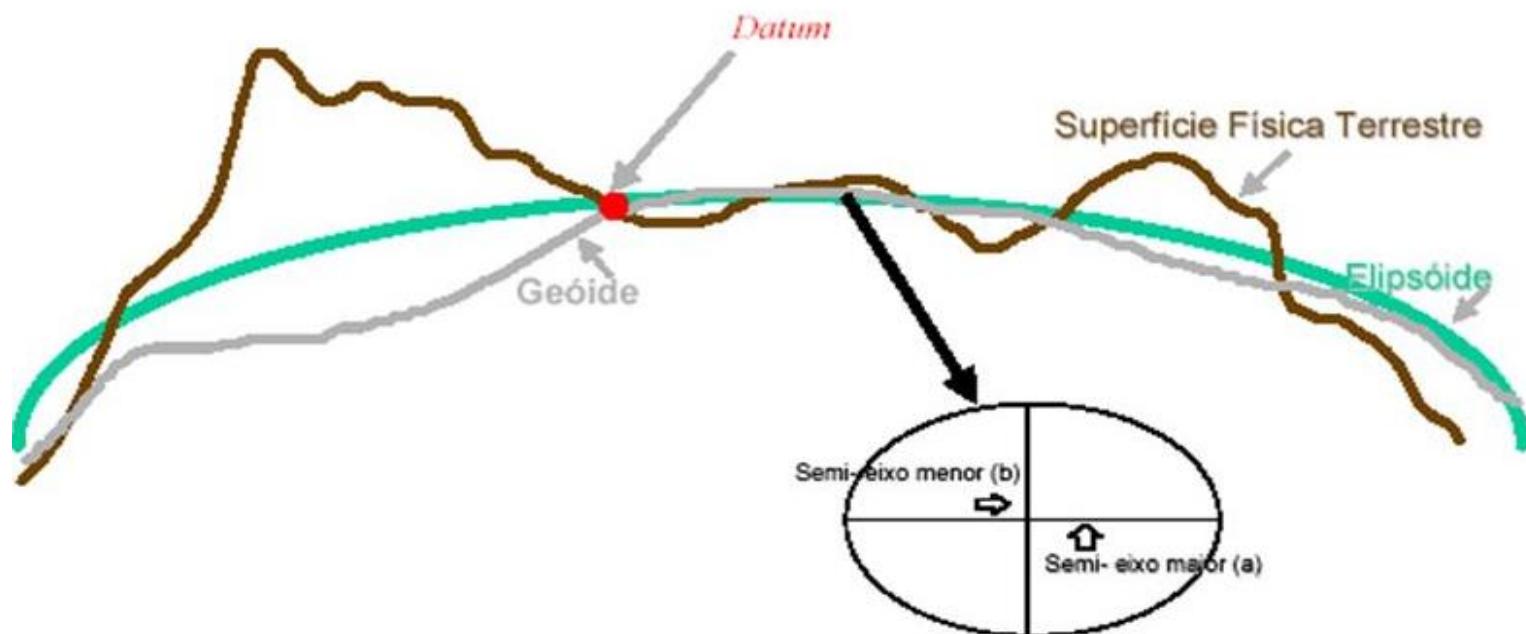
A adoção de modelos matemáticos que conseguissem modelar as superfícies distintas, Elipsoide e Geoide , foi adotado para as superfícies da Terra os denominados Datas (plural de Datum) de referência de coordenadas.



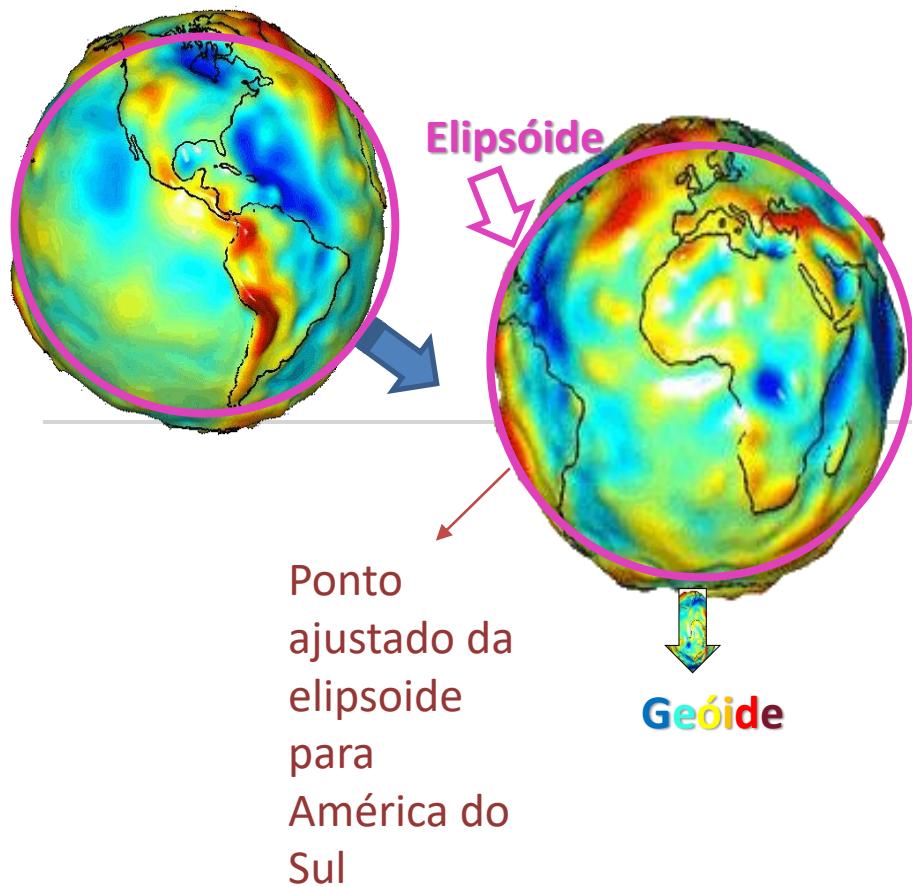
Caracteriza-se por um ponto de referência entre as superfícies geoidal, elipsoidal e a sua localização na superfície real da Terra, para as futuras adoções de coordenadas.

Sistema de referência

O Datum Horizontal é escolhido a partir da máxima coincidência entre a superfície geoidal e elipsoidal e um ponto específico na superfície da Terra.

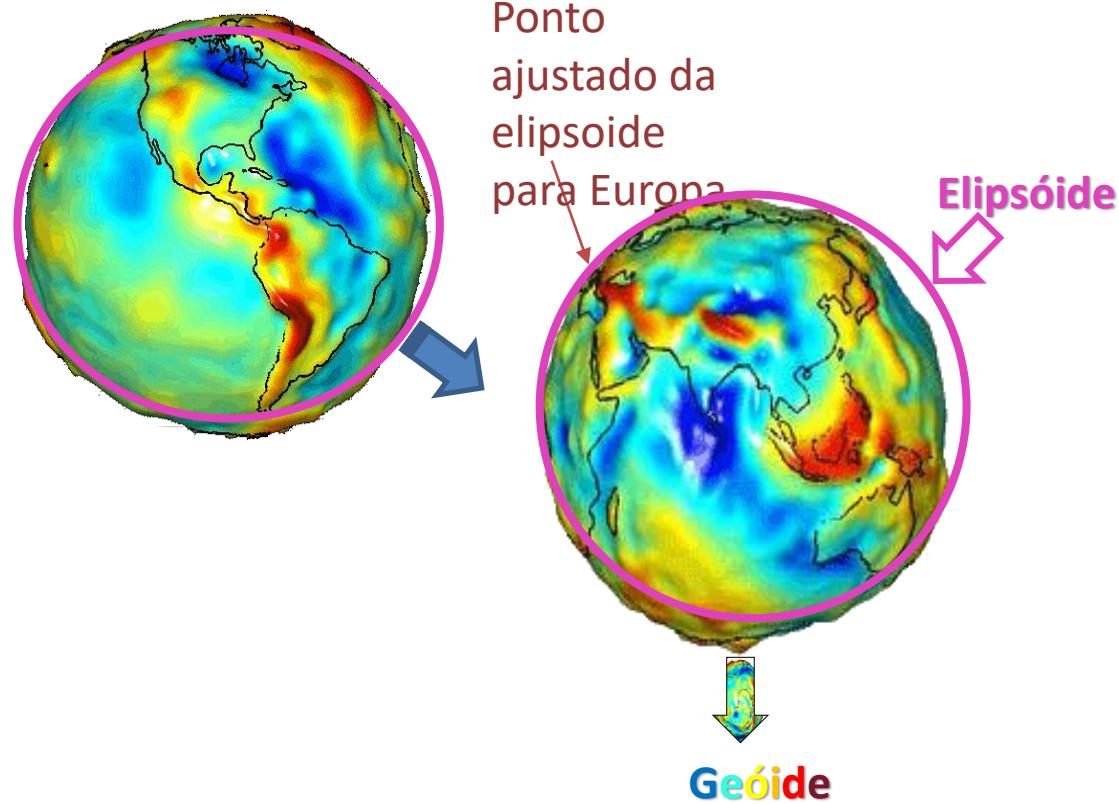


É perceptível que o modelo matemático para interseccionar o Elipsoide no formato de Geoide e a superfície topográfica da Terra, carece de vários ajustes, devido a forma irregular assumida pelo Geóide e pela superfície topográfica terrestre. Como exemplo, se considerarmos o Elipsoide ajustado para a América do Sul, não cobriria outras partes do Geóide.



A superfície de referência do ajuste Elipsóide e o Geóide necessitava então de adaptação quanto à um ponto específico na superfície topográfica da Terra, a esse ponto específico deu-se o nome de Datum Topocêntrico Horizontal. A adoção do Datum Topocêntrico varia em relação diversos pontos da Terra.

A superfície de referência do ajuste Elipsóide e o Geóide ajustado à outros pontos específicos na superfície topográfica da Terra:



Sistema de referência

Com as peculiaridades do Geoide que não possui uma forma exata para cada ponto do Globo Terrestre, foram gerados diversos Datas Locais e adoções de Elipsoides para um sistema de referência mais adaptado ao local.

No Brasil, a adoção dos principais elipsoides utilizados foram:

Hayford – Datum Córrego Alegre	Topocêntrico
Astro Chuá – Datum Chuá	Topocêntrico
SAD 69 – Datum Chuá	Topocêntrico
WGS 84	Geocêntrico
GRS 80 SIRGAS	Geocêntrico

De acordo com Rocha (2007), o “datum” ao qual foi inicialmente referida a rede geodésica fundamental brasileira é o SAD-69, que é admitido como sendo a melhor adaptação para o continente sul-americano.

