



GSA-5859 / PCA-5017

SIG em Software Livre

Conceitos de cartografia

Carlos H. Grohmann

2021

Instituto de Energia e Ambiente
USP

Processo cartográfico

- Terra – aproximadamente esférica
- Mapas – planos
 - Necessidade de projetar a área a ser mapeada
 - Escolher uma referência (datum) para as operações de projeção

Processo cartográfico

- Áreas pequenas (< 1km) – curvatura da Terra é insignificante
 - Planta
- Áreas maiores (cidades, países) – é preciso levar em conta a curvatura da Terra
 - Mapas ou Cartas (náuticas)

Escala

- É a relação entre a medida de um objeto ou lugar representado no papel e sua medida real
- Escala numérica:
 - $E = d / D$

onde:

d = distância medida no mapa

D = distância real

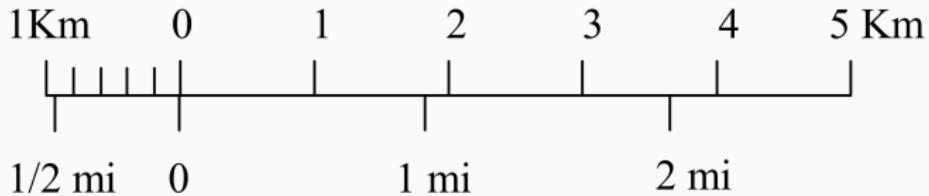
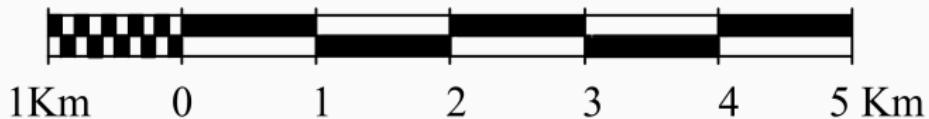
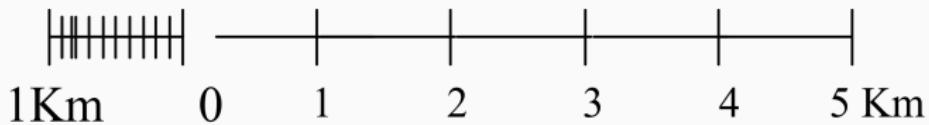
p.ex., 1/100 ou 1:100

qual resultado é maior?

$1/1000 = 0,001$ (escala grande)

$1/100.000 = 0,00001$ (escala pequena)

Escala Gráfica



Tipos de Mapas

- Geral
 - Cadastral
 - Topográfico
 - Geográfico
- Temáticos
 - Coroplético
 - Cartograma (área ou distância)

Tipos de Mapas

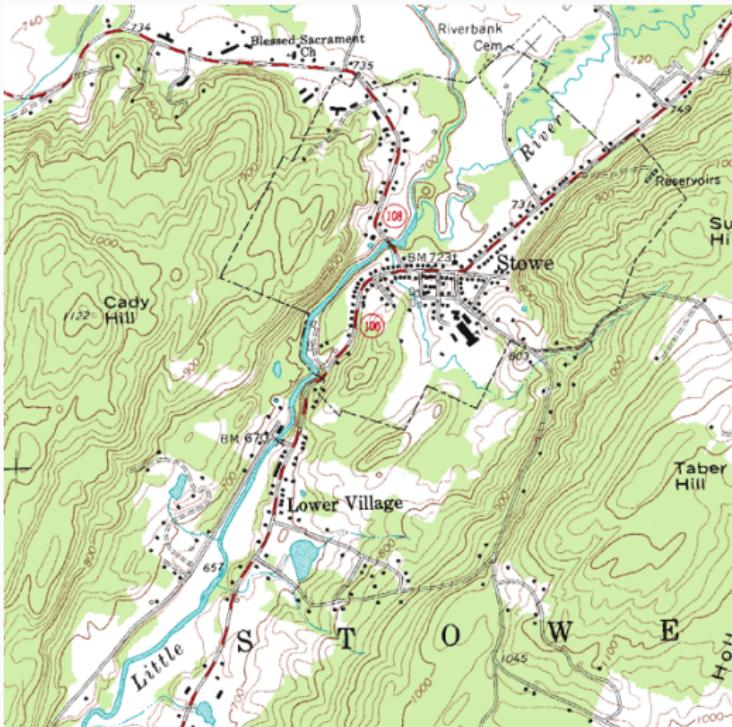
- Geral – Base cartográfica para aplicações gerais. Apresentam os acidentes naturais e servem de base para os demais tipos
- Cadastral – até 1:25.000. Grande escala, grande detalhe. Representa cidades e regiões metropolitanas
- Topográfico – 1:25.000 a 1:250.000. gerados a partir de aerolevantamentos ou compilações de escala maior. Os acidentes de relevo e elementos planimétricos (estradas, etc) são bem representados geometricamente
- Geográfico – 1:1.000.000 e menor. Detalhes planimétricos e altimétricos generalizados e representados por símbolos

Mapas Cadastrais



Mapas Topográficos

Representação
dos acidentes
naturais e
elementos
planimétricos
(sistemas viários
etc) em uma
determinada data



Mapa Geográfico

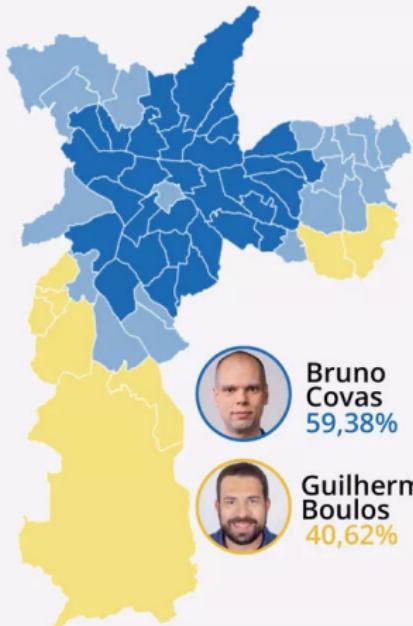


Tipos de Mapas

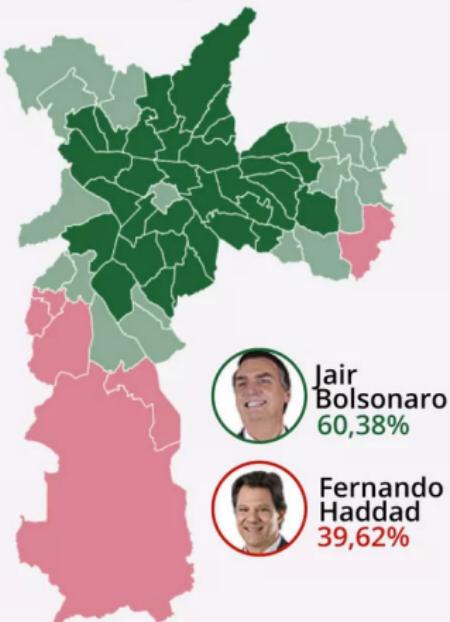
- Temático – Qualquer escala, tema específico, necessários para pesquisas sócio-econômicas, de recursos naturais e ambientais
 - Coroplético – valor numérico de algum aspecto específico de um área (p.ex. densidade populacional) é indicado por uma escala de cores ou padrões gráficos
 - Cartograma (área) – mapas de valor-por-área. A área de regiões é substituída por variável temática
 - Cartograma (distância) – cart. ponto central. Distância entre pontos em uma rede é substituída por tempo relativo de viagem

