

**GSA-5859**

**SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA  
EM SOFTWARE LIVRE**

CARLOS HENRIQUE GROHMANN

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE - USP

---

**Cartografia**

# GEOPROCESSAMENTO

- ▶ Processamento informatizado de dados georreferenciados.
- ▶ Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) -- programas de computador que permitem a análise de dados georreferenciados, levando em conta a localização dos dados e os atributos relacionados à eles.

# PROCESSO CARTOGRÁFICO

- ▶ Terra – aprox. Esférica
- ▶ Mapas – planos
  - ▶ Necessidade de projetar a área a ser mapeada
  - ▶ Escolher uma referência (datum) para as operações de projeção

# PROCESSO CARTOGRÁFICO

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

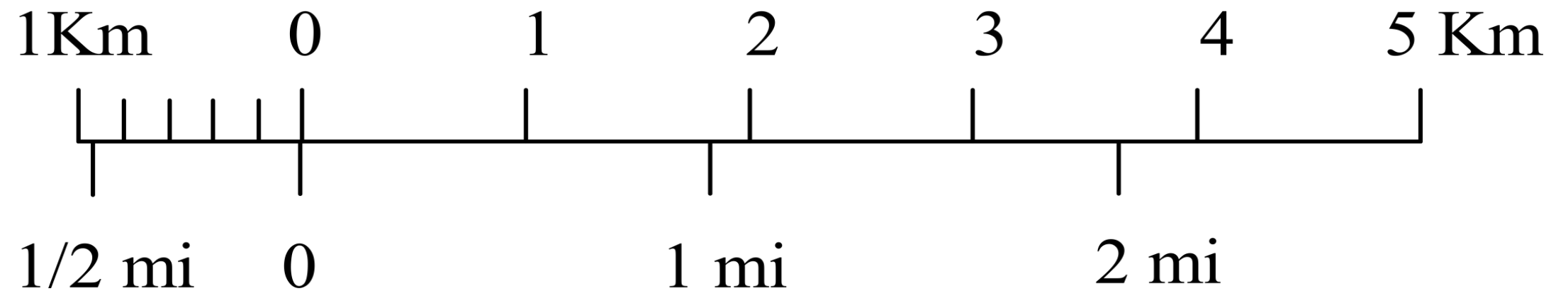
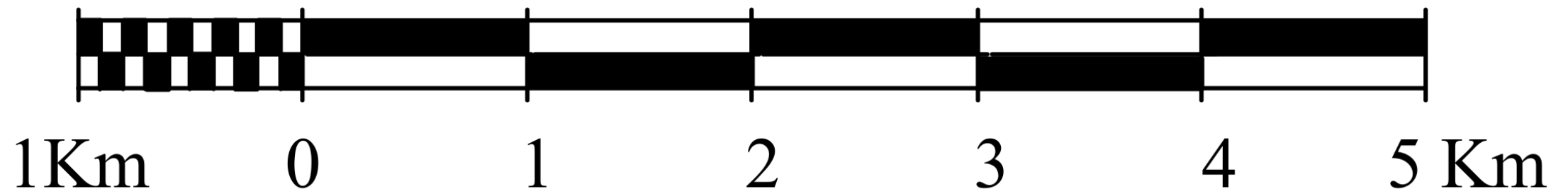
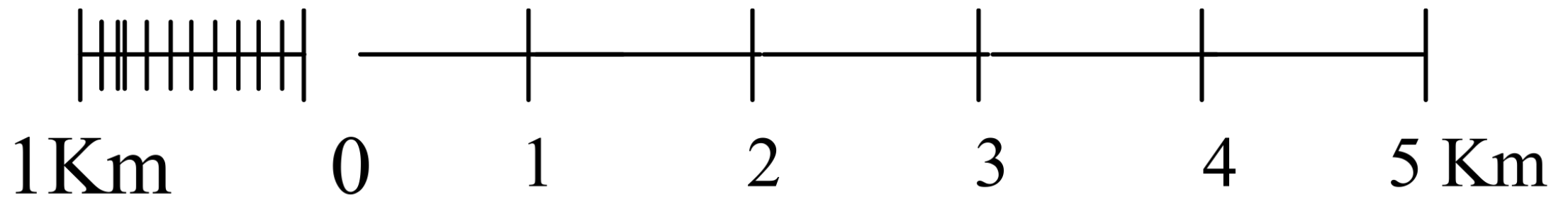
# ESCALA

- ▶ É a relação entre a medida de um objeto ou lugar representado no papel e sua medida real.
- ▶ Escala numérica
  - ▶  $E = d / D$ 
    - ▶  $d$  = distância medida no mapa
    - ▶  $D$  = distância real
    - ▶ p.ex., 1/100 ou 1:100

$$\cdot \mathbf{1/1000 = 0,001}$$

$$\cdot \mathbf{1/100000 = 0,00001}$$

# ESCALA GRÁFICA



# TIPOS DE MAPAS

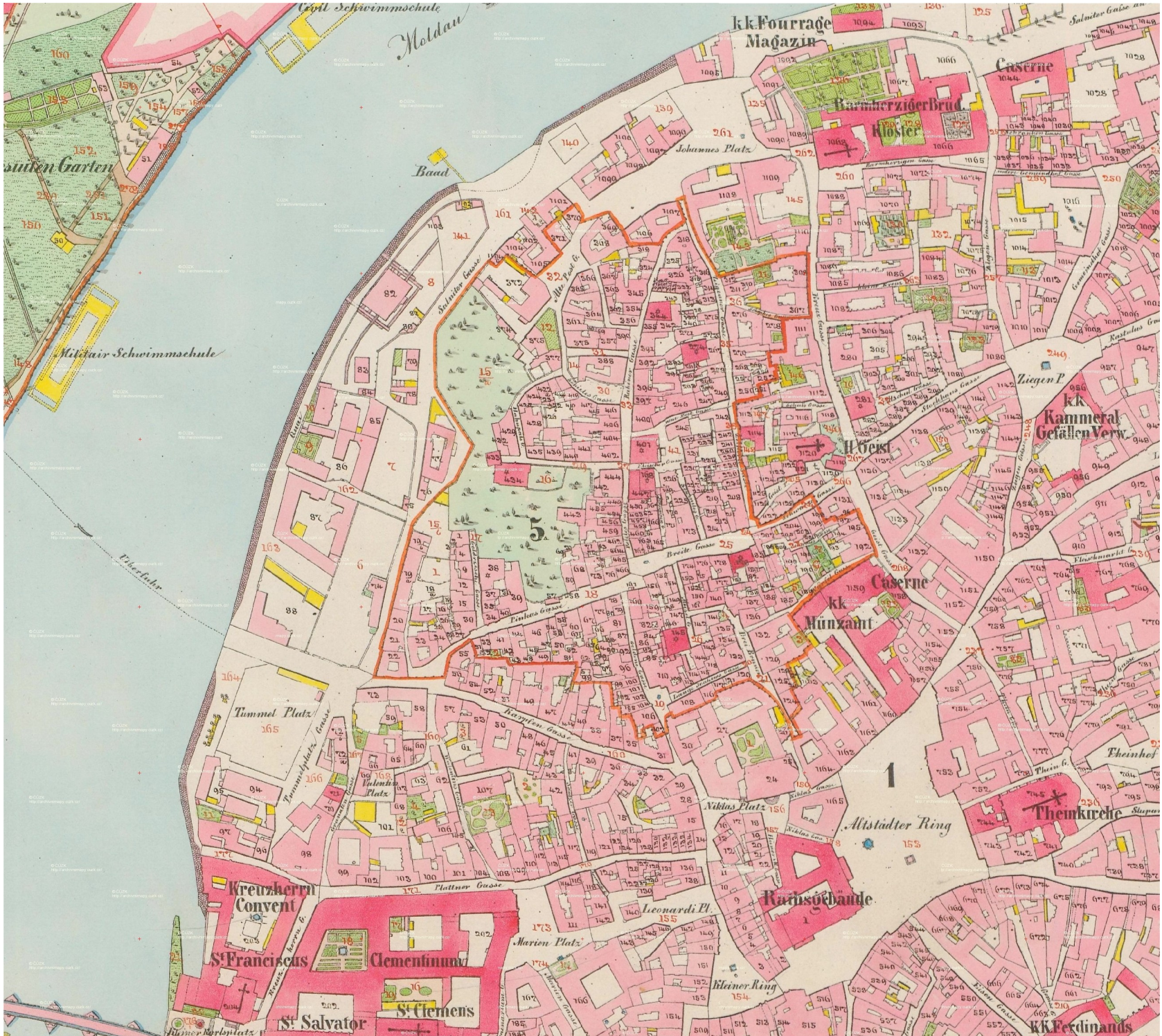
- ▶ Geral
  - ▶ Cadastral
  - ▶ Topográfico
  - ▶ Geográfico
- ▶ Temático
  - ▶ Coroplético
  - ▶ Cartograma
    - ▶ Área ou Distância

## 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. Gde escala, gde 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.
- ▶ Geográficos – 1:1.000.000 e menor. Detalhes planimétricos e altimétricos generalizados e representados por símbolos