Sistema de referência

Datum topocêntrico – South American Datum (SAD69)

O SAD69 é um sistema geodésico regional de concepção clássica.

Apenas em 1979 ele foi oficialmente adotado como sistema de referência para trabalhos geodésicos e cartográficos desenvolvidos em território brasileiro.

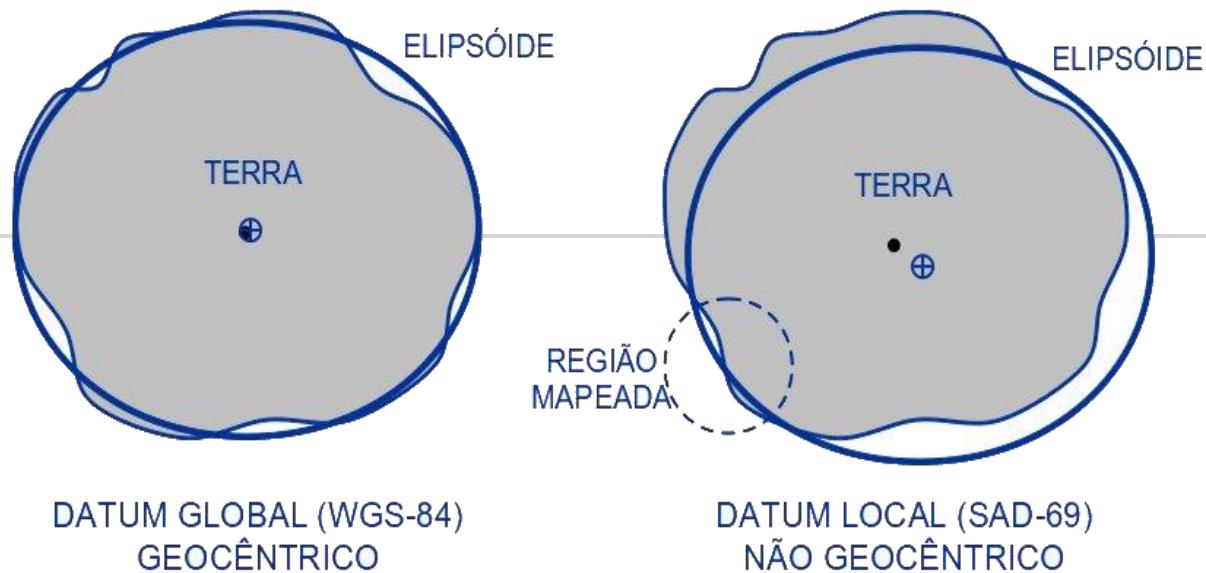
Superfície de referência	Elipsóide Internacional de 1967 (UGGI/67).
Semi-eixo maior	6.378.160 metros
Achatamento	1/298,25
Ponto Datum	Vértice Chuá
Coordenadas: latitude	$\varphi = 19^\circ 45' 41,6527'' \text{ S}$
Coordenadas: longitude	$\lambda = 48^\circ 06' 04,0639'' \text{ W}$

Está localizado próximo à cidade de Uberaba, MG, a cavaleiro da BR-262, conforme ilustração do ponto, visualizado na Figura



O Datum Global WGS – 84

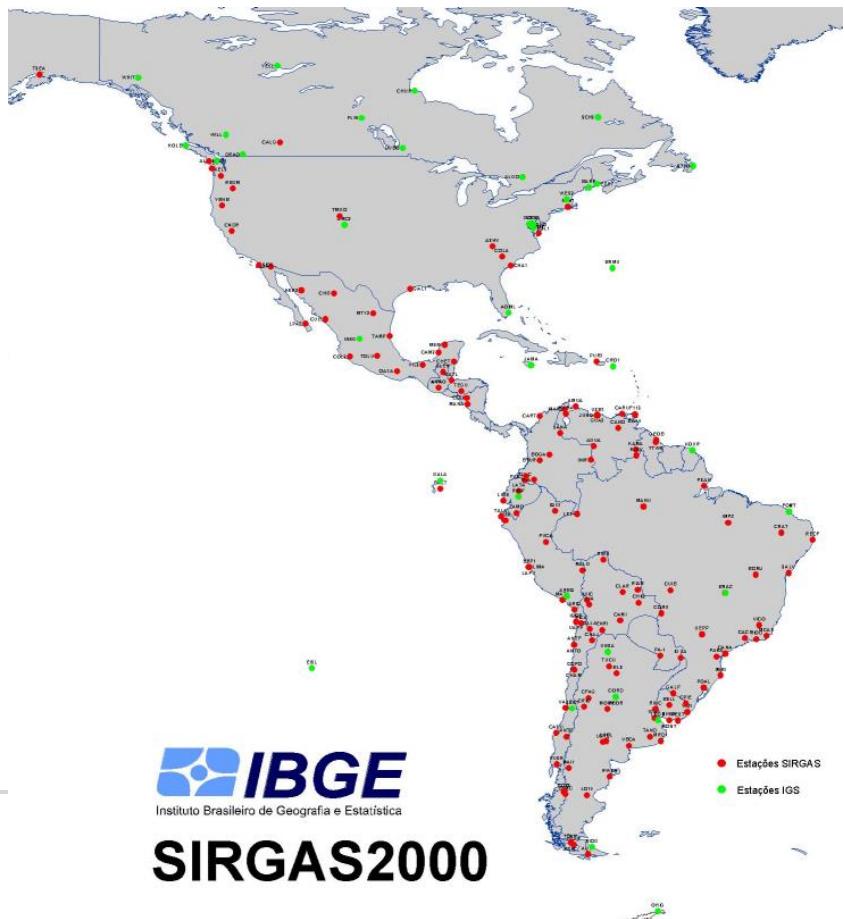
Com a inserção das técnicas de posicionamento espacial – GPS, surgiram os “dados globais” adotados mundialmente como *WGS-84 – World Geodesic System 1984*, sistema que utiliza o centro da Terra como referência, denominados **datum geocêntrico**.



O Datum Geocêntrico GRS SIRGAS 2000

É um sistema geocêntrico, onde não existe a monumentalização de um ponto *datum*, e sim várias estações distribuídas pelo continente Sul Americano, em que algumas coincidem com estações da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo). (IBGE, 2010).

Foi oficializado em novembro de 2014, como datum de referência para a rede geodésica brasileira.

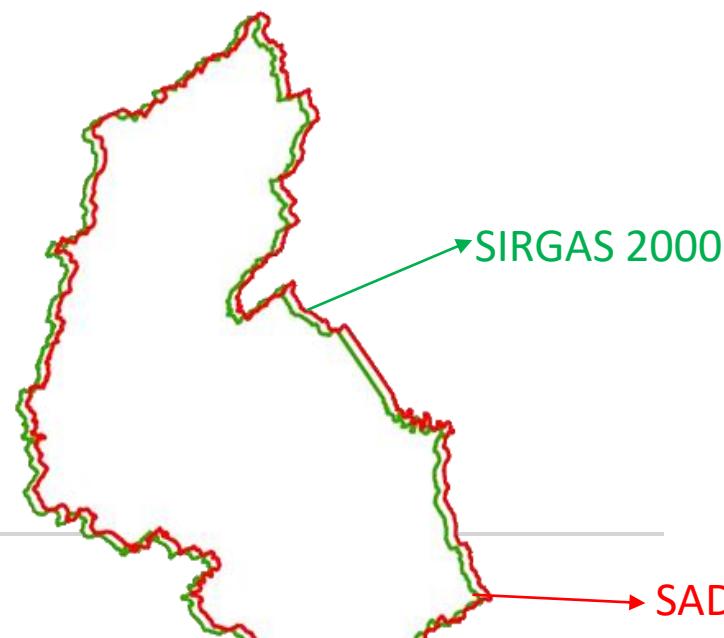
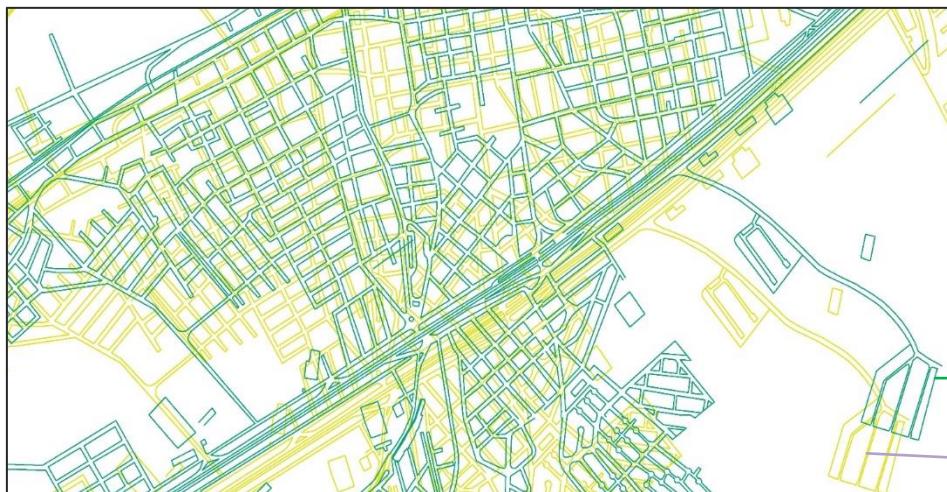


Porque o sistema de referencia é importante?



O uso de um Datum Horizontal de referência é a primeira medida a ser tomada na avaliação de coordenadas que traduzem a superfície da Terra representada no modelo matemático.

No ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) é essencial a determinação do Datum para o início da manipulação dos dados. Evitando problemas desta ordem:



SIRGAS 2000

SAD 69

Sistema de coordenadas

A geolocalização de objetos somente poderão ser visualizadas perante outras de localização reconhecidas, ou se tiver sua localização determinada em uma rede coerente de coordenadas. (CÂMARA et al. 1996).