Mapa Coroplético

2020
Eleição municipal

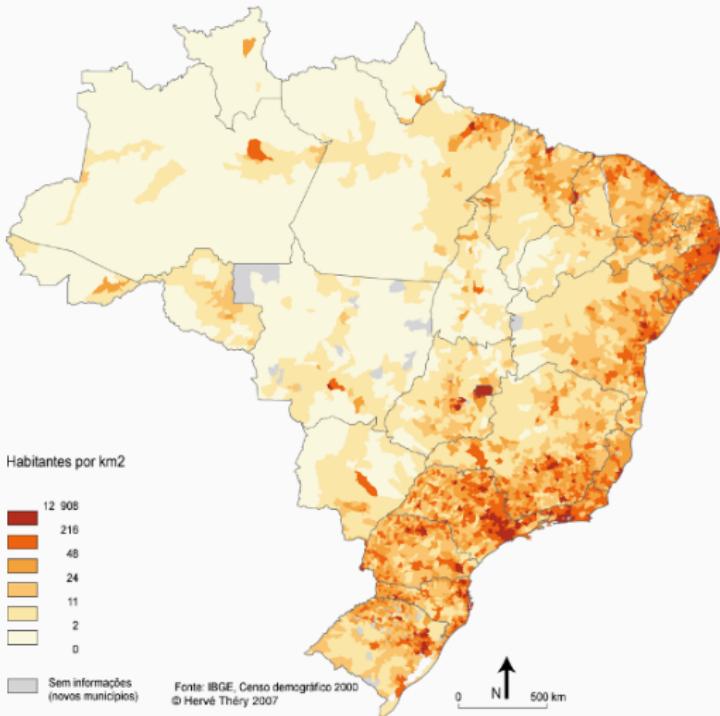


2018
Eleição presidencial

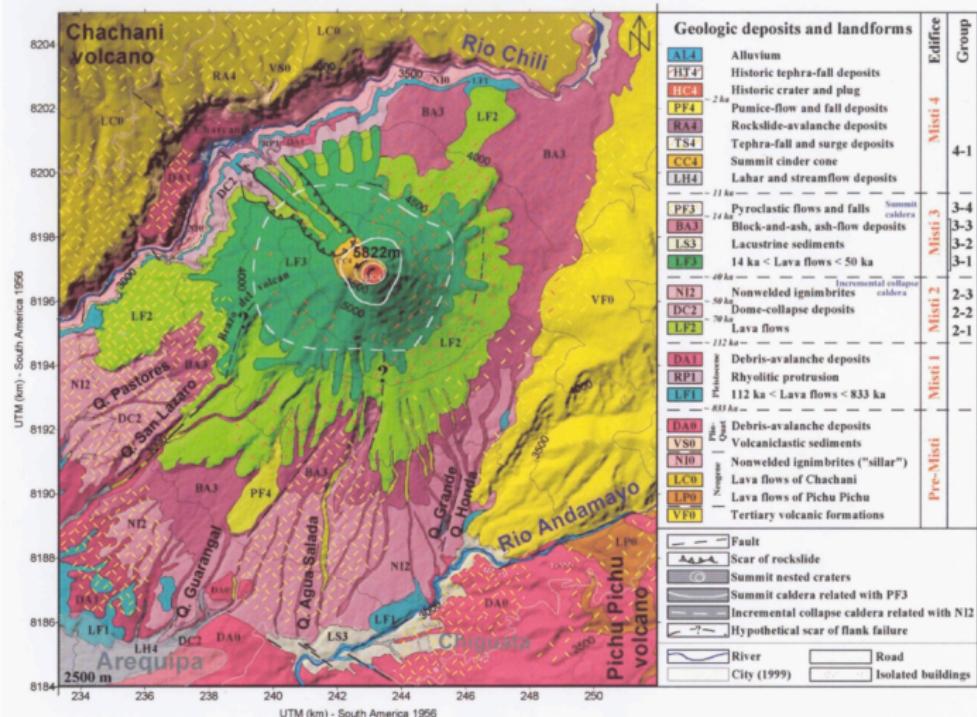


Mapa Coroplético

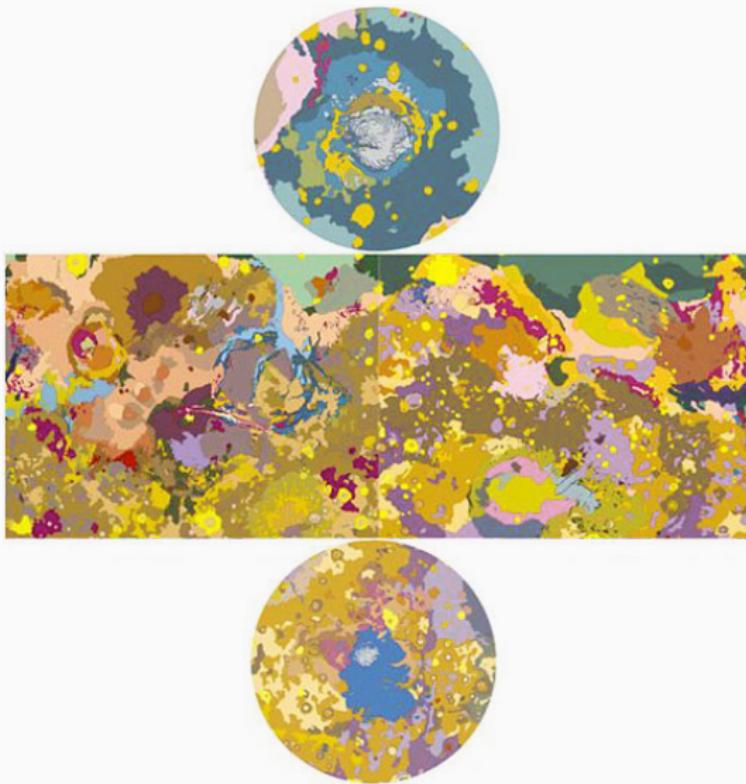
Densidade de povoamento



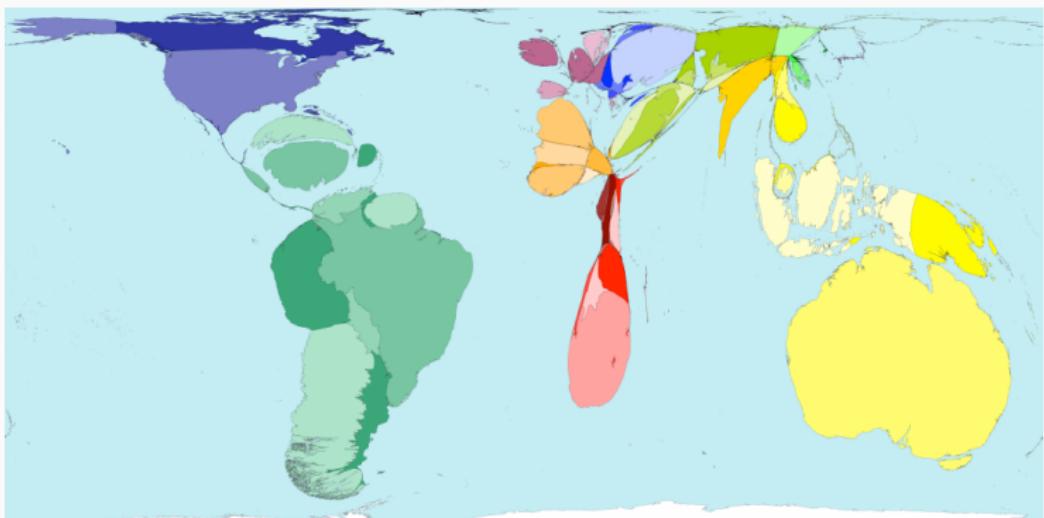
Mapa Coroplético – Geología



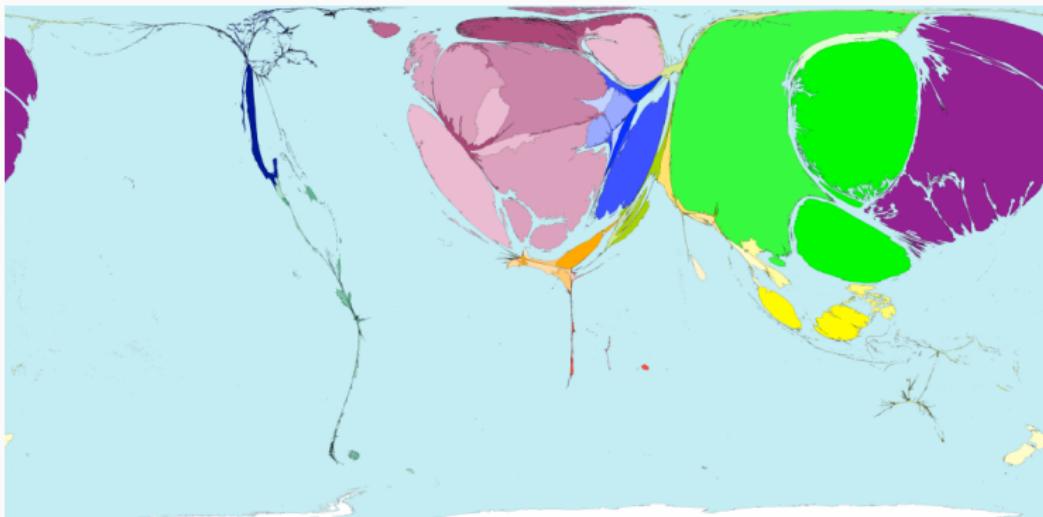
Mapa Coroplético – Geologia