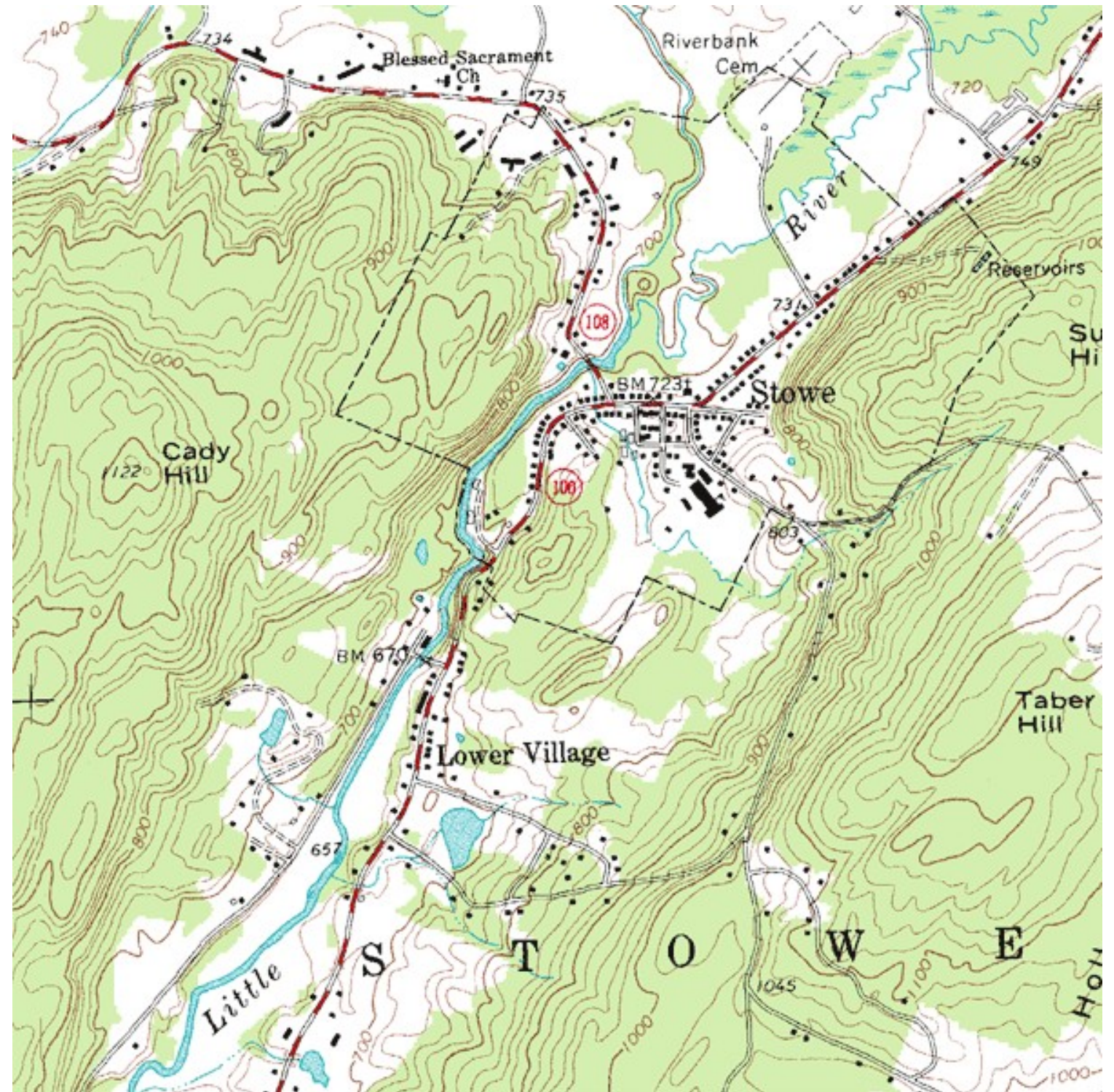
# TIPOS DE MAPAS - GERAL - CADASTRAL





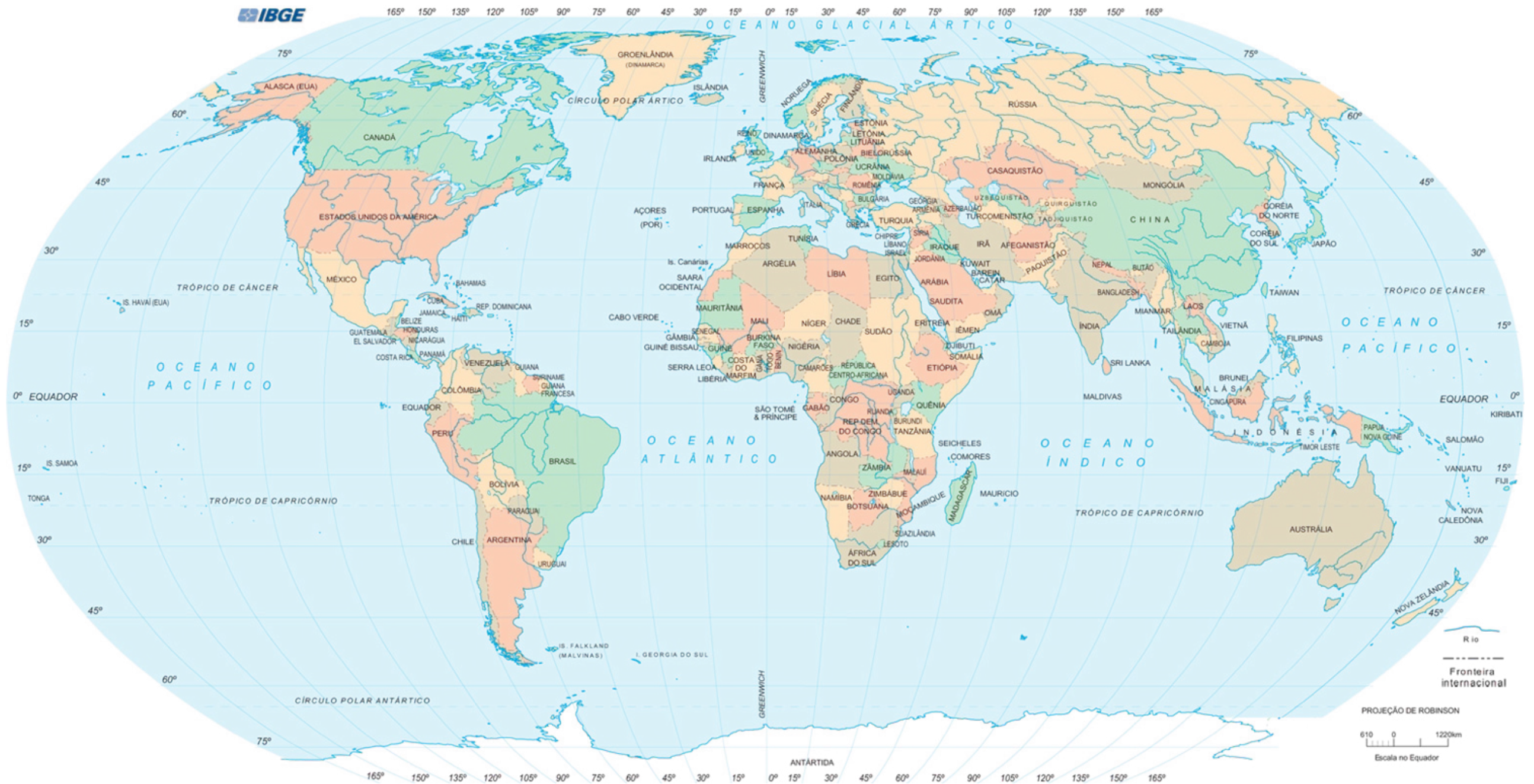
# TIPOS DE MAPAS - GERAL - TOPOGRÁFICO

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





# TIPOS DE MAPAS - GERAL - GEOGRÁFICO

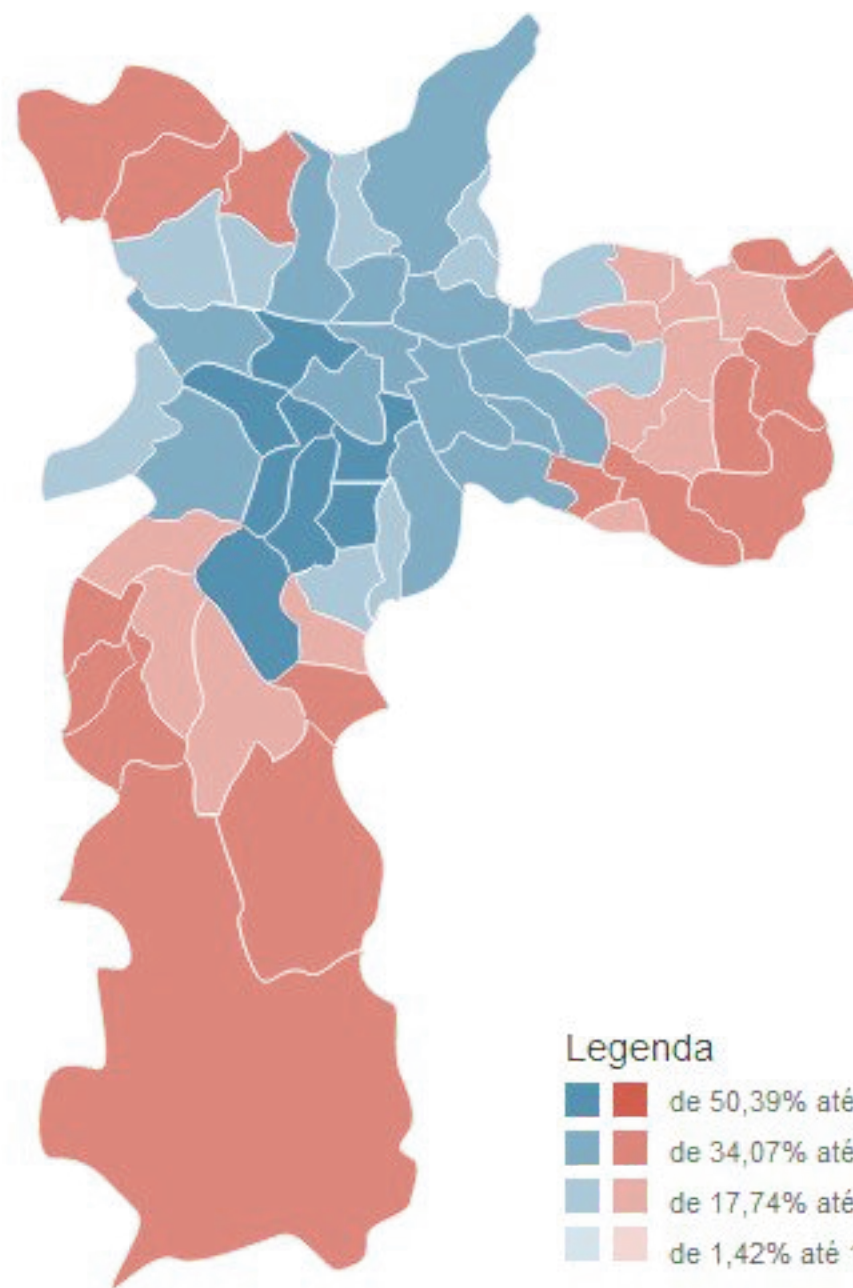


## TIPOS DE MAPAS

- ▶ 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.