Neste tópico serão apresentados os sistemas de coordenadas:

- Coordenadas Geodésicas;
- Coordenadas Plano-Retangulares

COORDENADAS GEODÉSICAS (GEOGRÁFICAS):

As coordenadas geodésicas são dadas pelos círculos desenhados no sentido Norte/Sul denominados *paralelos, no sentido latitudinal.*

As coordenadas geodésicas são dadas pelos círculos desenhados no sentido Leste/Oeste denominados *meridianos, no sentido longitudinal.*

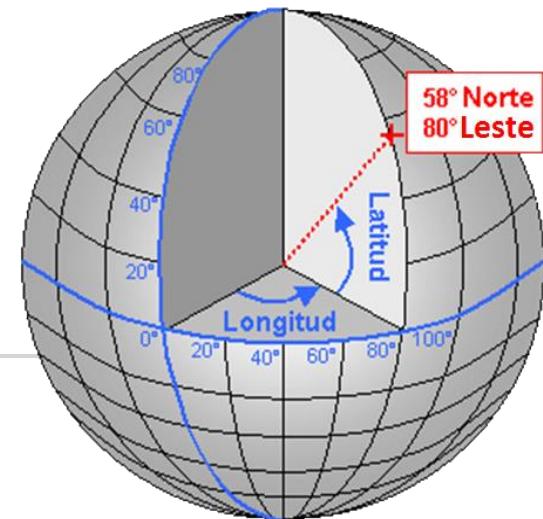
Outra característica das coordenadas geodésicas é a divisão da forma esférica da Terra em Meridiano de Greenwich e a Linha do Equador. A interseção do Meridiano de Greenwich e a Linha do Equador equivale ao grau 0° .

No eixo das latitudes Equador 0° em direção ao Norte equivale à $+90^\circ$.

No eixo das longitudes o meridiano de Greenwich 0° em direção ao Oeste equivale à -180° (anti-meridiano)

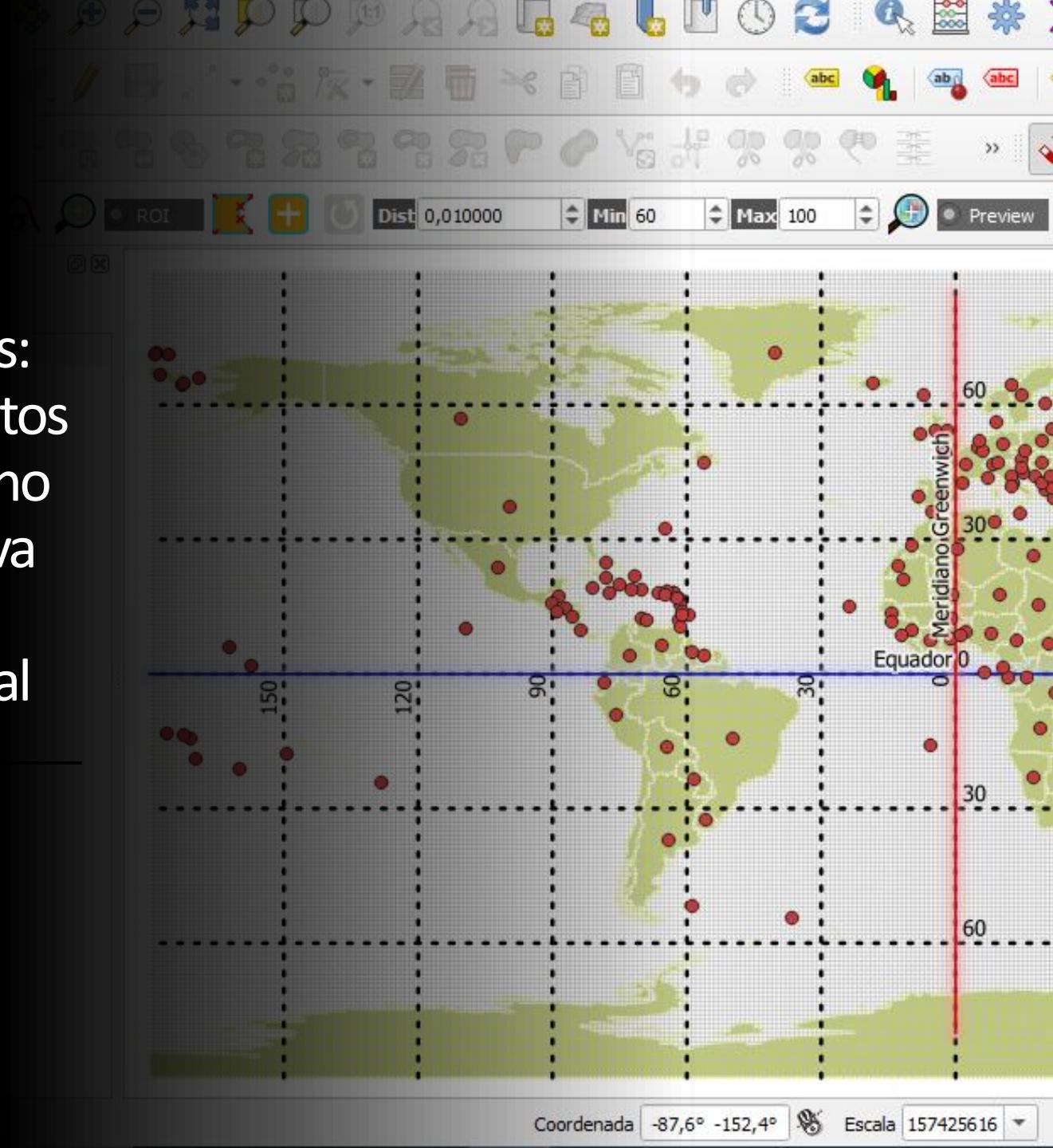
No eixo das latitudes Equador 0° em direção ao Sul equivale à -90° .

No eixo das longitudes o meridiano de Greenwich 0° em direção ao Leste equivale à $+180^\circ$ (anti-meridiano)





Prática com alunos:
Identifique os pontos
aleatórios (países no
mundo) e descreva
as informações
geográficas do local



No QGIS

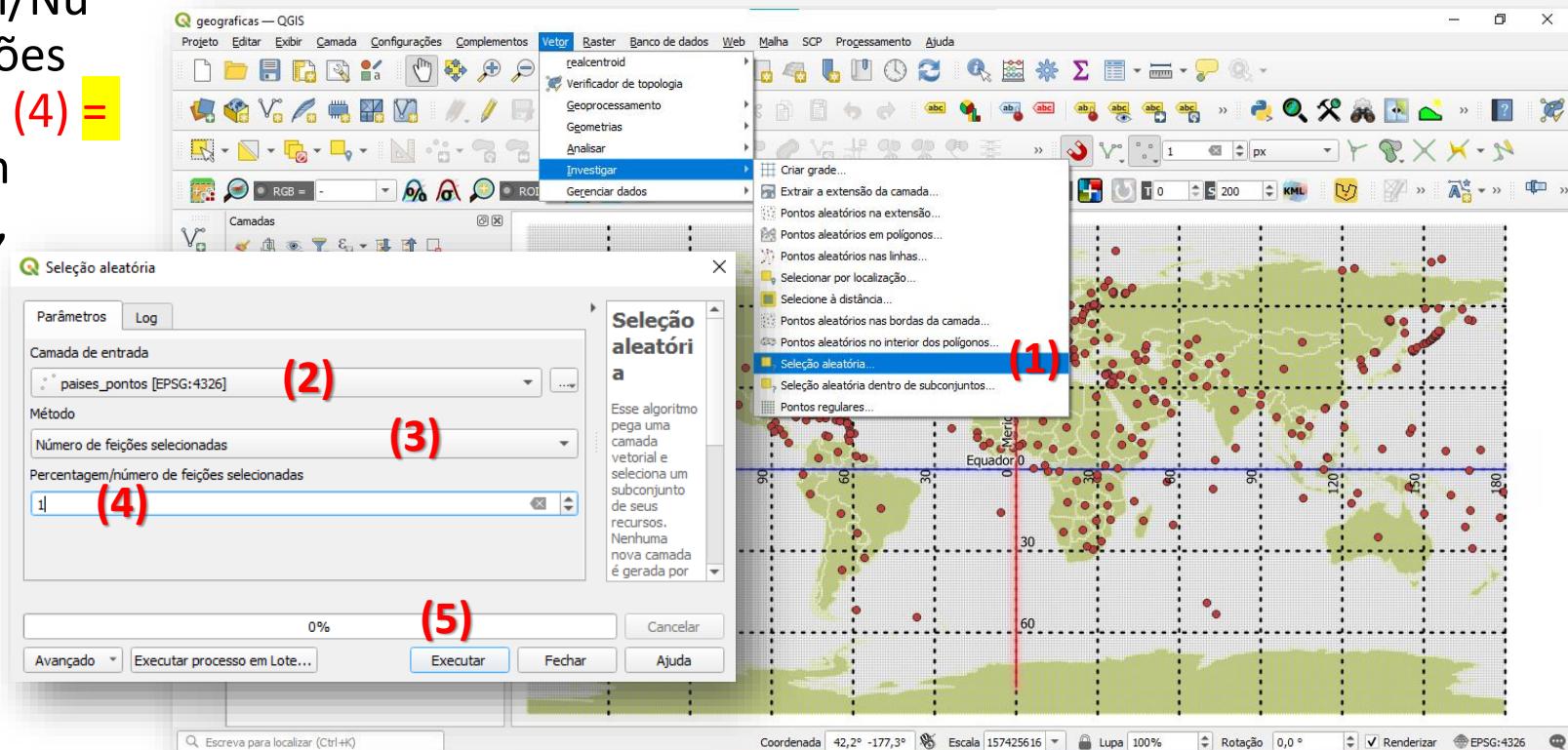
No QGIS realize uma seleção aleatória



dos pontos (países) (1);