Cartograma - exportação de minérios

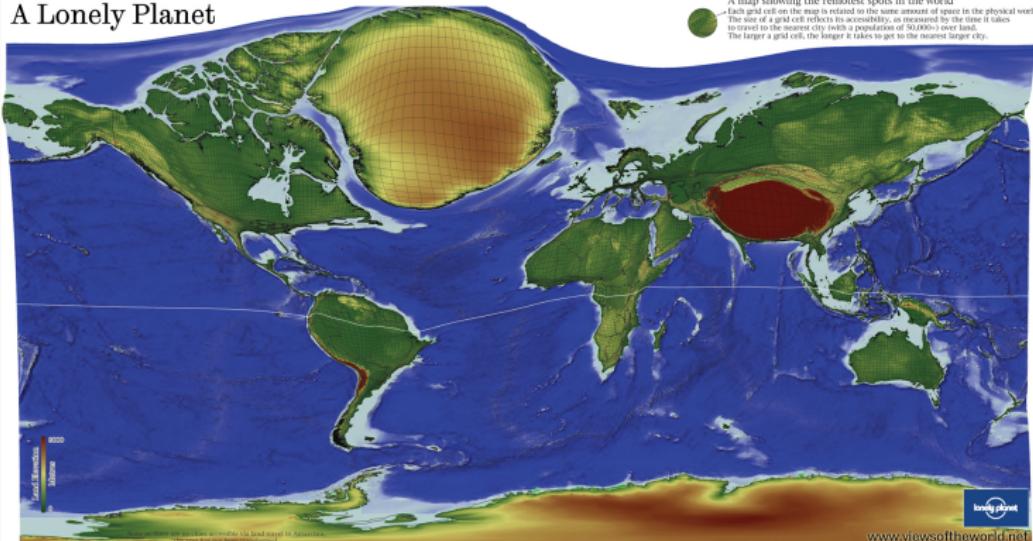


Cartograma - importação de minérios



Cartograma

A Lonely Planet

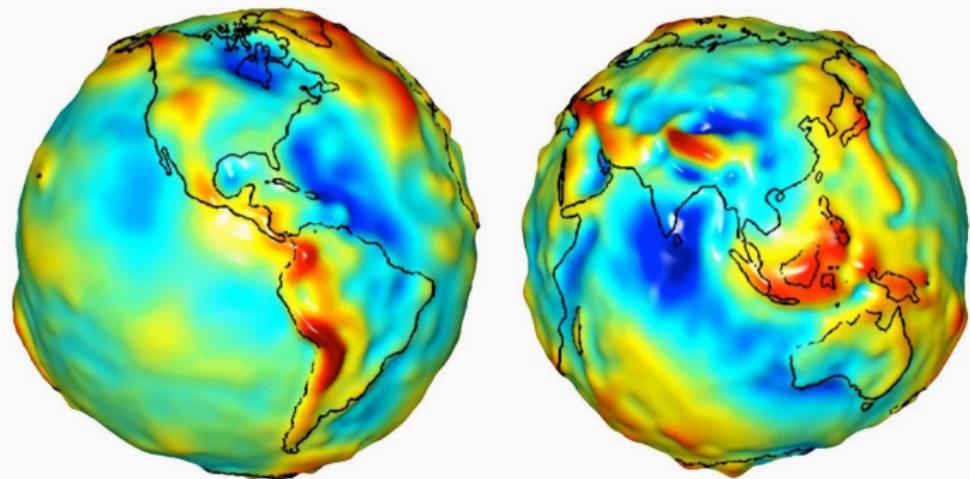


Data SOURCES Global Topographic and Bathymetric Data US Geological Survey (USGS) Accessibility Data Global Environment Monitoring Unit - Joint Research Centre of the European Commission, Ispra, Italy.