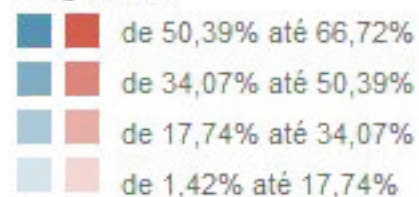
# TIPOS DE MAPAS - TEMÁTICO - COROPLÉTICO



## SÃO PAULO



### Legenda

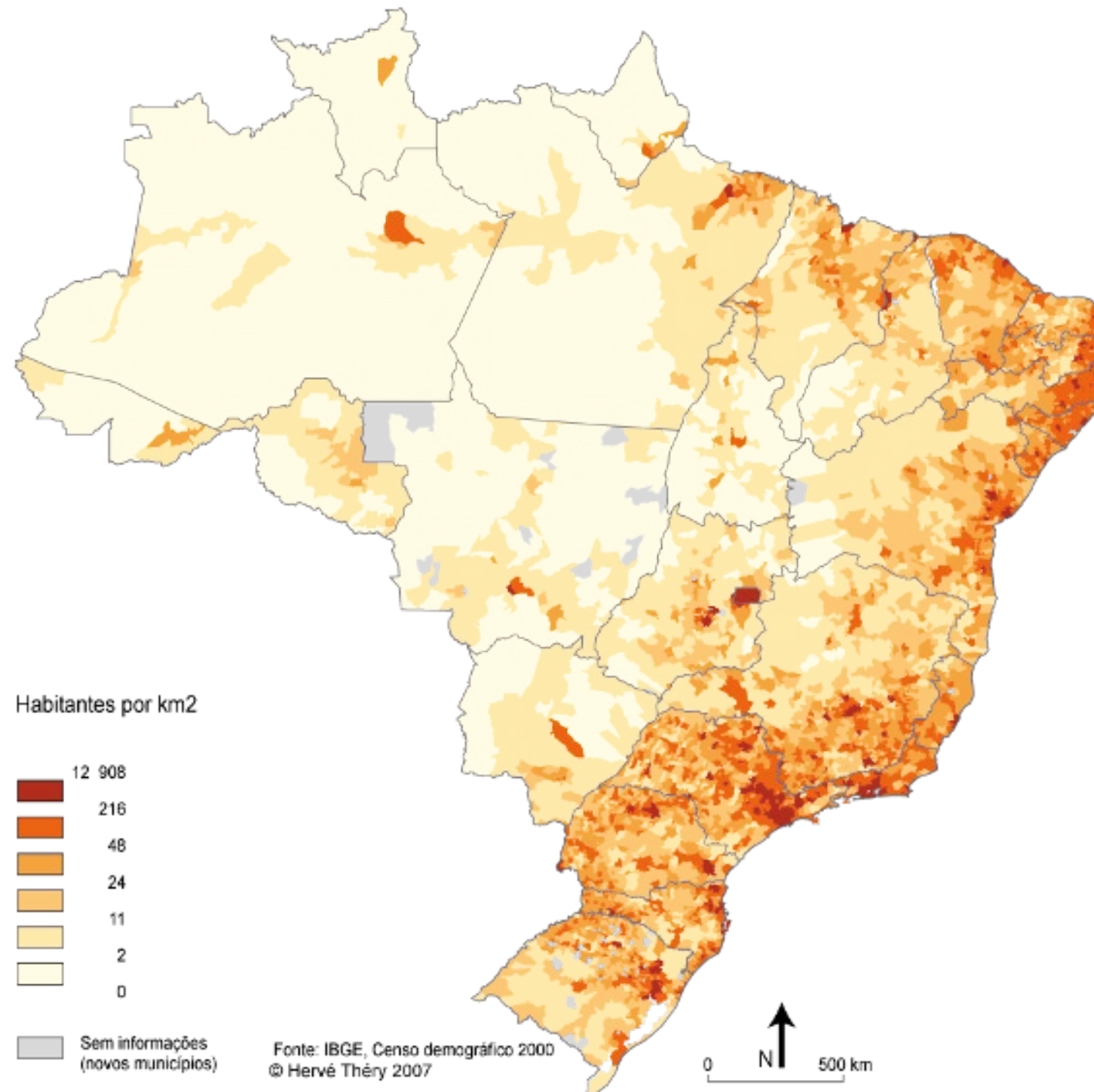


Fontes: TSE (Tribunal Superior Eleitoral) e TRE-SP (Tribunal Regional Eleitoral de São Paulo)

Mapa adaptado de <http://eleicoes.uol.com.br/2012/raio-x/1-turno/zonas-eleitorais/?municipio=sao-paulo>

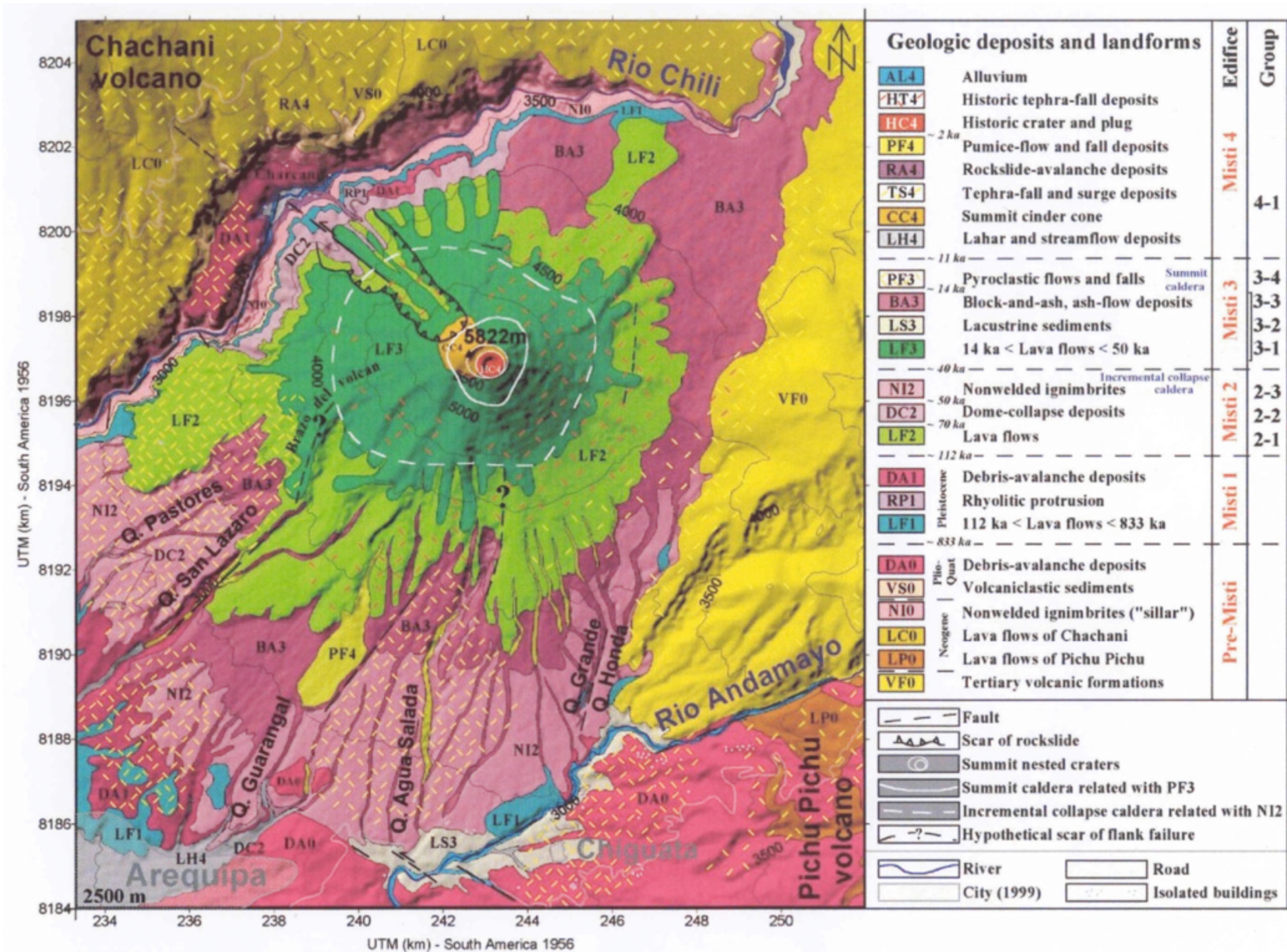
# TIPOS DE MAPAS – TEMÁTICO – COROPLÉTICO

## Densidade de povoamento



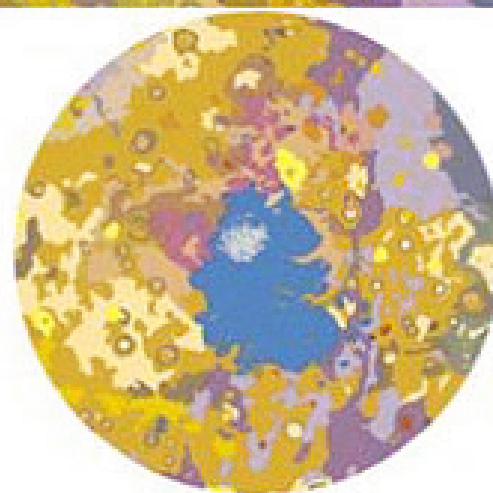
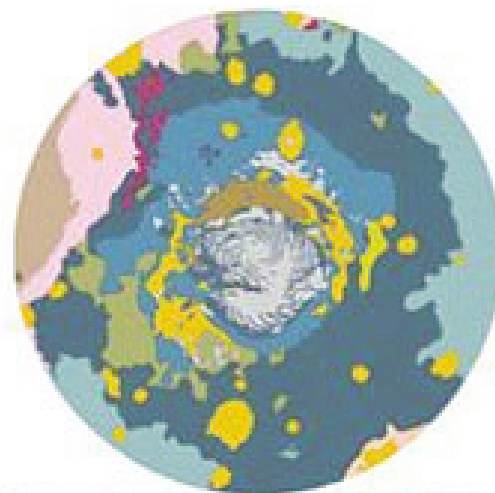