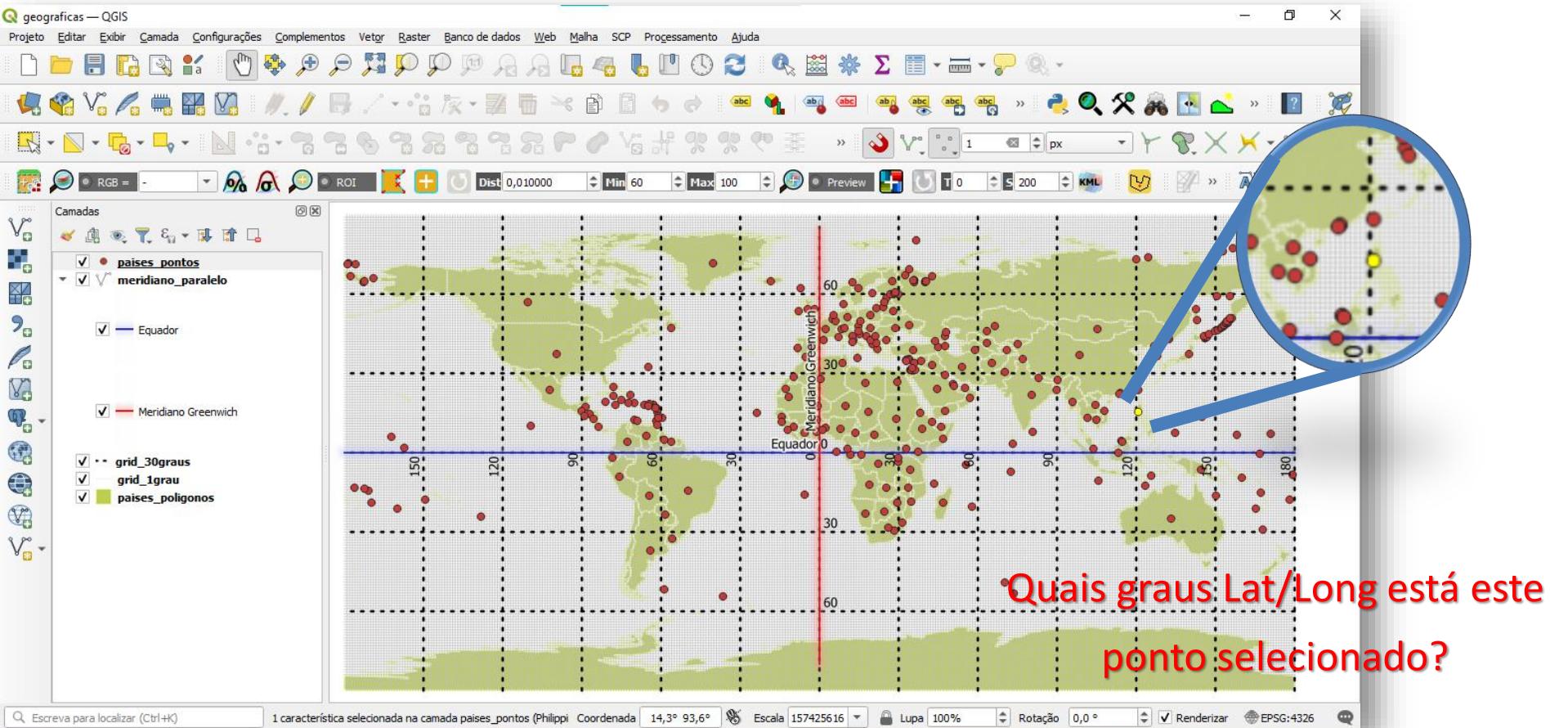
Camada de entrada (países_pontos) (2), Método Nº de Feições Selecionadas (3),

Porcentagem/Nú
mero de feições
selecionadas (4) =
1 e clique em
Executar (5);



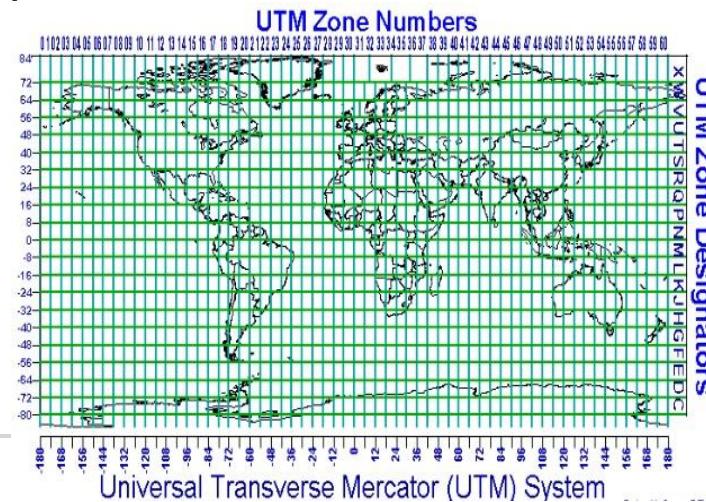
No QGIS

Latitude Norte (+) ou Latitude Sul (-). Longitude Leste (+) ou Longitude Oeste (-)



COORDENADAS PLANO-RETANGULARES (PROJETADAS):

Se considerarmos a forma esférica da Terra como vimos nas coordenadas geodésicas percebemos uma dificuldade em transpor um círculo em um mapa de plano:



Mas antes de falarmos de coordenadas plano-retangulares (projetadas) necessitamos uma breve explicação sobre PROJEÇÕES!!!



<https://www.youtube.com/@ademirgeo1>

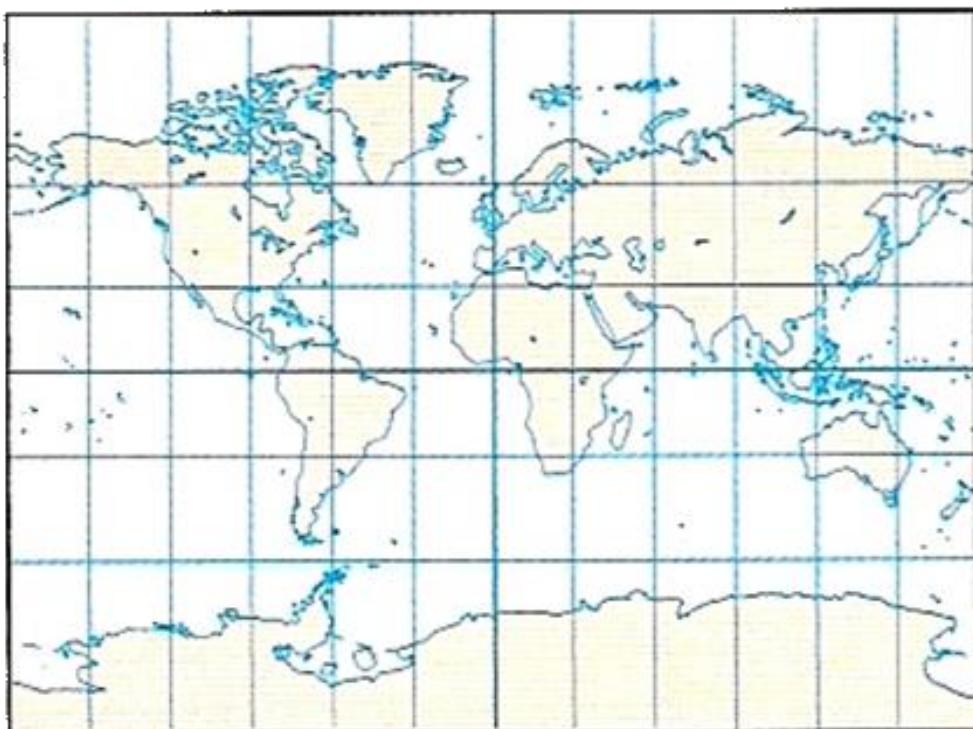
Sistema de coordenadas

A representação da superfície elipsoidal ou esferoide em um plano configura-se em uma atividade que garante uma certeza: **“QUALQUER PROJEÇÃO ADOTADA PARA REPRESENTAR A TERRA APRESENTARÁ ALGUMA DISTORÇÃO OU DEFORMAÇÃO”.**

A constatação acima gerou as denominadas propriedades das projeções cartográficas, sendo elas:

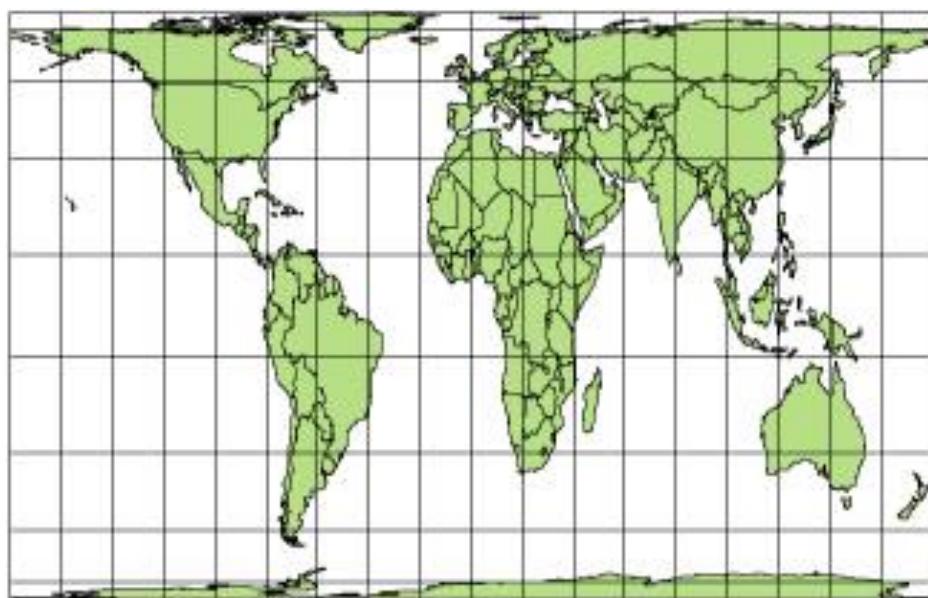
- Projeções conformantes
- Projeções equivalentes
- Projeções equidistantes
- Projeções afiláticas

- **Projeções conformantes:** são aquelas que alteram o tamanho das áreas dos continentes e mantém as suas formas preservadas.



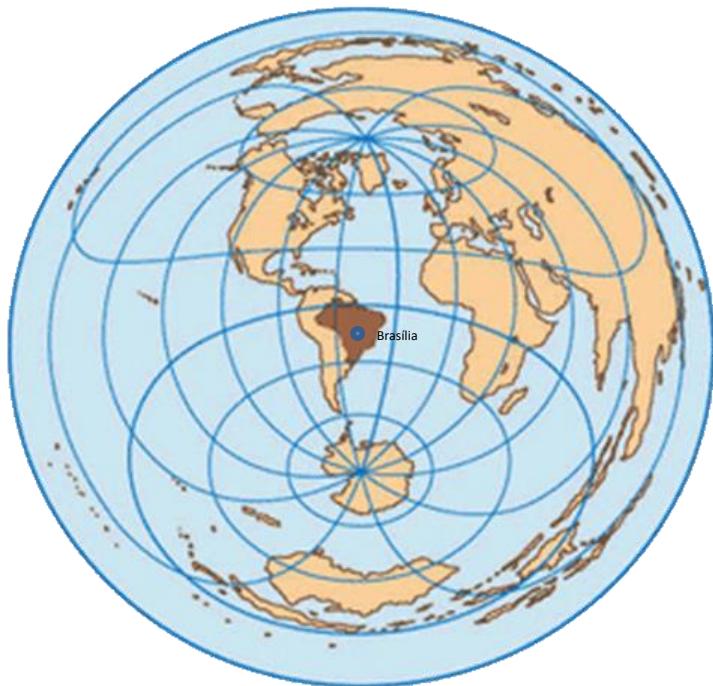
Exemplo a projeção de Mercator ou de Gauss – também conhecida como eurocentrista, devido ao fato de que tal representação das latitudes médias, onde se encontra o continente europeu sem grandes alterações. As deformações ocorridas na Antártida e na Groenlândia, que apresenta-se igual ou maior ao continente sul-americano.