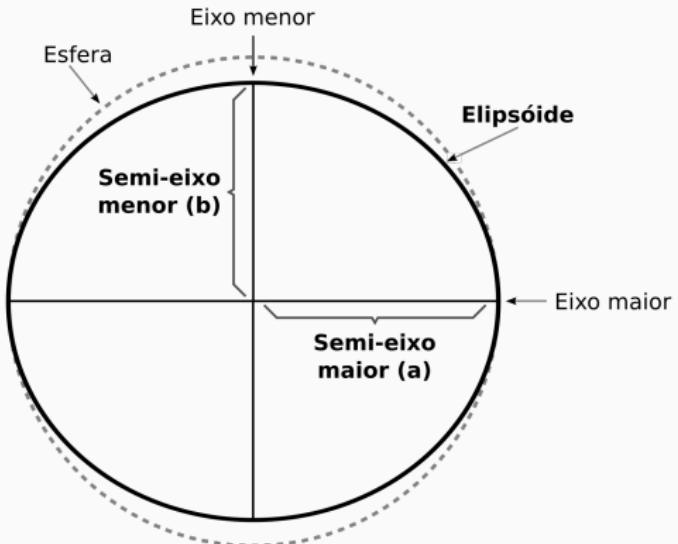
By Benjamin Monea - © Lonely Planet 2011. All rights reserved.

Geodésia

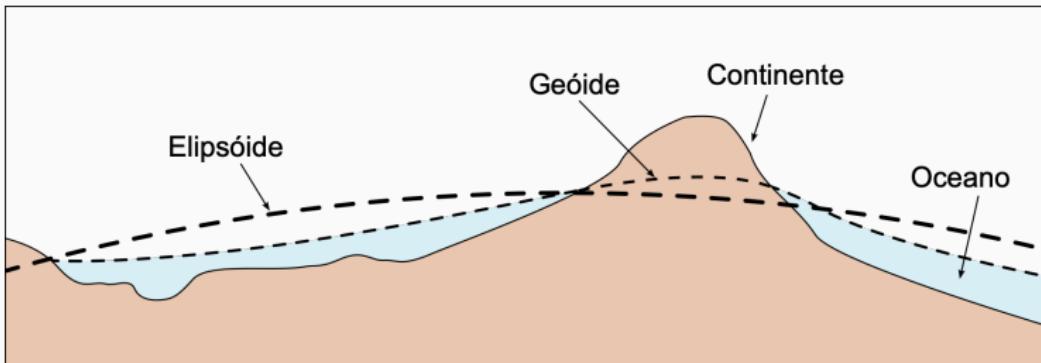
Geóide



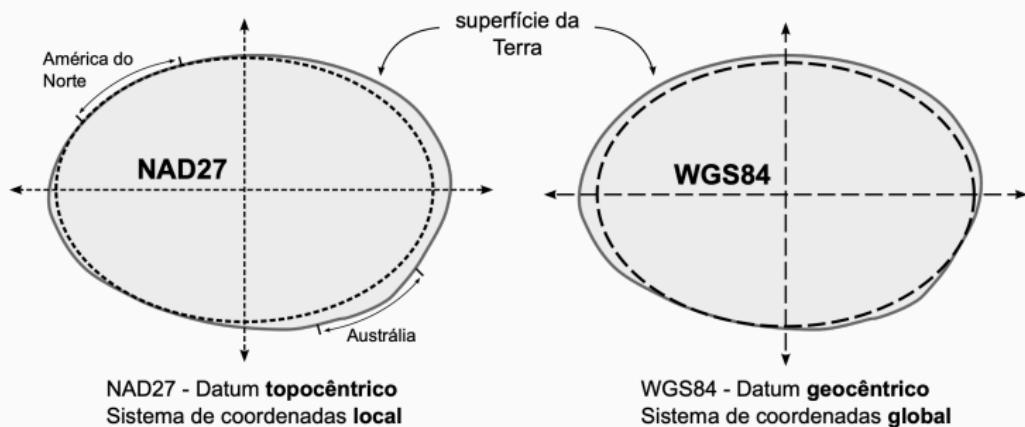
Elipsóide



Geóide x Elipsóide



Datum (referência)



Datum (referência)

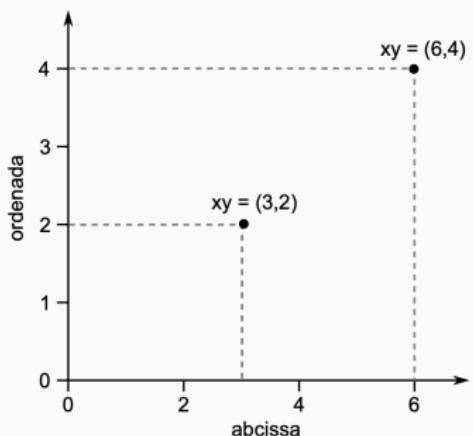
Datum	Região de uso	Origem	Elipsóide
WGS 84	Global	Centro de massa da Terra	WGS 84
NAD 83	América do Norte, Caribe	Centro de massa da Terra	GRS 80
ED 50	Europa, África (norte)	Potsdam	Internacional 1924
SAD 69	América do Sul	Chuá	SGR 67
SIRGAS	América da Sul	Centro de massa da Terra	GRS 80

Elipsóide	Semi-eixo maior (m)	Semi-eixo menor (m)	Achatamento
Clarke 1866	6 378 206,4	6 356 583,8	1/294,9786982
Internacional 1924	6 378 388,0	6 356 911,9	1/297,0
GRS 1980	6 378 137,0	6 356 752,3141	1/298,257222101
WGS 1984	6 378 137,0	6 356 752,3142	1/298,257223563
SGR 1967	6 378 160,0	6 356 776,0	1/298,25
Esféra (6371 km)	6 371 000,0	6 371 000,0	∞