# TIPOS DE MAPAS - TEMÁTICO - COROPLÉTICO



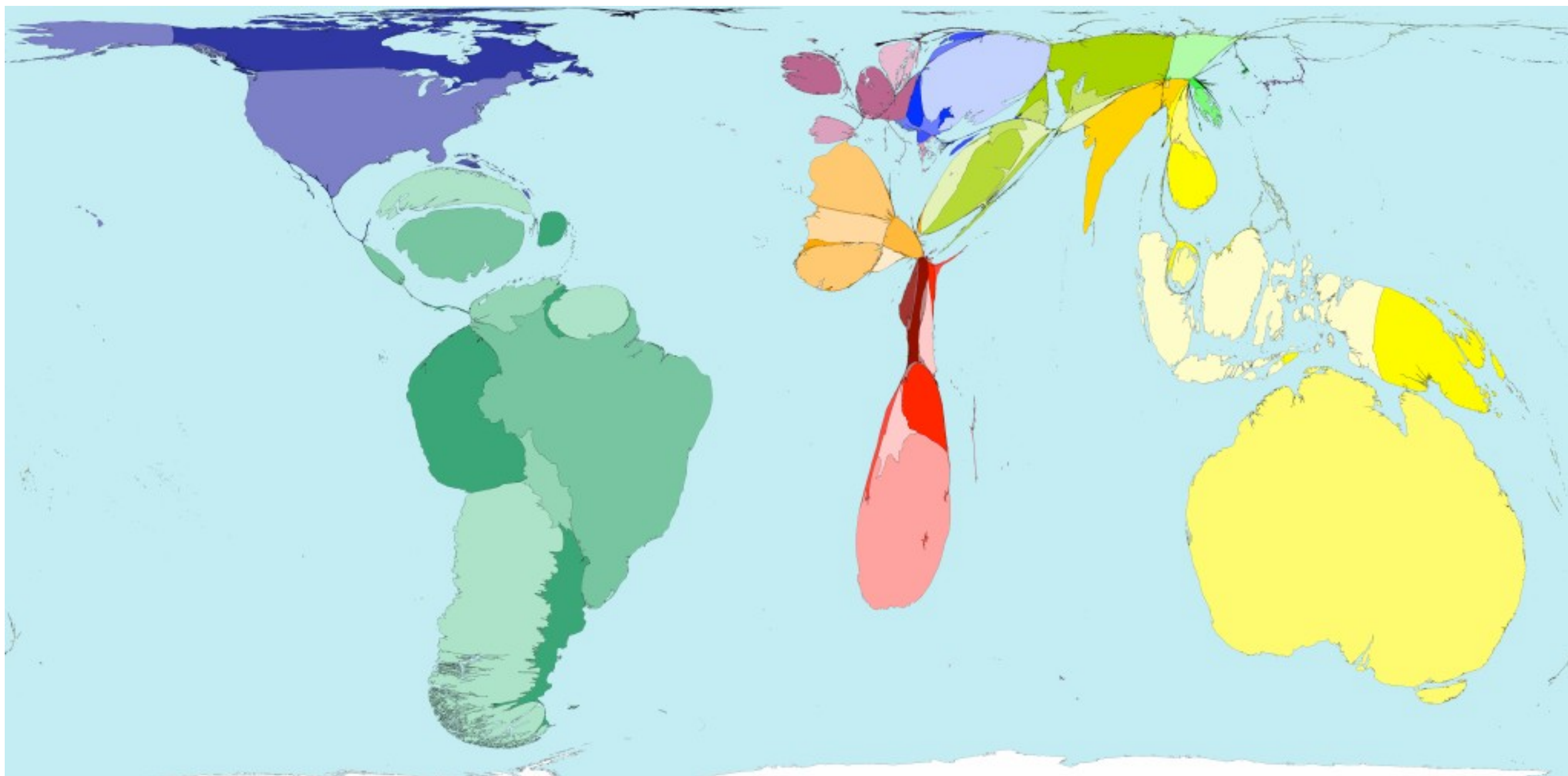


# TIPOS DE MAPAS - TEMÁTICO - COROPLÉTICO



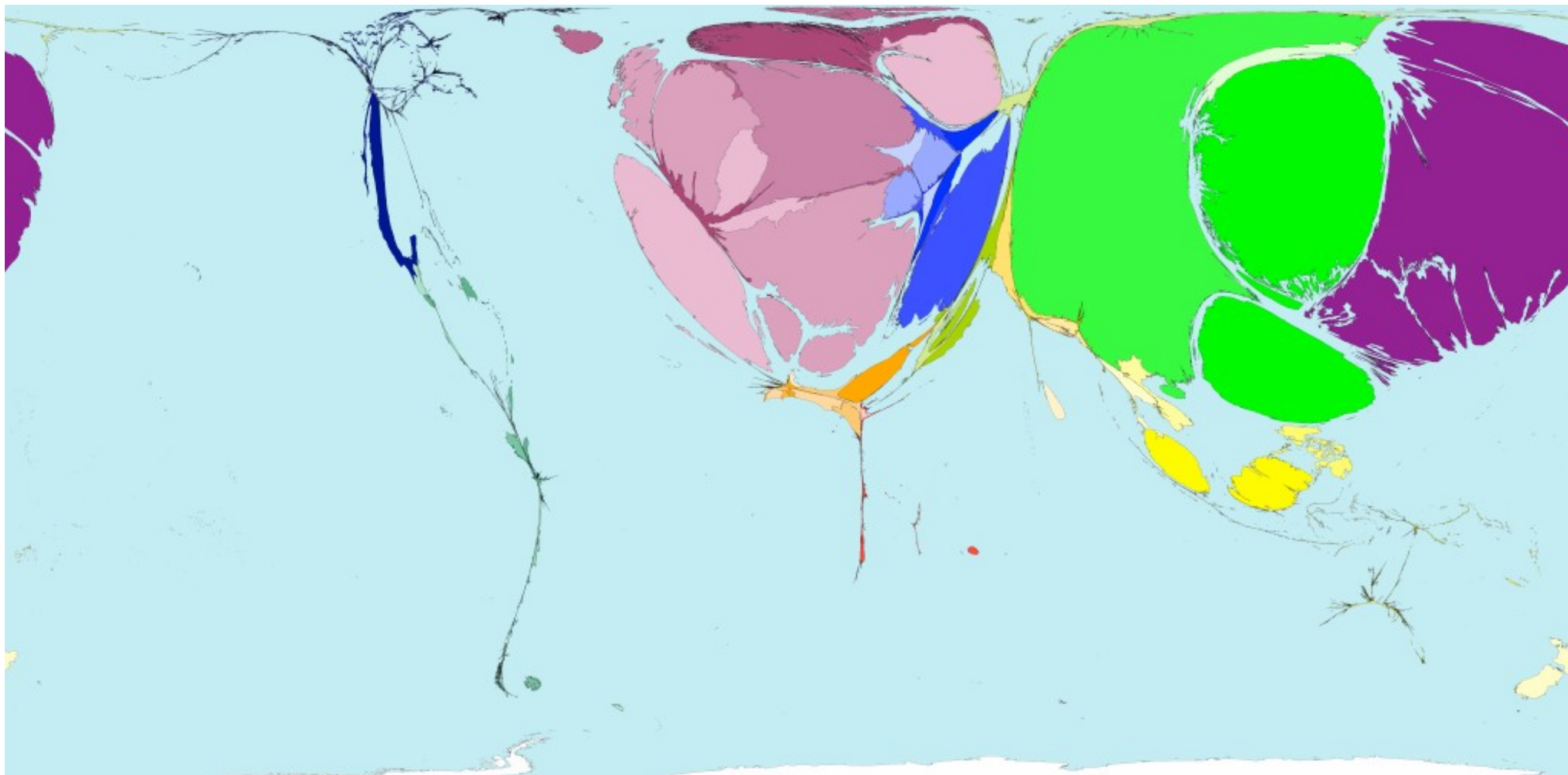


# TIPOS DE MAPAS - TEMÁTICO - CARTOGRAMA



Exportação de minérios

# TIPOS DE MAPAS - TEMÁTICO - CARTOGRAMA

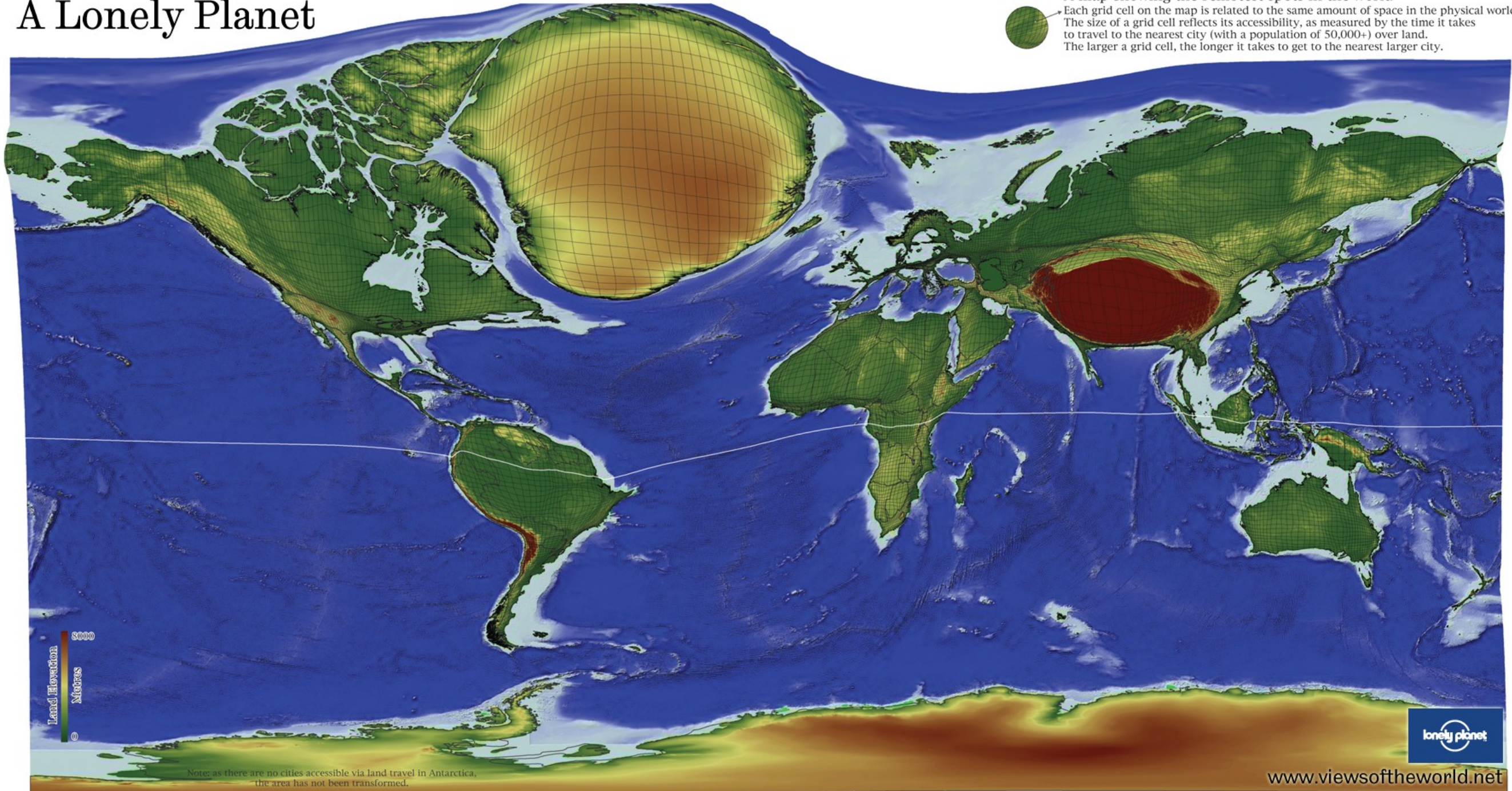




# TIPOS DE MAPAS – TEMÁTICO – CARTOGRAMA

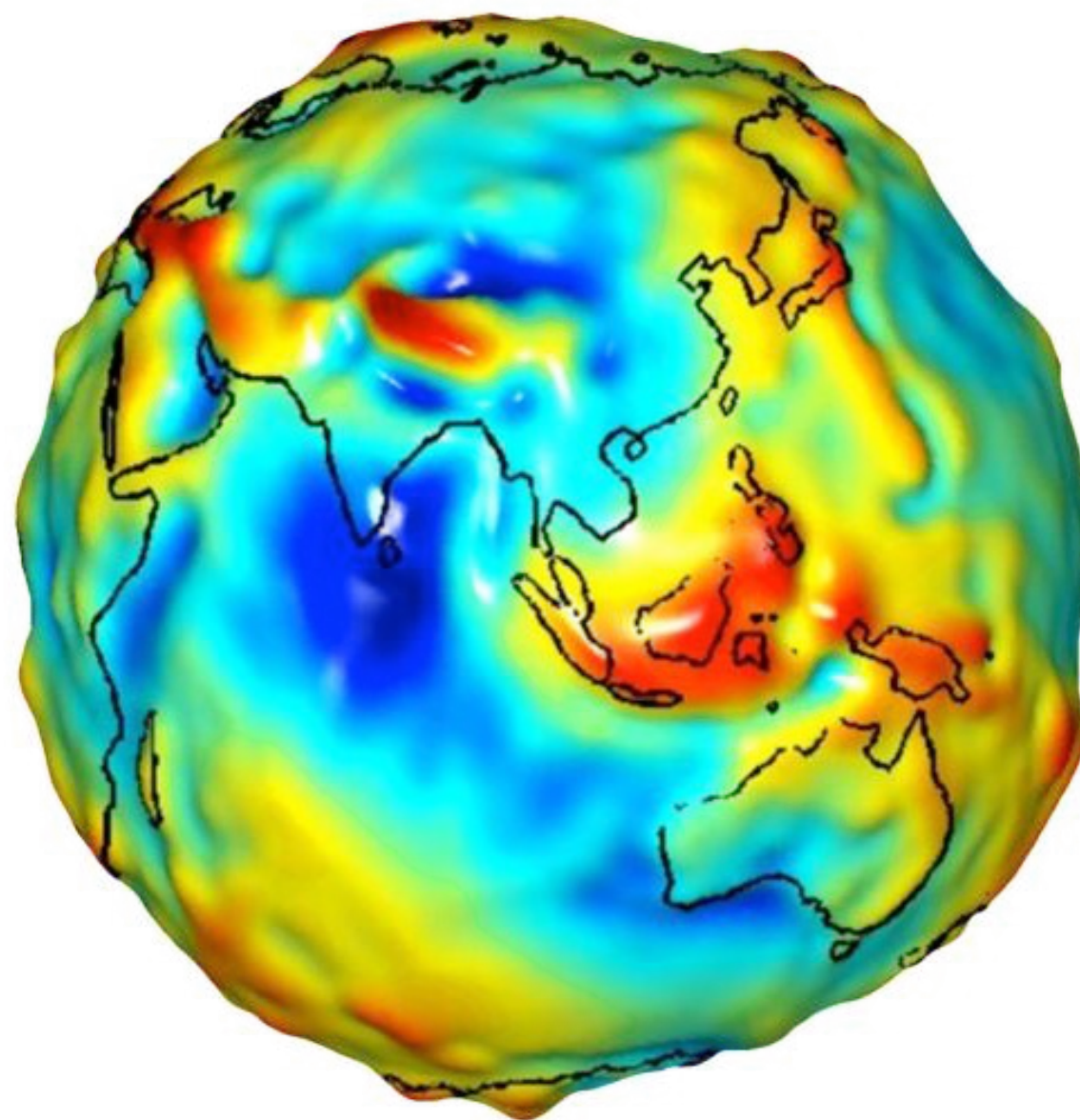