- **Projeções equivalentes:** são aquelas que alteram a forma dos continentes mas mantém o tamanho de suas respectivas áreas preservadas.



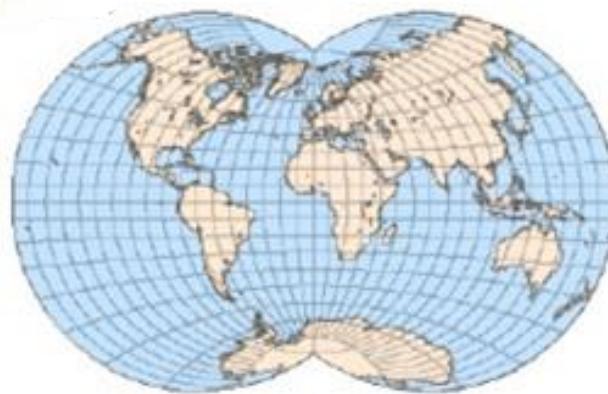
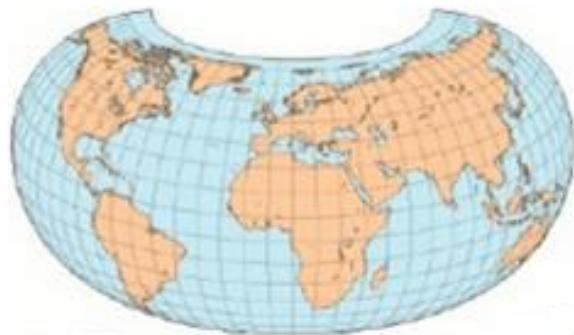
Exemplo a projeção de Peters, apresentou o contrário de Mercator, valorizando o tamanho mais fiel dos continentes que coincidentemente eram classificados como subdesenvolvidos, também chamada projeção do terceiro mundismo.

- **Projeções equidistantes:** não há deformação segundo os meridianos e não há deformação segundo os paralelos. Não apresenta deformações lineares.

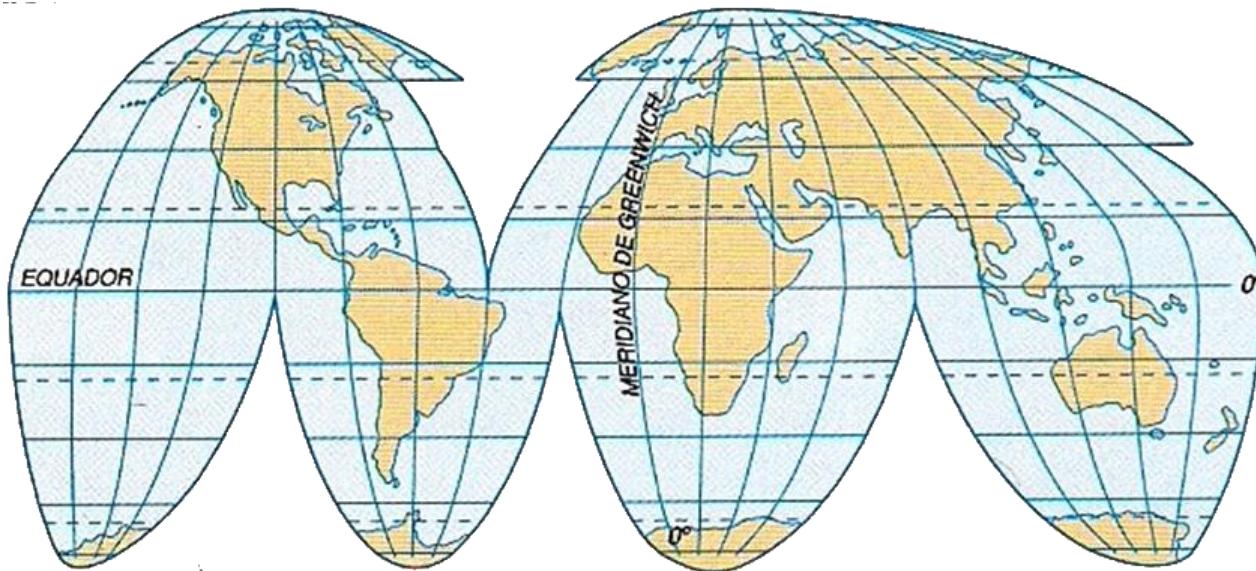


Exemplo a projeção azimutal equidistante do mundo, com o centro em Brasília. Todas as distâncias radiais, a partir do centro estão corretas.

- **Projeções afiláticas:** são aquelas não possuem conformidade, equivalência e equidistância. São projeções em que as áreas, os ângulos e os comprimentos não são conservados.

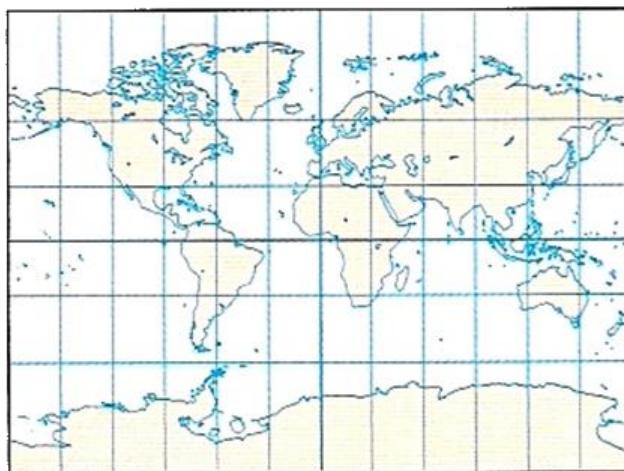
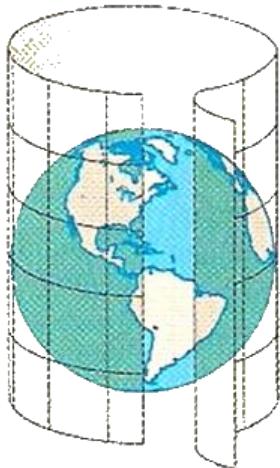


- **Outras projeções:** com o intuito de mostrar os oceanos, em seu aspecto global e, ao mesmo tempo, as suas áreas em proporção, interrompe, corta um pouco os continentes. Trata-se da projeção interrompida de Goode.

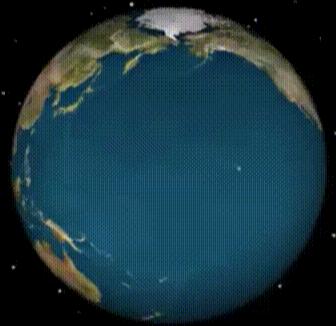


AS PRINCIPAIS PROJEÇÕES UTILIZADAS PARA O FORMATO DA TERRA

MERCATOR OU DE GAUSS – CILÍNDRICA CONFORMANTE (PROJEÇÃO EUROCENTRISTA)

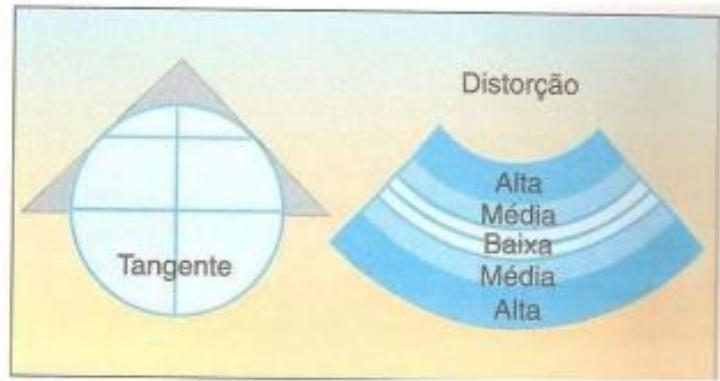
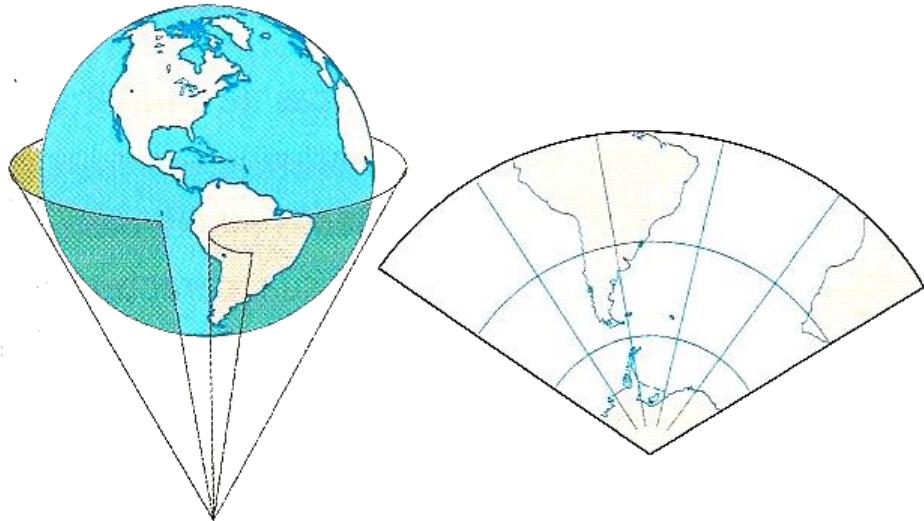


- MERIDIANOS E PARALELOS RETILÍNEOS
- MANTEM A FORMA
- DISTORCE A ÁREA
- POSSIBILITA A REPRODUÇÃO DO GLOBO INTEIRO
- ALTAS LATITUDES APRESENTAM ALTAS DISTORÇÕES



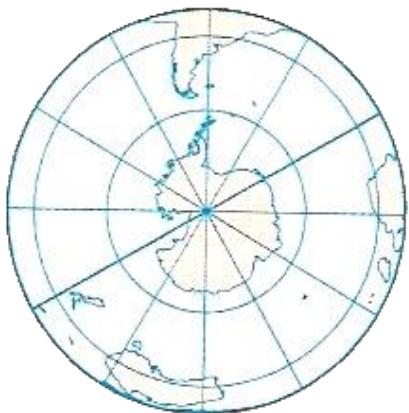
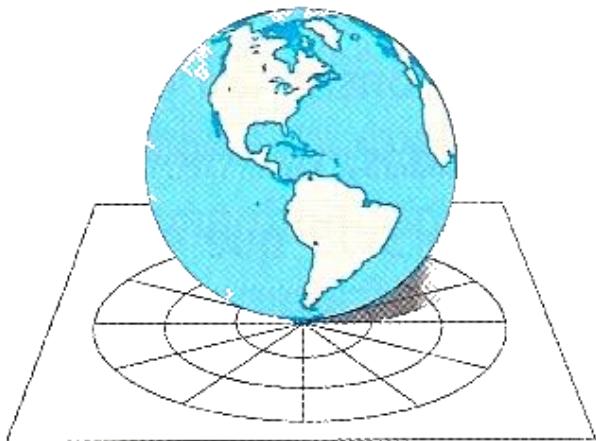
<https://www.youtube.com/watch?v=3lc5Zlf74Ls>