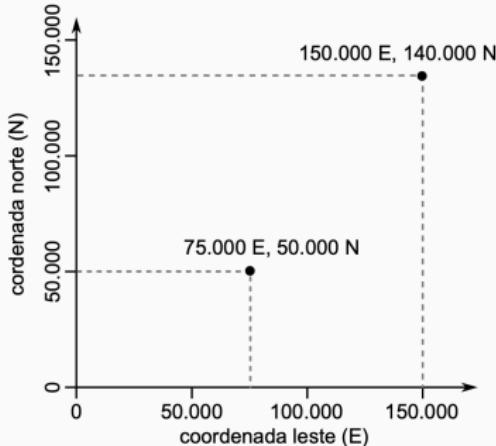
Sistemas de Coordenadas

Coordenadas Planas

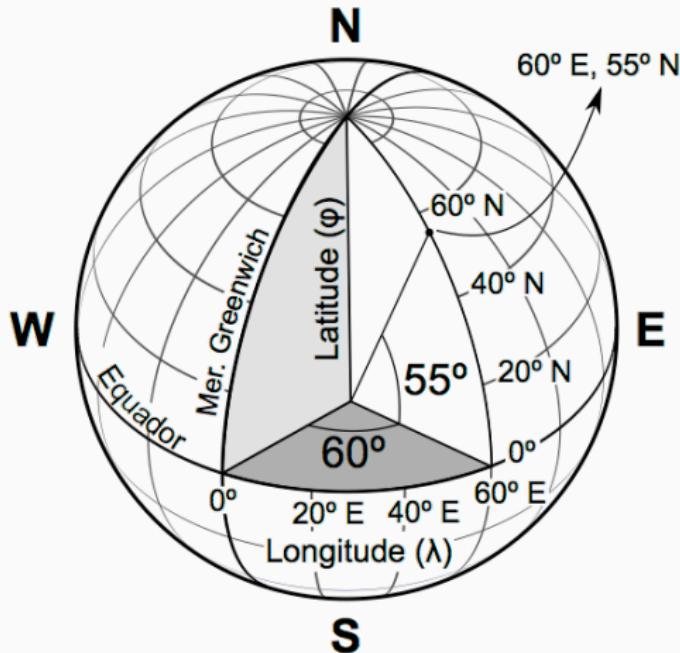
Gráfico cartesiano (XY)



Coordenadas planas (metros, milhas etc)



Coordenadas Esféricicas



Precisão das Coordenadas Geográficas

Accuracy and Precision in Geographic Coordinates

Accuracy describes how close a measured value is to the true or accepted value.



Geographic accuracy measures how close a set of coordinates is to the real world feature they describe.

Precision describes how close a set of measured values are to each other.

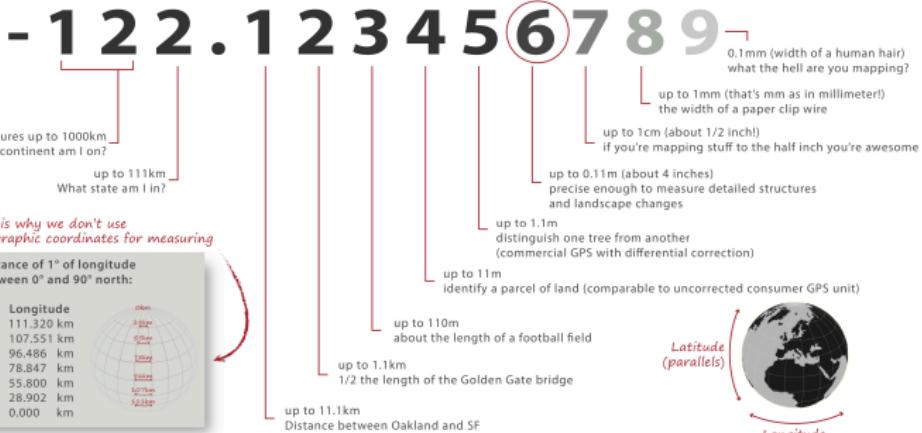


Geographic precision is simply the number of decimals you are measuring to and their corresponding distance on the ground.

Indication of hemisphere:

Negative latitude values are south of the equator

Negative longitude values are west of the prime meridian



David Medeiros - davidmed@stanford.edu - Stanford Geospatial Center, 2015

Conversão Sexagesimal – Graus decimais

- $45^{\circ}31'57''W$
- $45 + \frac{31'}{60} + \frac{57''}{3600} = 45 + 0.516666 + 0.015833$
- -45.5325 (coord. W e S têm valores negativos)

Conversão Graus decimais – Sexagesimal

- A parte inteira do número passa a ser o valor em graus:
 $-45.5325^\circ \rightarrow 45^\circ$
- Multiplica-se a parte decimal por 60. A parte inteira do resultado passa a ser o valor dos minutos:
 $0.5325 \times 60 = 31.95 \rightarrow 31'$
- Multiplica-se a nova parte decimal por 60. O resultado será o valor dos segundos (este valor pode ter uma parte decimal ou ser arredondado): $0.95 \times 60 = 57 \rightarrow 57''$
- Junta-se os resultados em um valor único:
 $-45.5325^\circ = 45^\circ 31' 57'' W$

Projeções Cartográficas

Tipos de Superfície de Projeção

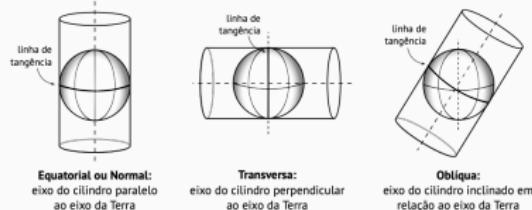
- Superfície Desenvolvível
 - Superfície que pode ser desdoblada ou desenrolada em um plano sem ser esticada, encolhida ou rasgar
 - cilindro, cone, plano
 - projeções: cilíndrica, cônica, azimutal

Orientação da Superfície de Projeção

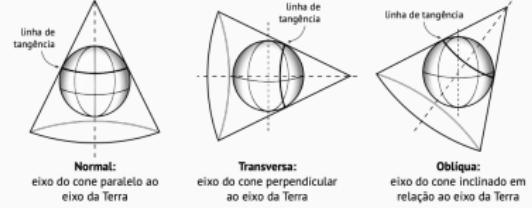
- Normal – eixo de simetria coincide com o eixo da Terra
 - Transversa – eixo é perpendicular ao eixo da Terra
 - Oblíqua – eixo da figura inclinado
-
- Superfícies tangentes – não seccionam o globo
 - Superfícies secantes – seccionam o globo

Projeções Cartográficas

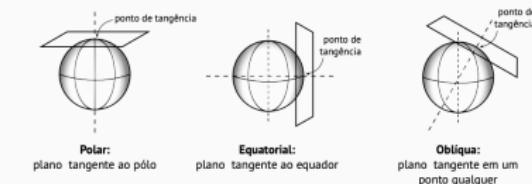
Cilíndricas



Cônicas



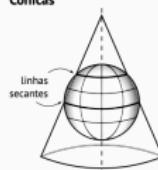
Planas (azimutais)



Cilíndricas



Cônicas



Modelo de Projeção - o que é preservado

- Direção – projeção azimutal
- Ângulos (localmente) – proj. conformal ou ortomórfica
- Área – proj. igual-área, equiárea ou autállica
- Distância – proj. equidistante