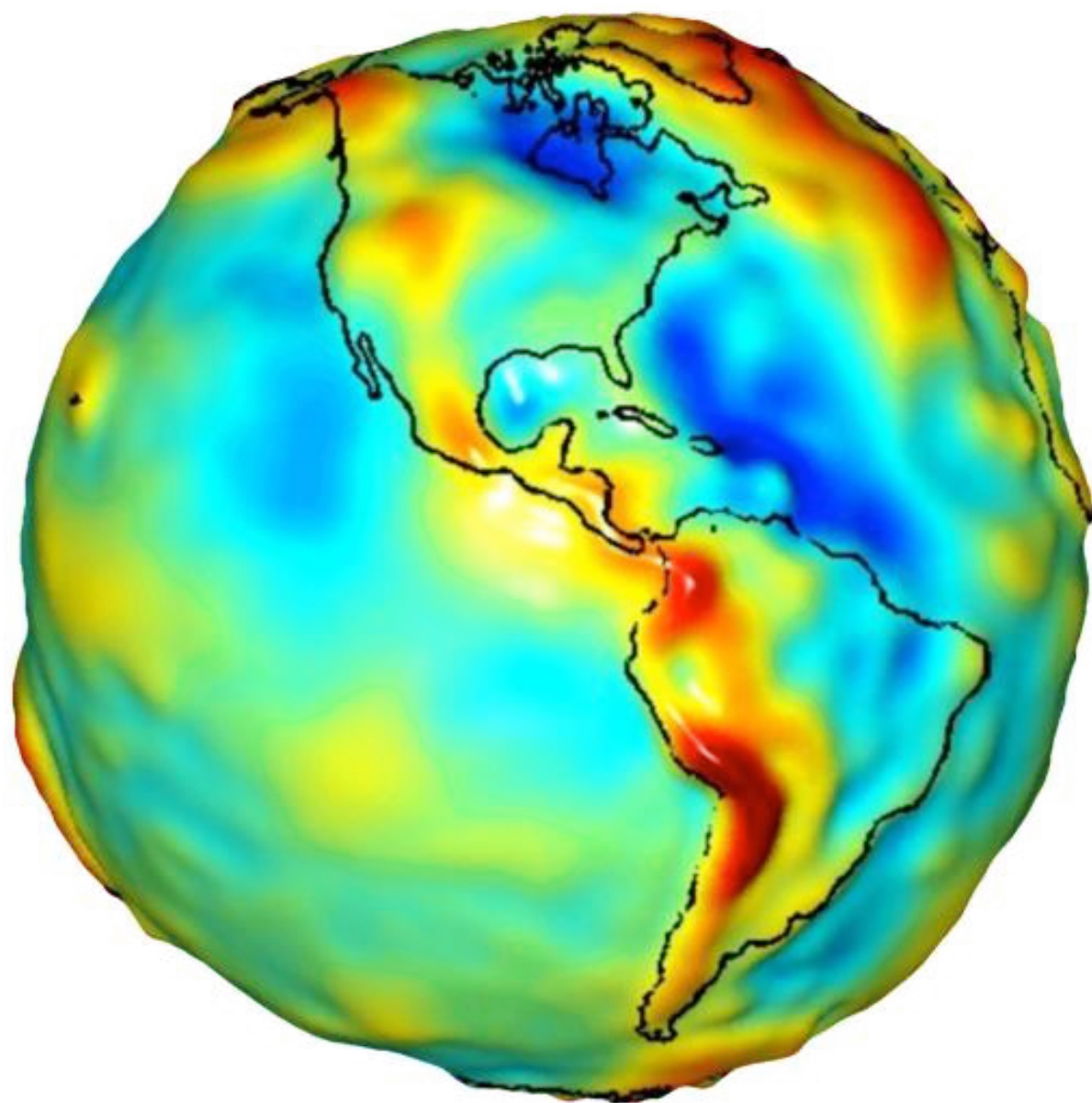
## A Lonely Planet

A map showing the remotest spots in the world  
Each grid cell on the map is related to the same amount of space in the physical world.  
The size of a grid cell reflects its accessibility, as measured by the time it takes to travel to the nearest city (with a population of 50,000+) over land.  
The larger a grid cell, the longer it takes to get to the nearest larger city.