CÔNICAS

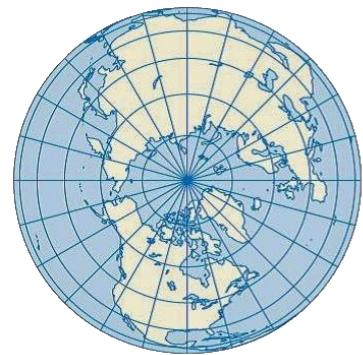


- MERIDIANOS RETILÍNEOS E PARALELOS APRESENTA-SE EM CURVAS
- PODE SER UTILIZADO PARA PROJEÇÕES DE LATITUDES MÉDIAS
- REPRODUZ UM HEMISFÉRIO POR VEZ
- PARA A REPRODUÇÃO DO GLOBO INTEIRO É NECESSÁRIO DOIS MAPAS (CONES)

AZIMUTAL OU ZENITAL

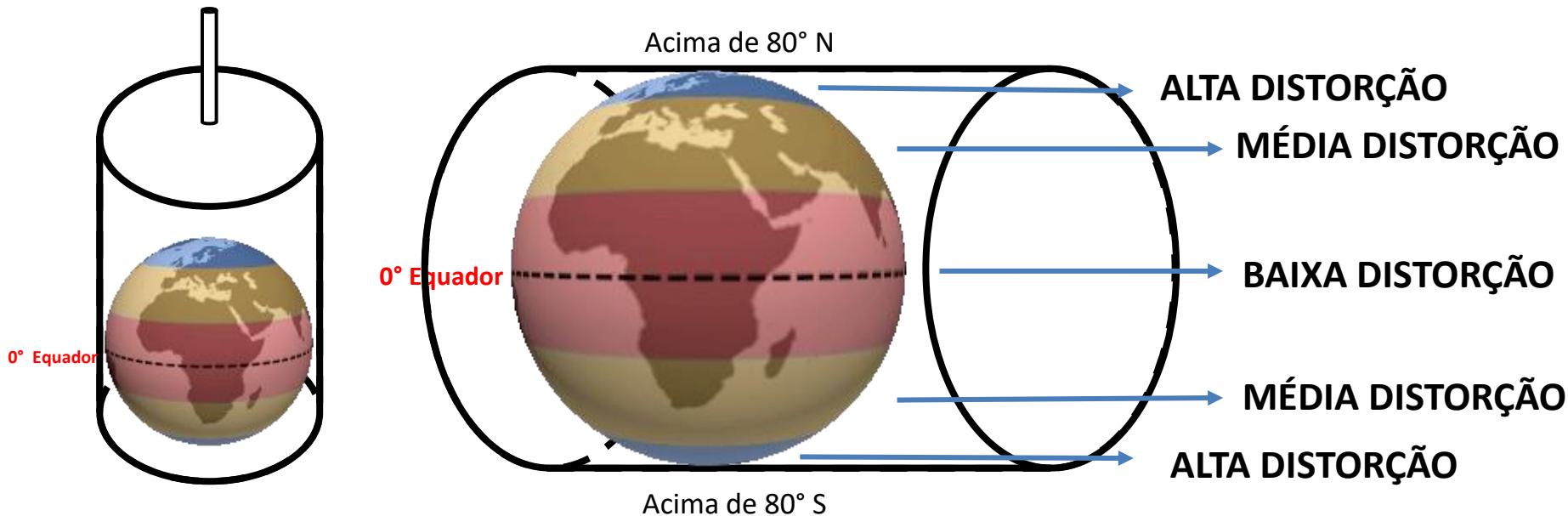


- MERIDIANOS RETILÍNEOS E PARALELOS APRESENTA-SE EM CURVAS
- PODE SER UTILIZADO PARA PROJEÇÕES DE LATITUDES ALTAS
- CURIOSIDADE: O LOGOTIPO DA ONU FAZ USO DESTA PROJEÇÃO



SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA MERCATOR - UTM

UTM – PROJEÇÃO CILÍNDRICA CONFORMANTE



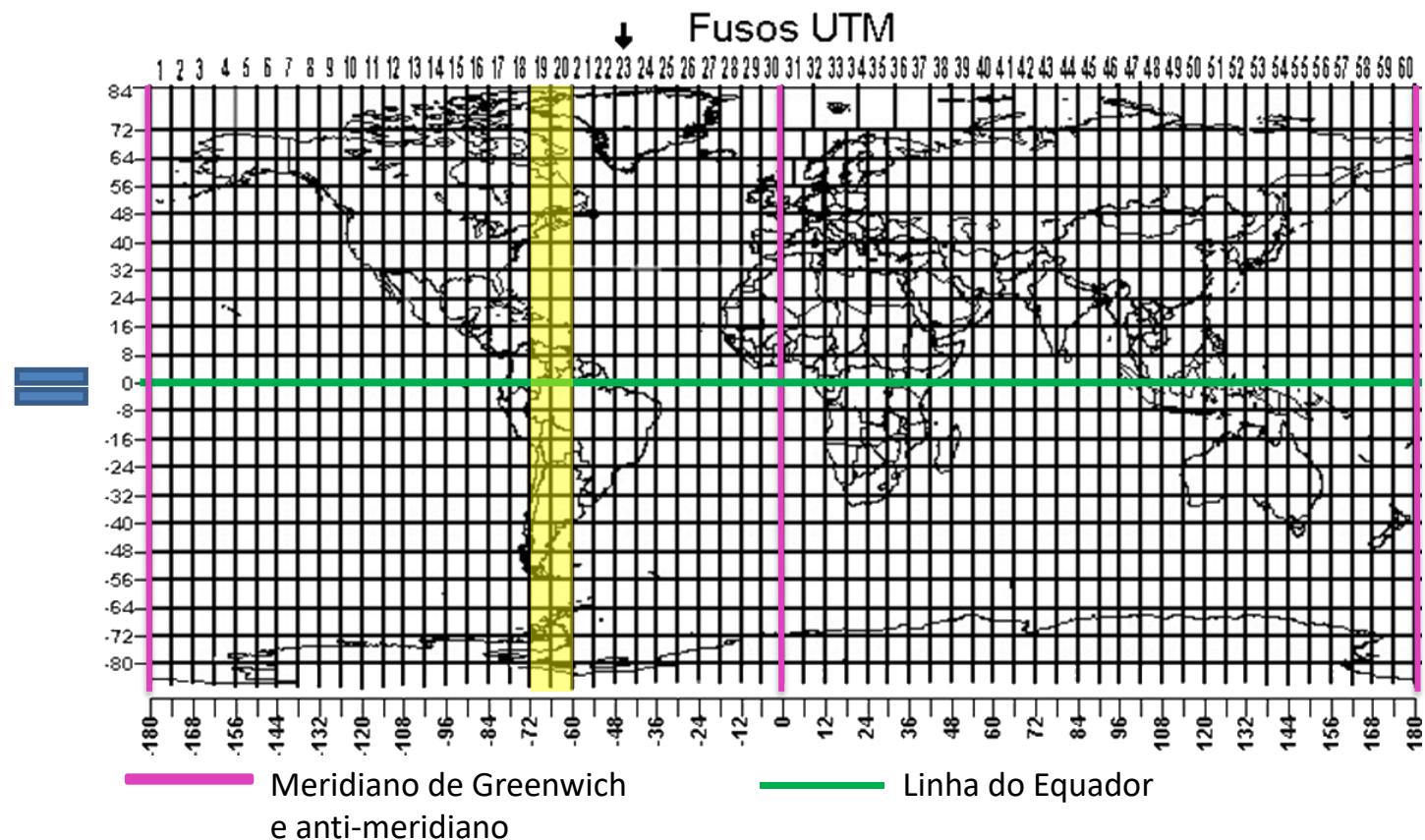
SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA MERCATOR - UTM



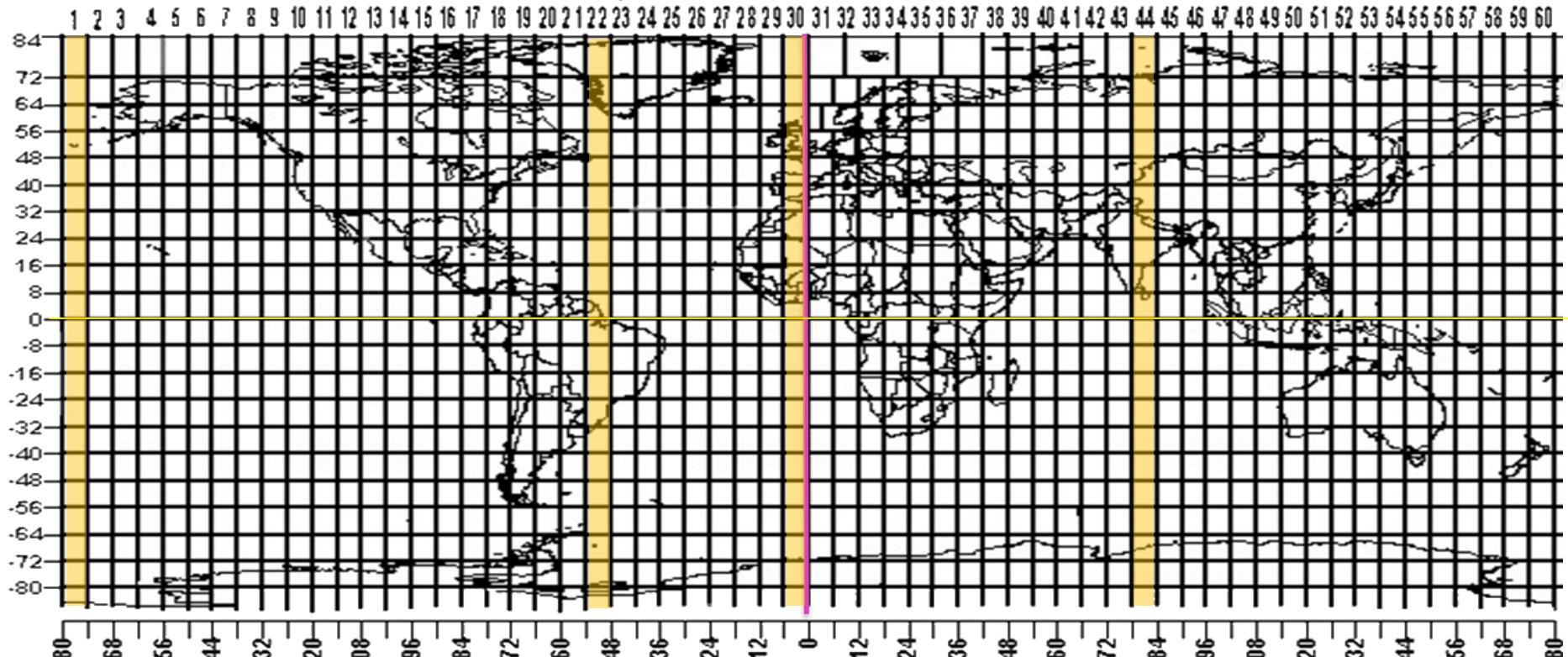
Fusos de 6° gerando 60 fusos

Ou seja considere uma circunferência e divida 360 por 6° , você terá 60°

SISTEMA DE PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA MERCATOR - UTM