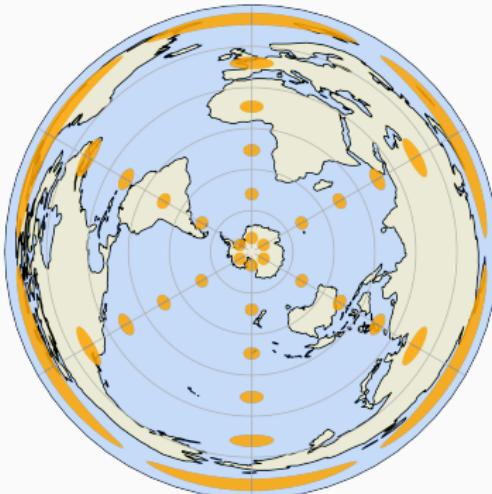
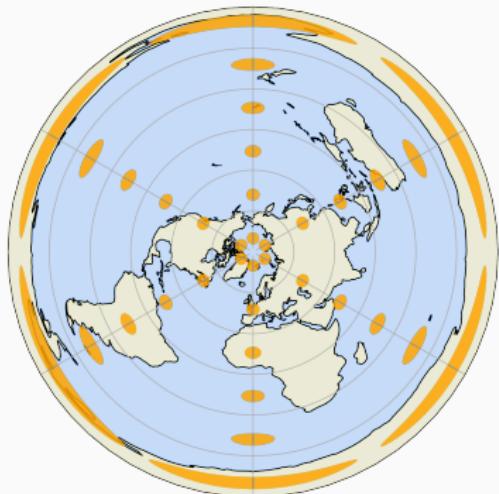
Atenção!

Não é possível construir um mapa que seja de igual-área e conformal ao mesmo tempo!!

Exemplos de Projeções

Projeção Azimutal Equidistante

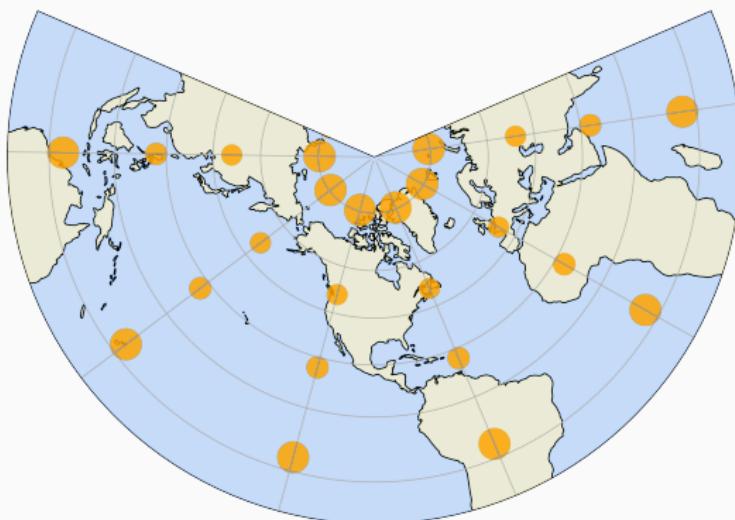
As distâncias e direções são válidas para qualquer ponto a partir do centro do mapa.



Projeção Cônica Conforme de Lambert

As projeções cônicas são mais usadas em áreas com extensão maior E-W, fora do Equador.

Uma projeção secante com dois paralelos padrão.



Projeções cilíndricas

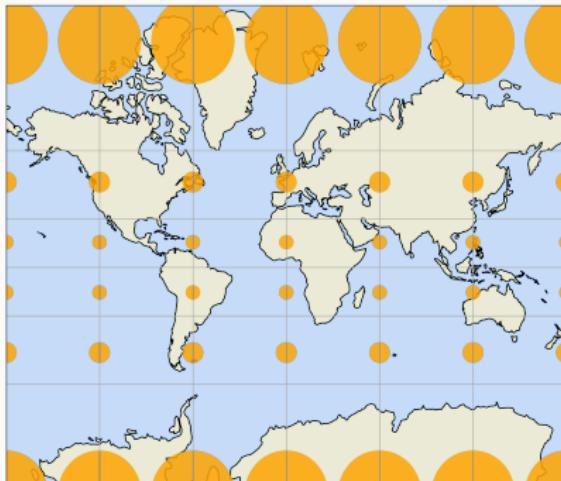
Nas projeções cilíndricas, os meridianos são linhas verticais igualmente espaçadas e os paralelos são linhas horizontais. Essas projeções diferenciam-se pelo tipo de deformação ao longo da latitude (direção N-S).

Nas projeções pseudocilíndricas, os paralelos e meridiano central são linhas retas, mas os outros meridianos não.

Projeção Cilíndrica Conformal (Mercator)

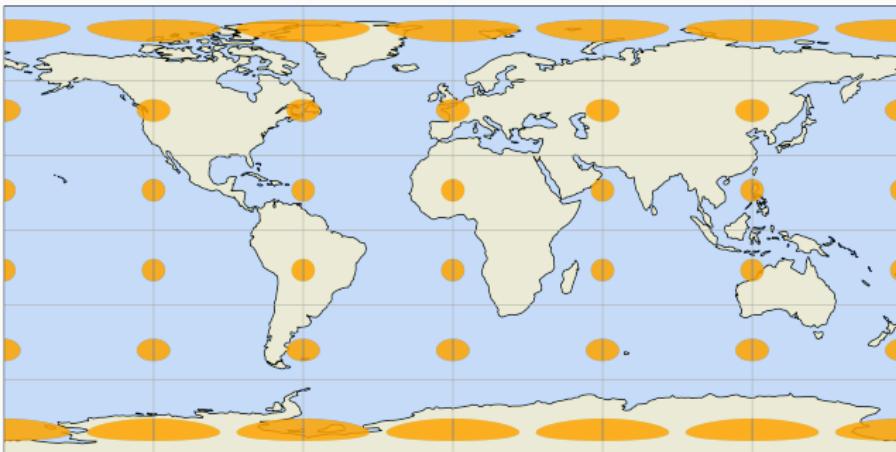
Esta é um projeção conformal, portanto preserva a forma (ângulos) mas não preserva áreas. Um círculo será sempre um círculo mas muda de tamanho.

Na projeção de Mercator, a escala N-S é igual à escala E-W, o que leva a uma deformação excessiva em altas latitudes.