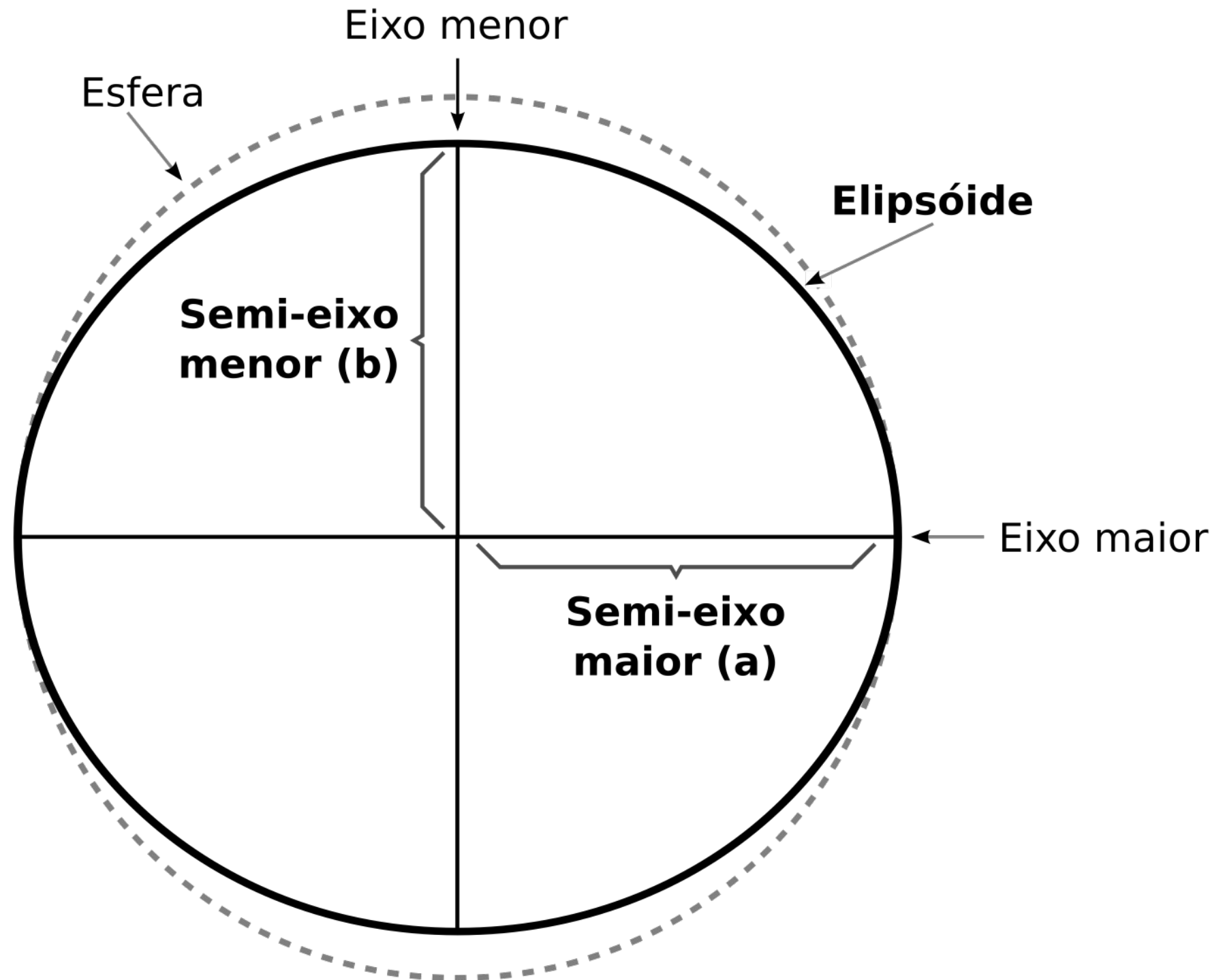




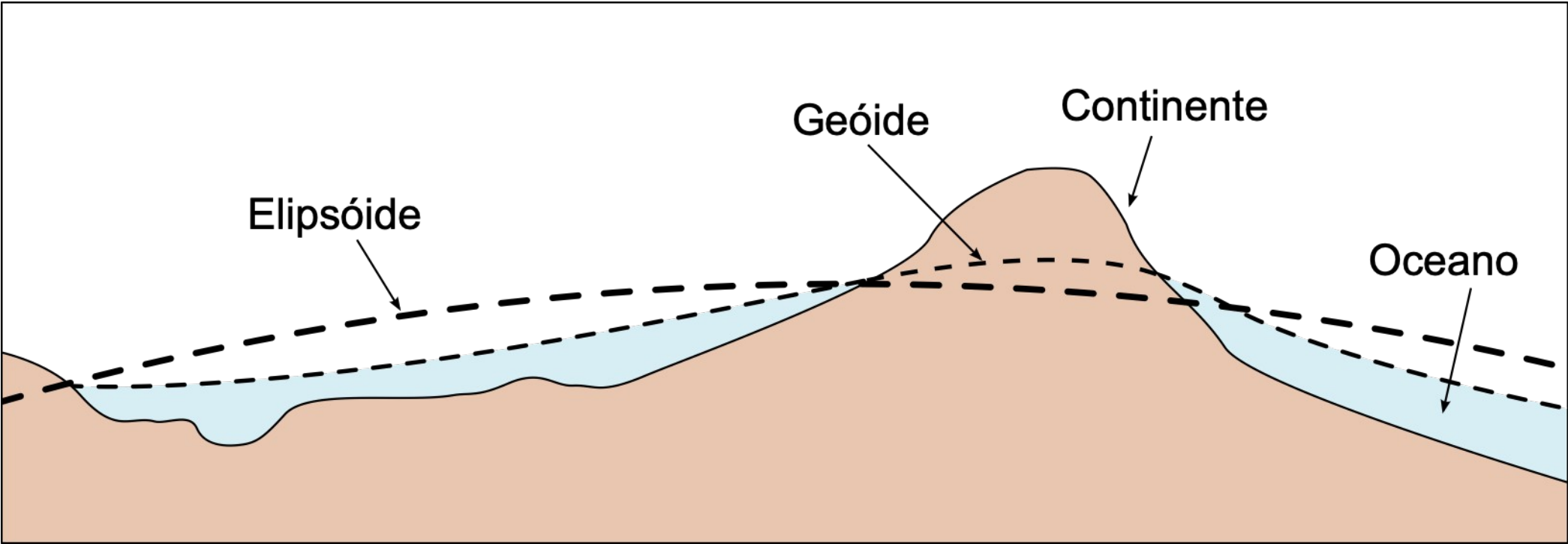
# GEÓIDE



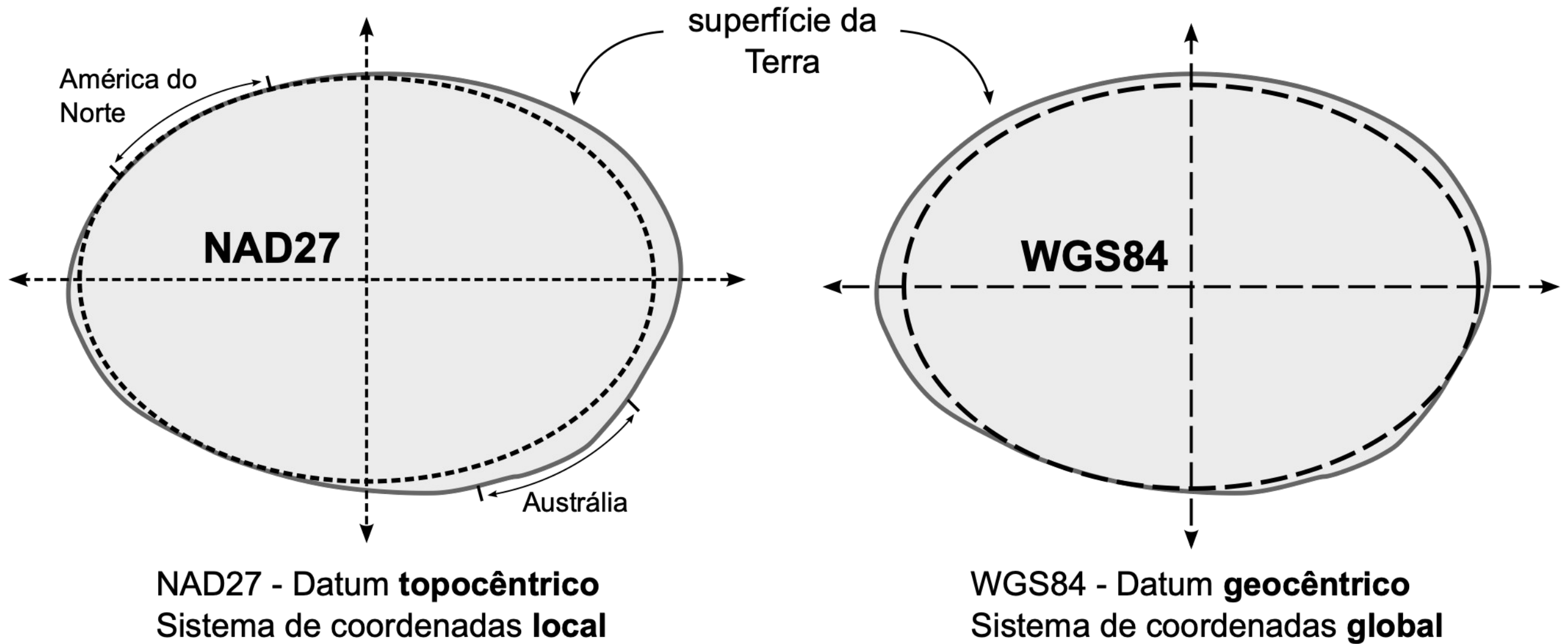
# ELIPSÓIDE



# GEÓIDE X ELIPSÓIDE



# DATUM = REFERÊNCIA



# DATUM = REFERÊNCIA

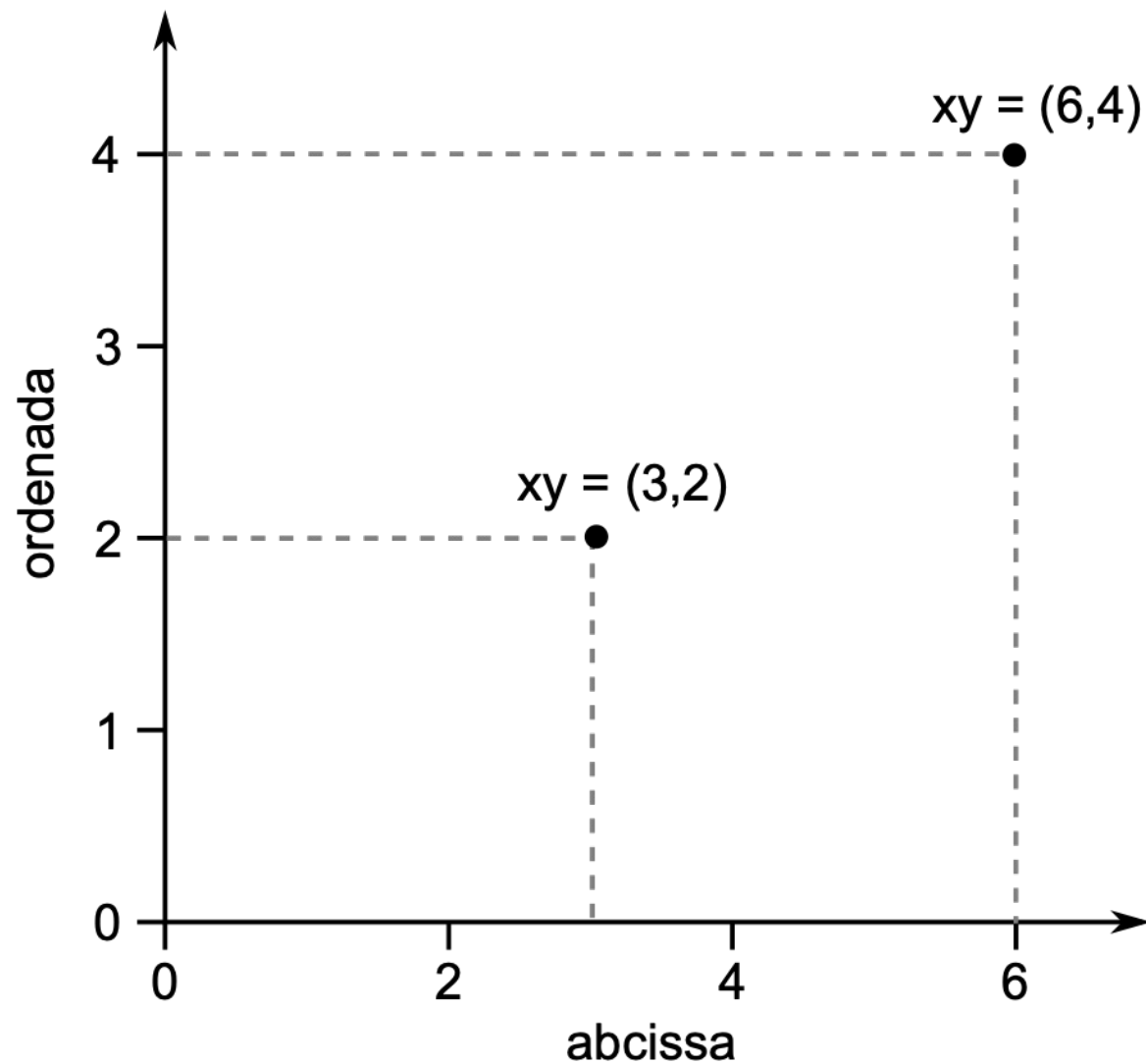
Datum	Região de uso	Origem	Elipsóide
WGS 84	Global	Centro de massa da Terra	WGS 84
NAD 83	América do Norte, Caribe	Centro de massa da Terra	GRS 80
ED 50	Europa, África (norte)	Potsdam	Internacional 1924
SAD 69	América do Sul	Chuá	SGR 67
SIRGAS	América da Sul	Centro de massa da Terra	GRS 80