↓ Fusos UTM



Linha do Equador

Meridiano de Greenwich

GRAUS (FUSO)			MC	GRAUS (FUSO)			FUSOS UTM	Meridiano Central
0°	-1°	-2°	-3°	-4	-5°	-6°	Fuso UTM 30	-3°
78	79	80	81	82	83	84	Fuso UTM 44	81°
							Fuso UTM 01	
							Fuso UTM 22	

FUSOS UTM E MERIDIANOS CENTRAIS APARTIR DE GREENWICH PARA OESTE

Meridiano Greenwich	FUSO 1 (0° à -6°)	FUSO 2 (-6° à -12°)	FUSO 3 (-12° à -18°)	FUSO 4 (-18° à -24°)	FUSO 5 (-24° à -30°)	FUSO 6 (-30° à -36°)	FUSO 7 (-36° à -42°)	FUSO 8 (-42° à -48°)	FUSO 9 (-48° à -54°)	FUSO 10 (-54° à -60°)
0°	-3°	-9°	-15°	-21°	-27°	-33°	-39°	-45°	-51°	-57°
FUSO 11 (-60° à -66°)	FUSO 12 (-66 à -72°)	FUSO 13 (-72° à -78°)	FUSO 14 (-78° à -84°)	FUSO 15 (-84° à -90°)	FUSO 16 (-90° à -96°)	FUSO 17 (-96° à -102°)	FUSO 18 (-102° à -108°)	FUSO 19 (-108° à -114°)	FUSO 20 (-114° à -120°)	FUSO 21 (-120° à -126°)
-63°	-69°	-75°	-81°	-87°	-93°	-99°	-105°	-111°	-117°	-123°
FUSO 22 (-126° à -132°)	FUSO 23 (-132° à -138°)	FUSO 24 (-138° à -144°)	FUSO 25 (-144° à -150°)	FUSO 26 (-150° à -156°)	FUSO 27 (-156° à -162°)	FUSO 28 (-162° à -168°)	FUSO 29 (-169° à -174°)	FUSO 30 (-174° à -180°)	Antimeridiano	
-129°	-135°	-141°	-147°	-153°	-159°	-165°	-171°	-177°	-180°	

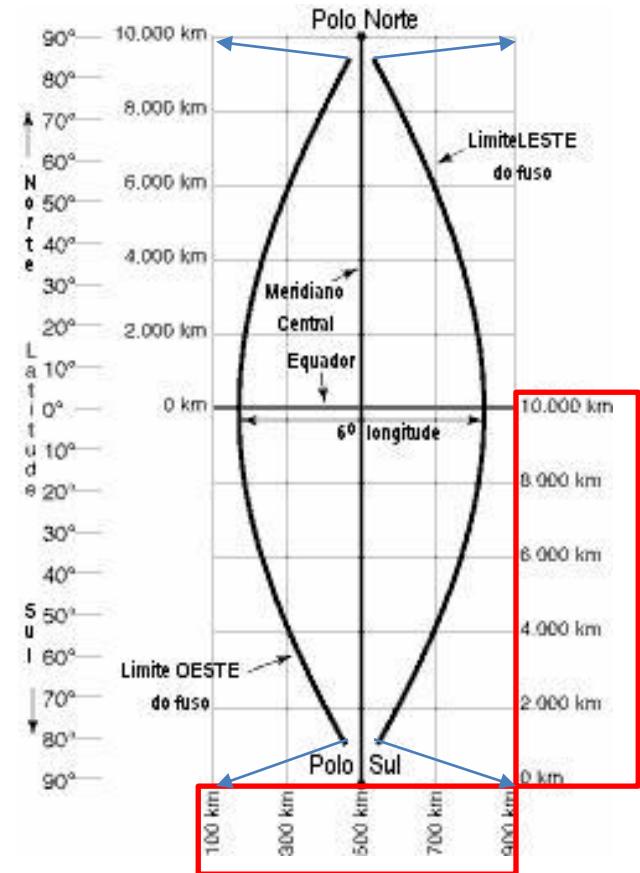
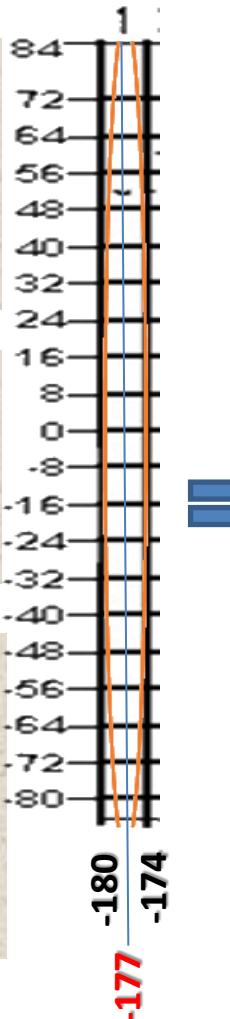
FUSOS UTM E MERIDIANOS CENTRAIS APARTIR DE GREENWICH PARA LESTE

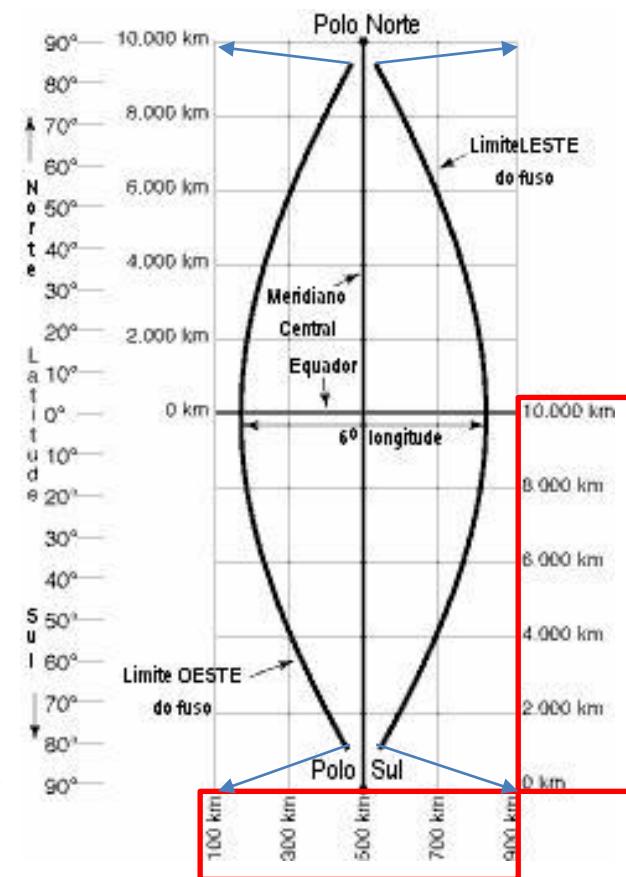
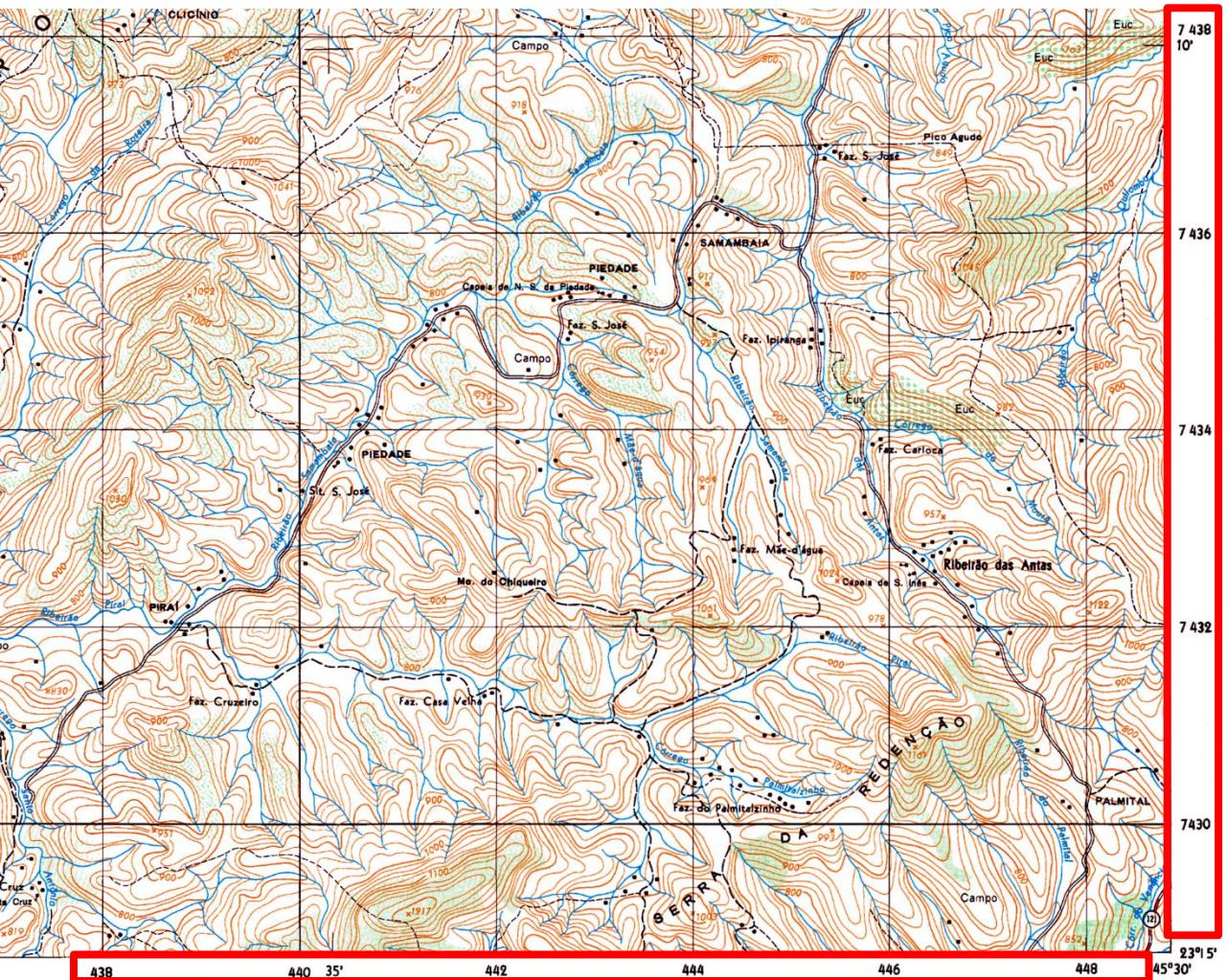
Meridiano Greenwich	FUSO 31 (0° à 6°)	FUSO 32 (6° à 12°)	FUSO 33 (12° à 18°)	FUSO 34 (18° à 24°)	FUSO 35 (24° à 30°)	FUSO 36 (30° à 36°)	FUSO 37 (36° à 42°)	FUSO 38 (42° à 48°)	FUSO 39 (48° à 54°)	FUSO 40 (54° à 60°)
0°	3°	9°	15°	21°	27°	33°	39°	45°	51°	57°
FUSO 41 (60° à 66°)	FUSO 42 (66 à 72°)	FUSO 43 (72° à 78°)	FUSO 44 (78° à 84°)	FUSO 45 (84° à 90°)	FUSO 46 (90° à 96°)	FUSO 47 (96° à 102°)	FUSO 48 (102° à 108°)	FUSO 49 (108° à 114°)	FUSO 50 (114° à 120°)	FUSO 51 (120° à 126°)
-63°	-69°	-75°	-81°	-87°	-93°	-99°	-105°	-111°	-117°	-123°
FUSO 52 (126° à 132°)	FUSO 53 (132° à 138°)	FUSO 54 (138° à 144°)	FUSO 55 (144° à 150°)	FUSO 56 (150° à 156°)	FUSO 57 (156° à 162°)	FUSO 58 (162° à 168°)	FUSO 59 (169° à 174°)	FUSO 60 (174° à 180°)	Antimeridiano	
129°	135°	141°	147°	153°	159°	165°	171°	177°	180°	