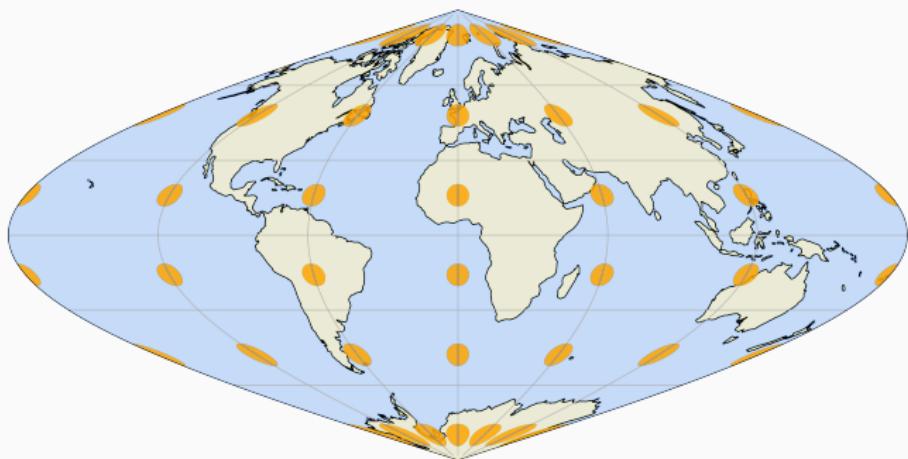
Projeção Cilíndrica Equidistante

Também chamada de equiretangular ou *plate carré* (literalmente, placa quadrada), não é nem conformal nem de igual-área. Os meridianos e paralelos são igualmente espaçados e a escala N-S é constante, portanto longitude e latitude são mapeadas diretamente para x e y e o mapa-mundi é um retângulo com proporção 2:1.



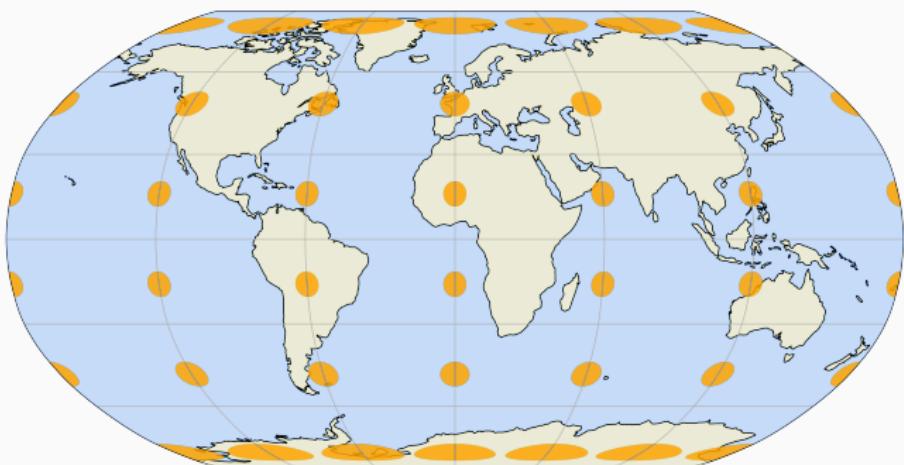
Projeção Pseudocilíndrica Sinusoidal

Uma projeção de igual-área, onde o comprimento de cada paralelo é proporcional ao cosseno da latitude (tal como na realidade).



Projeção de Robinson

Não é conformal, nem igual-área. Foi usada pela National Geographic Society para seus mapas-mundi.

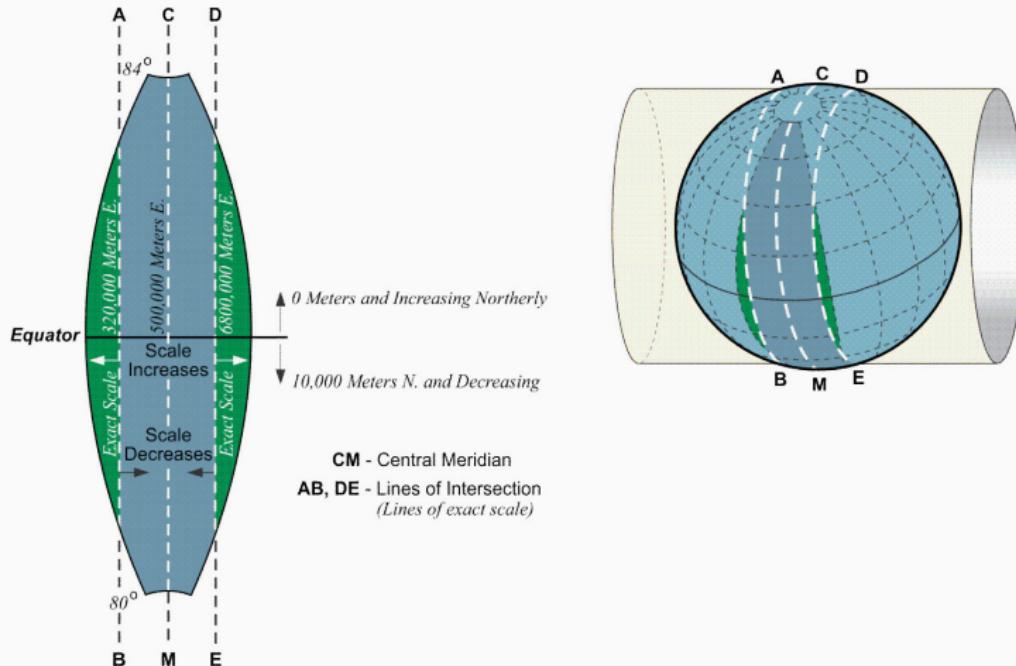


Coordenadas UTM

Projeção Universal Transversa de Mercator

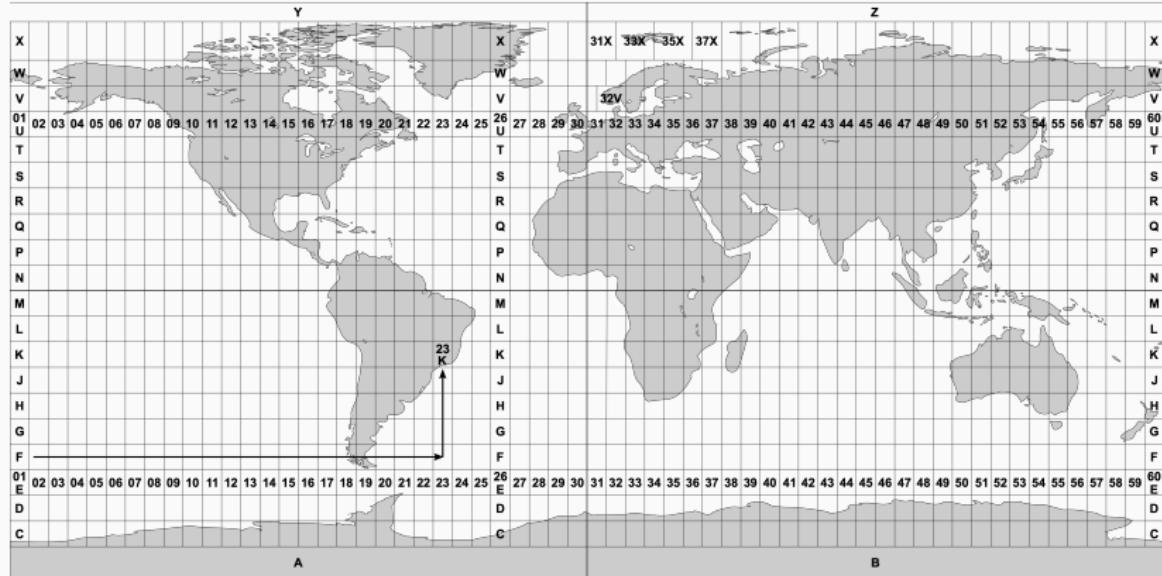
- Divisão da Terra em 60 zonas de 6° de longitude entre as latitude 80°S e 84°N
- Zonas numeradas de 1 a 60 ($Z1 = 180^{\circ}-174^{\circ}$). A numeração cresce para E.
- Cada zona é mapeada por um cilindro transverso centrado no seu meridiano central
- Capaz de mapear áreas extensas c/ pouca distorção

Zona UTM - mapeamento



<https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1817>

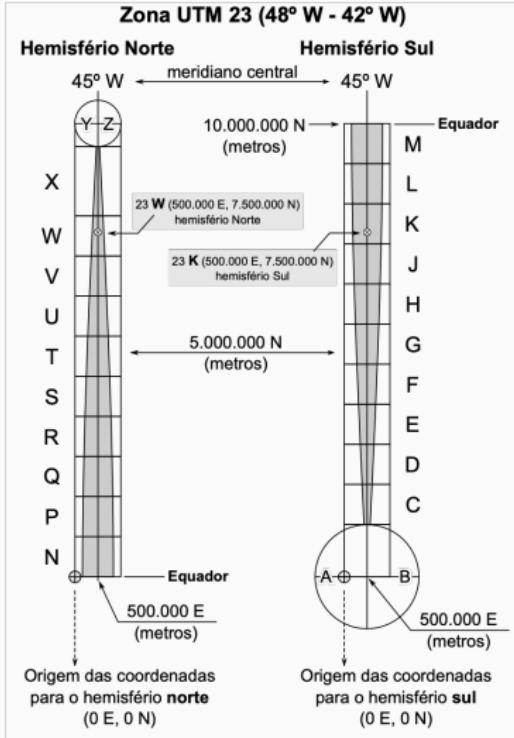
Zonas UTM



UTM - Zonas Especiais

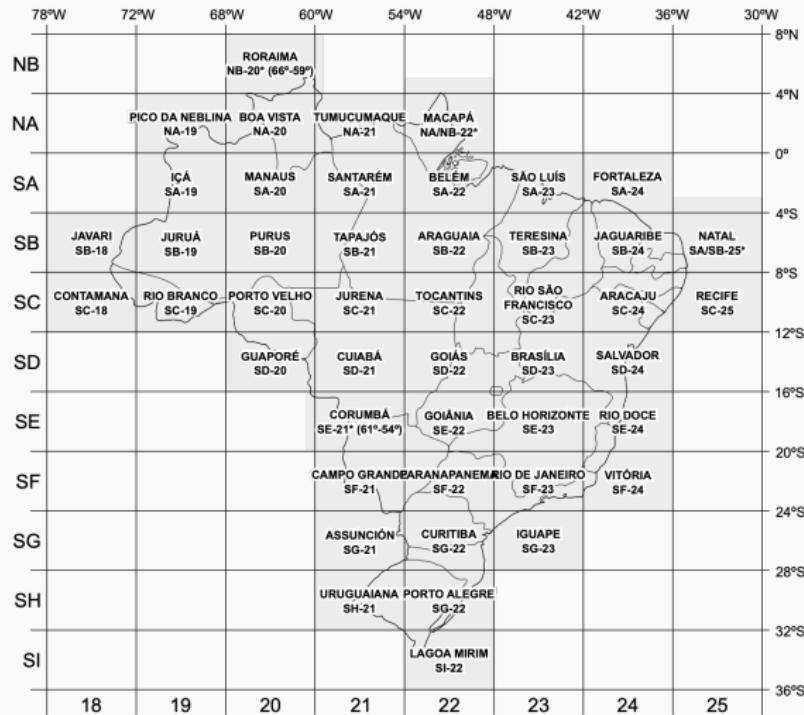
- bandas com 8° de latitude, c/letras a partir de “C” em 80°S , até “X”, omitindo “I” e “O” (similar a 1 e 0) banda “X” tem $+4^\circ$ indo até 84°N e cobrindo a região continental mais ao norte.
- bandas “A” e “B” - Antártica
- bandas “Y”e “Z” - Ártico
- Dica: banda “N” é a primeira do hemisfério Norte
- antes de “N”: Hem.Sul – depois de “N”: Hem.Norte

Zonas UTM – coordenadas

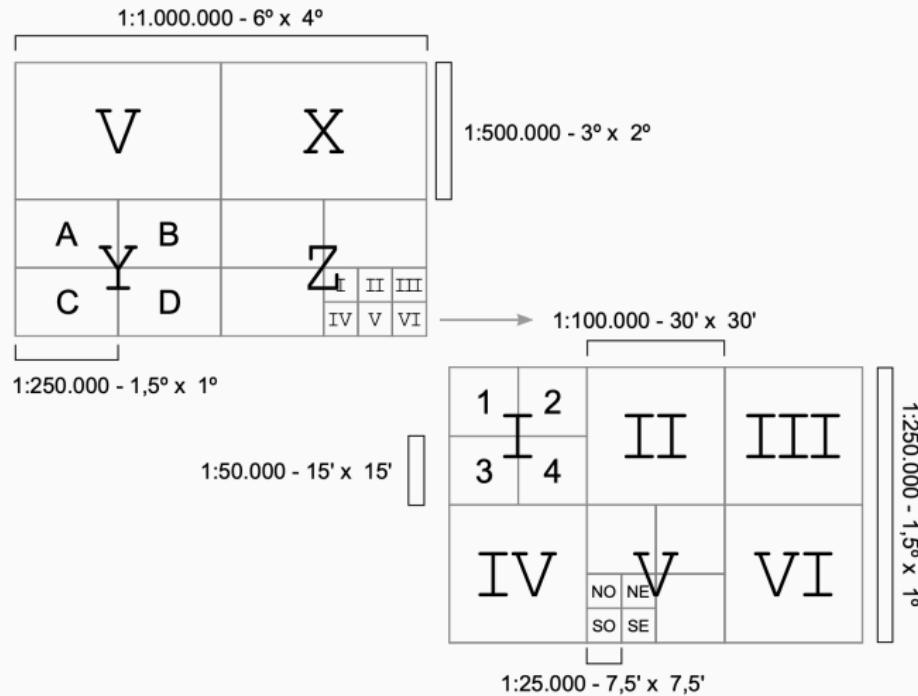


Sistema Cartográfico Nacional

Carta Internacional ao Milionésimo



Articulação - Sistema Cartográfico Nacional



Mapeamento Topográfico