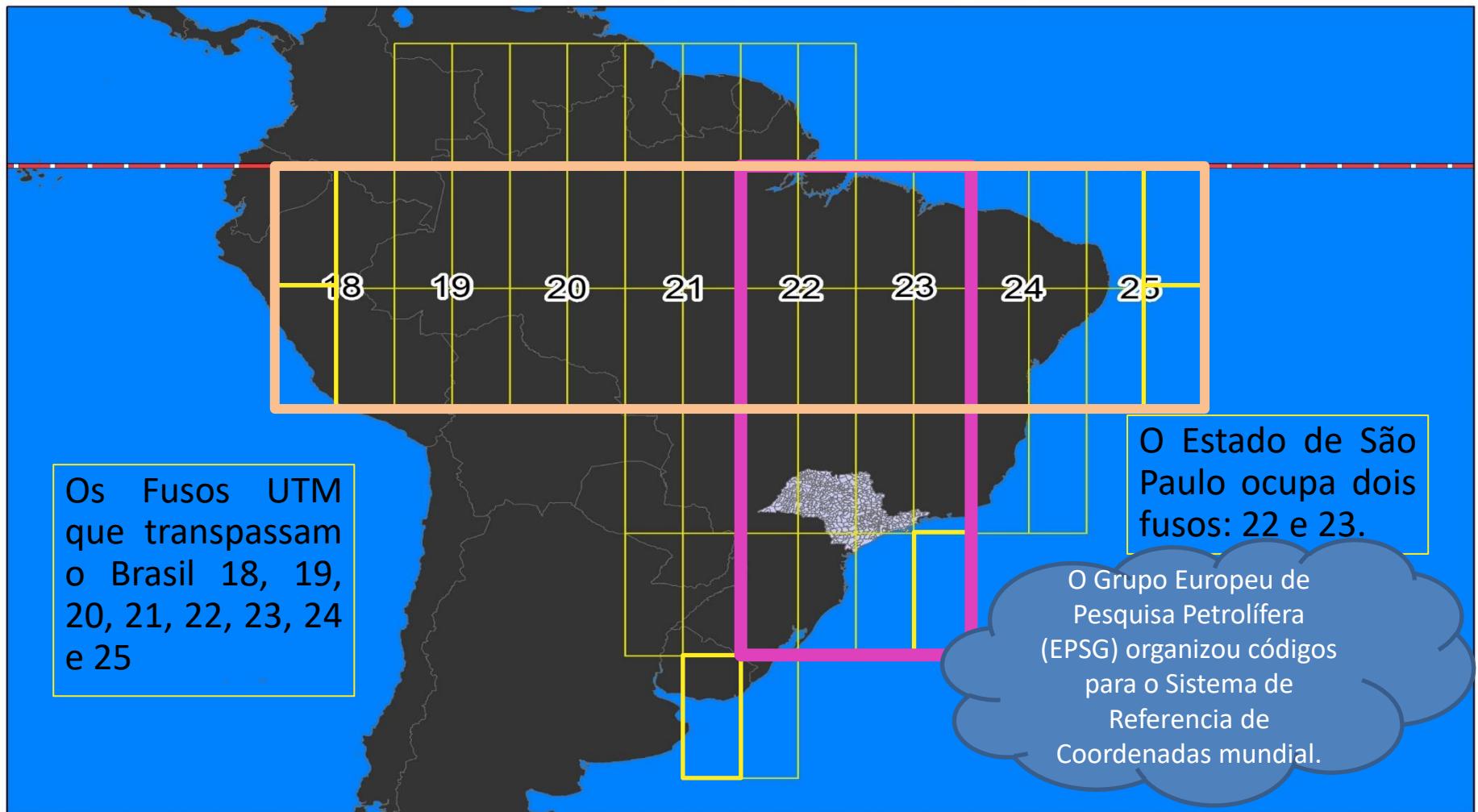
No fuso 1 que é o exemplo utilizado, temos a presença de um Meridiano Central na ordem de 3° (Graus) e a adoção de um Falso Leste (E) com valores que iniciam à Oeste em 100 km e aumentam em direção leste até 900 km.

Ainda no fuso 1 do exemplo foi adotado também um Falso Norte (N) que para o Hemisfério Sul inicia no Equador com 10.000 km e direcionado ao Sul apresenta 0 km.

A presença destes valores em todos os fusos (ou seja do fuso 1 ao 60), permitiu a utilização do sistema de coordenadas planas e a adoção do sistema de medidas em metros e quilômetros presentes por exemplo nas cartas topográficas de média escala.

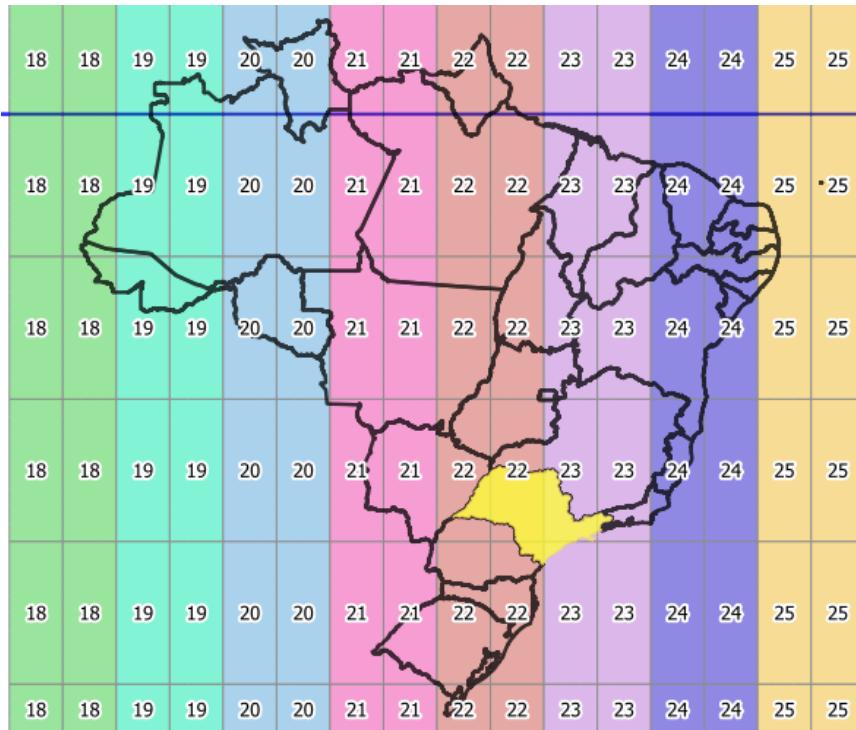






Prática com SRC no QGis

Com base nos SRCs geográficas e projetadas, considere a seguinte situação:



Cada aluno possui um arquivo kml para abrir no Google Earth;

Localize o Fuso UTM e marque-o em um local para utilizarmos no QGIS;

Reprojete o arquivo kml para o sistema UTM anotado no Google Earth;

Converta o arquivo do formato linhas para o formato polígono.

Referências

BRASIL. Relatório para construção da metodologia de conversão de dados cartográficos da SPU. Ministério do Planejamento - Secretaria do Patrimônio da União - Infraestrutura de dados geoespaciais. 2015.

BRASIL. Metodologia de conversão de dados geoespaciais da SPU (Capítulo Georreferenciamento). Ministério do Planejamento - Secretaria do Patrimônio da União - Infraestrutura de dados geoespaciais. 2017.

CAMARA, Gilberto. et al. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. Campinas: 10º Escola de Computação, 1996, 193p. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>

D'ALGE, Júlio Cesar Lima. Cartografia para Geoprocessamento. [In] Introdução à Ciência da Geoinformação. (Orgs) Gilberto Câmara; Clodoveu Davis; Antônio Miguel Vieira Monteiro. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001.

IBGE. Noções básicas de cartografia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Diretoria de Geociências – Rio de Janeiro, 1998.

ROCHA, Cézar Henrique Barra. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar. 3. ed. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2007. 220p.