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
Esfera (6371 km)	6 371 000,0	6 371 000,0	$\infty$

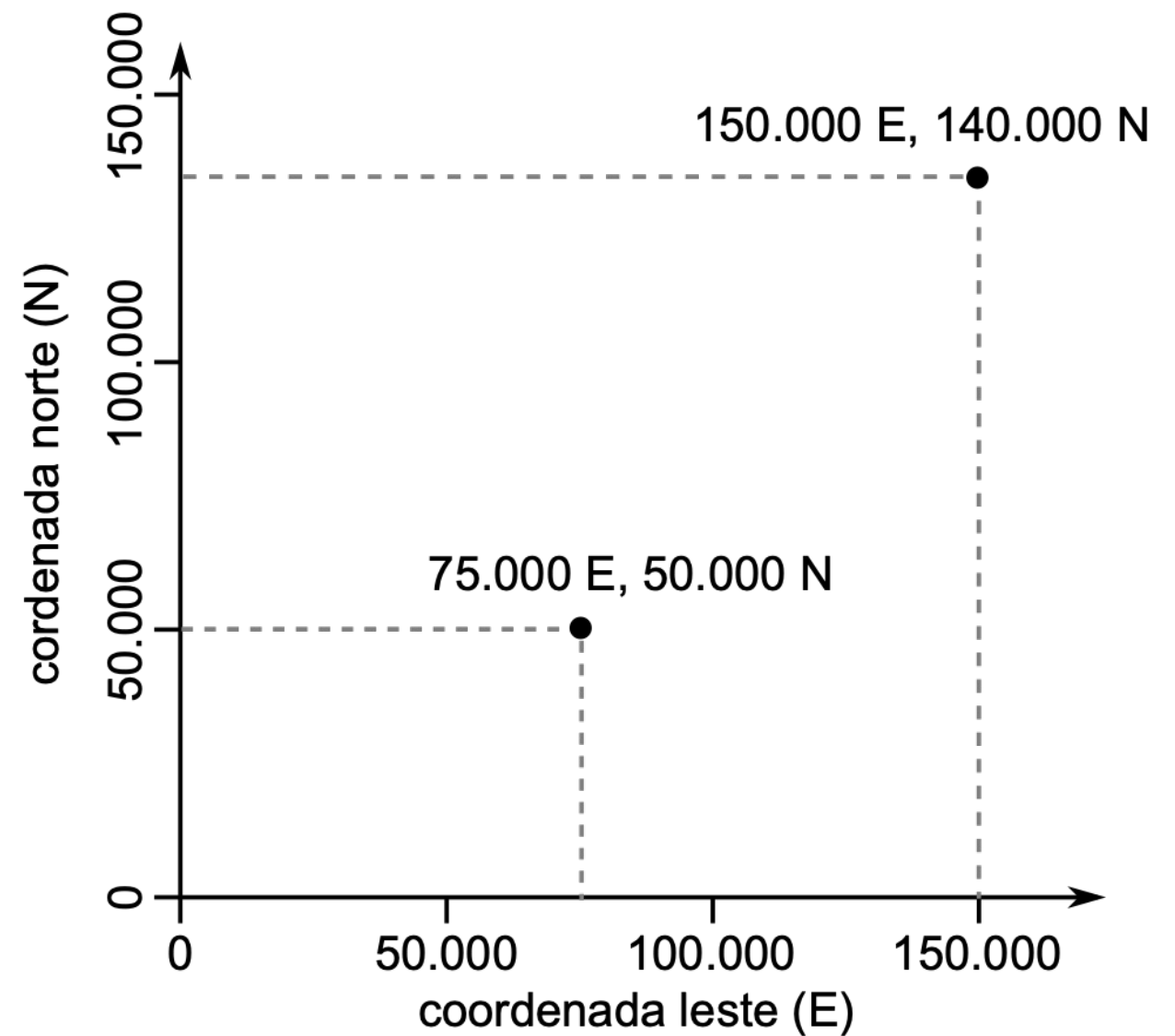


# SISTEMAS DE COORDENADAS - PLANAS

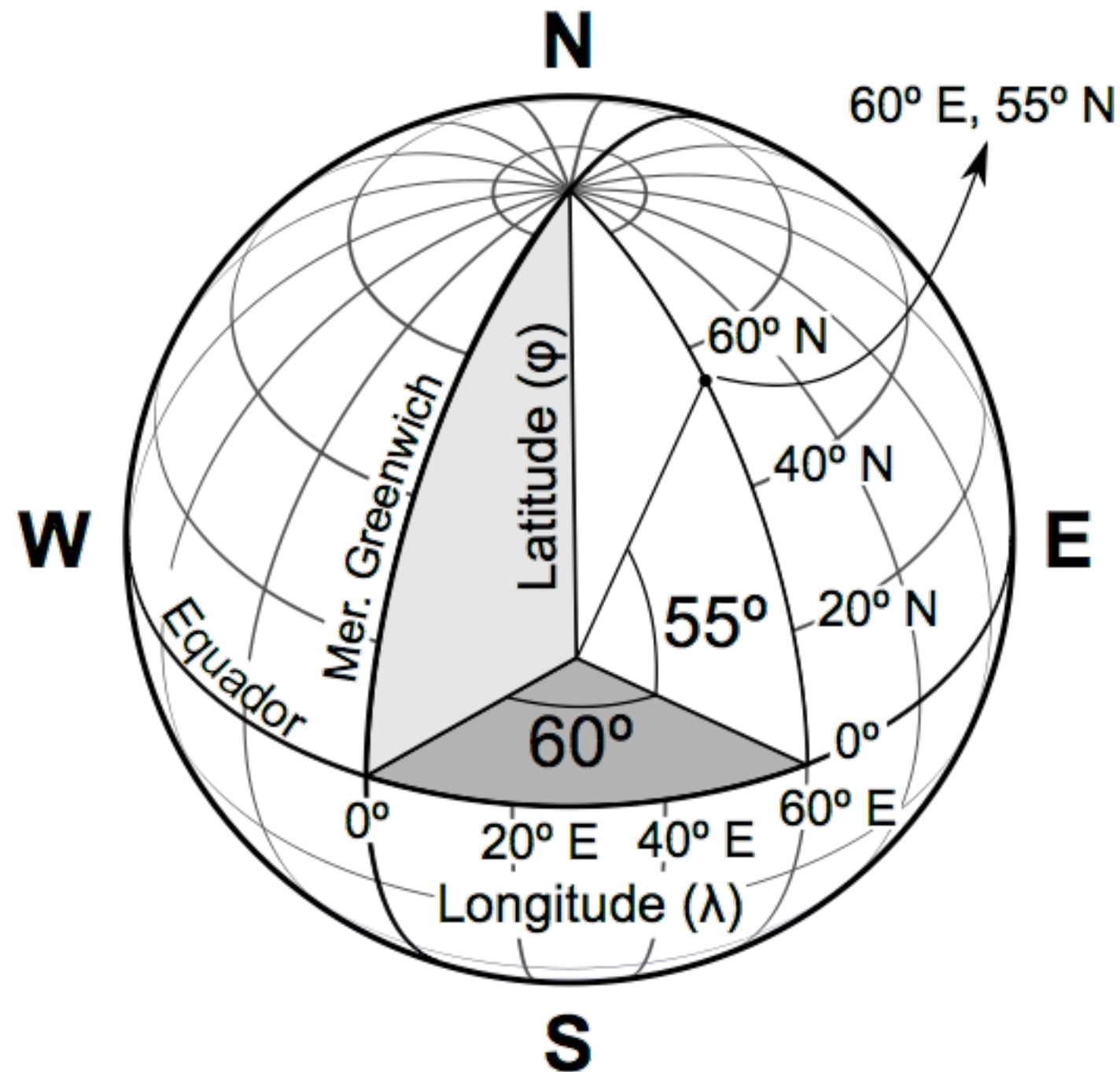
## Gráfico cartesiano (XY)



## Coordenadas planas (metros, milhas etc)



# SISTEMAS DE COORDENADAS - ESFÉRICAS



# TIPO DE SUPERFÍCIE DE PROJEÇÃO

- ▶ Superfície desenvolvível
  - ▶ superfície que pode ser desdobrada ou desenrolada em um plano sem ser esticada, encolhida ou rasgar.
  - ▶ cilindro, cone, plano
  - ▶ proj. 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 secciona o globo

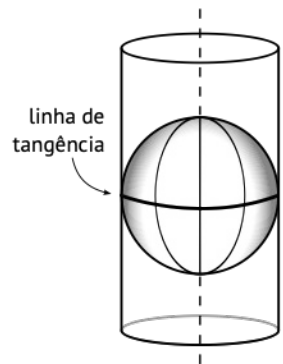
Superfícies secantes - secciona o globo

# PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

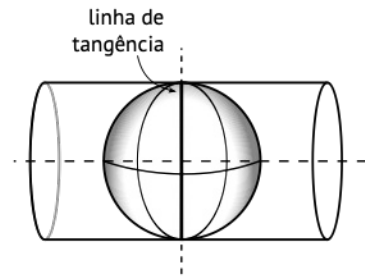
- ▶ De acordo com a superfície de projeção (superfície desenvolvível)
  - ▶ Azimutal ou Plana
  - ▶ Cilíndrica
  - ▶ Cônica

# PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

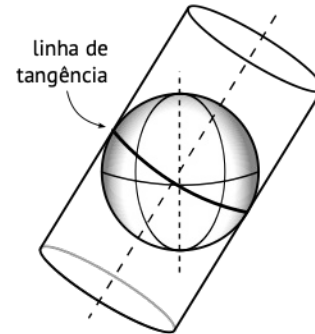
## Cilíndricas



**Equatorial ou Normal:**  
eixo do cilindro paralelo  
ao eixo da Terra

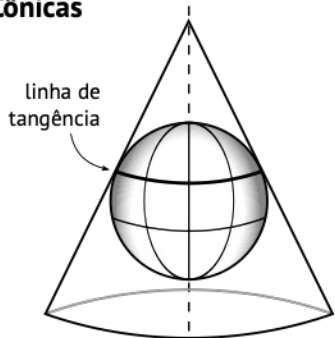


**Transversa:**  
eixo do cilindro perpendicular  
ao eixo da Terra

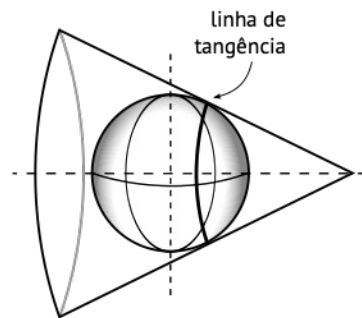


**Oblíqua:**  
eixo do cilindro inclinado em  
relação ao eixo da Terra

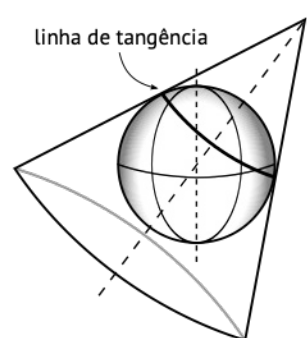
## Cônicas



**Normal:**  
eixo do cone paralelo ao  
eixo da Terra

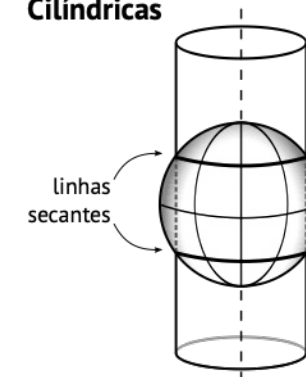


**Transversa:**  
eixo do cone perpendicular  
ao eixo da Terra



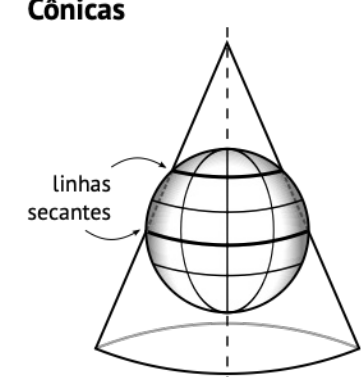
**Oblíqua:**  
eixo do cone inclinado em  
relação ao eixo da Terra

## Cilíndricas



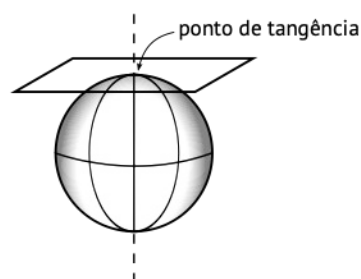
linhas secantes

## Cônicas

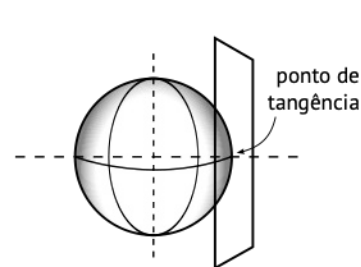


linhas secantes

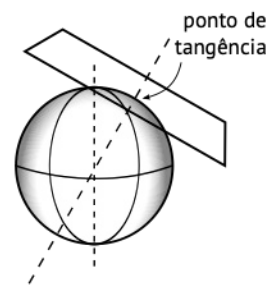
## Planas (azimutais)



**Polar:**  
plano tangente ao pólo



**Equatorial:**  
plano tangente ao equador



**Oblíqua:**  
plano tangente em um  
ponto qualquer

## MODELO DE PROJEÇÃO (O QUE É PRESERVADO)

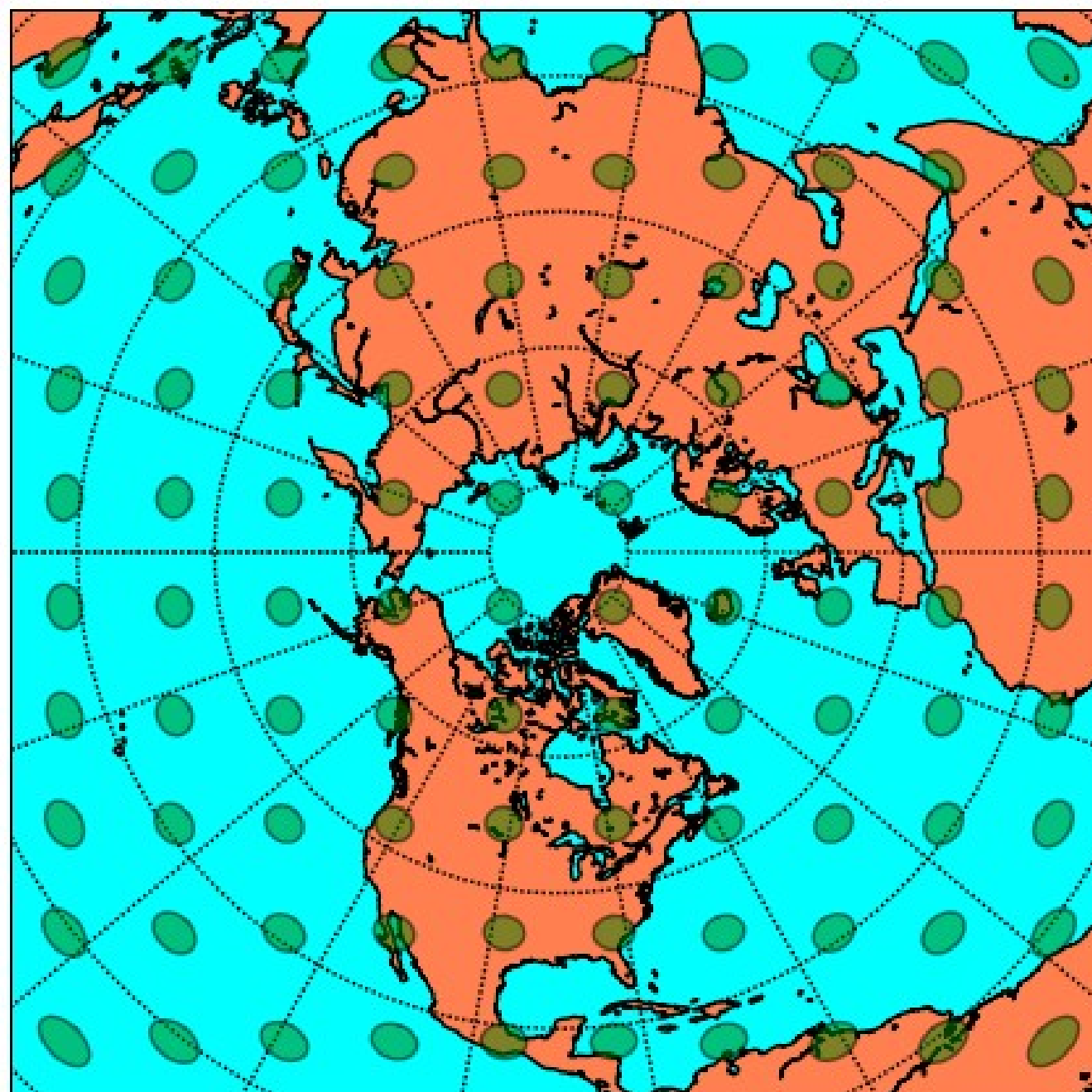
- ▶ Direção – proj. azimutal
- ▶ Ângulos (localmente) – proj. conformal ou ortomórfica
- ▶ Área – igual-área, equiárea ou autálica
- ▶ Distância – equidistante

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

# PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

Azimutal – preserva o azimute dos pontos com relação ao ponto central

North Polar Azimuthal Equidistant Projection

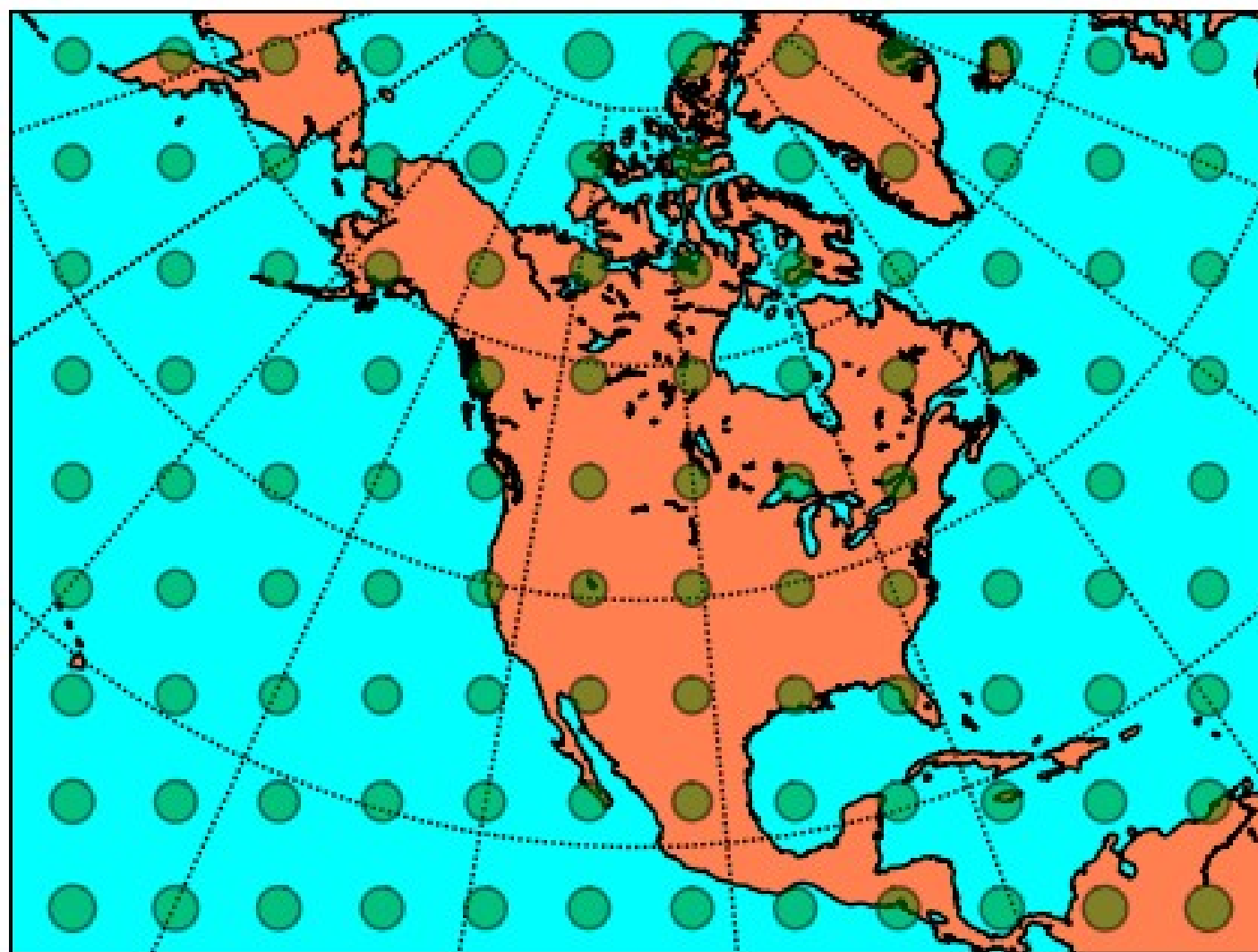




# PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

Conformal – preserva forma (ângulos) mas não preserva áreas. Um círculo será sempre um círculo mas muda de tamanho.

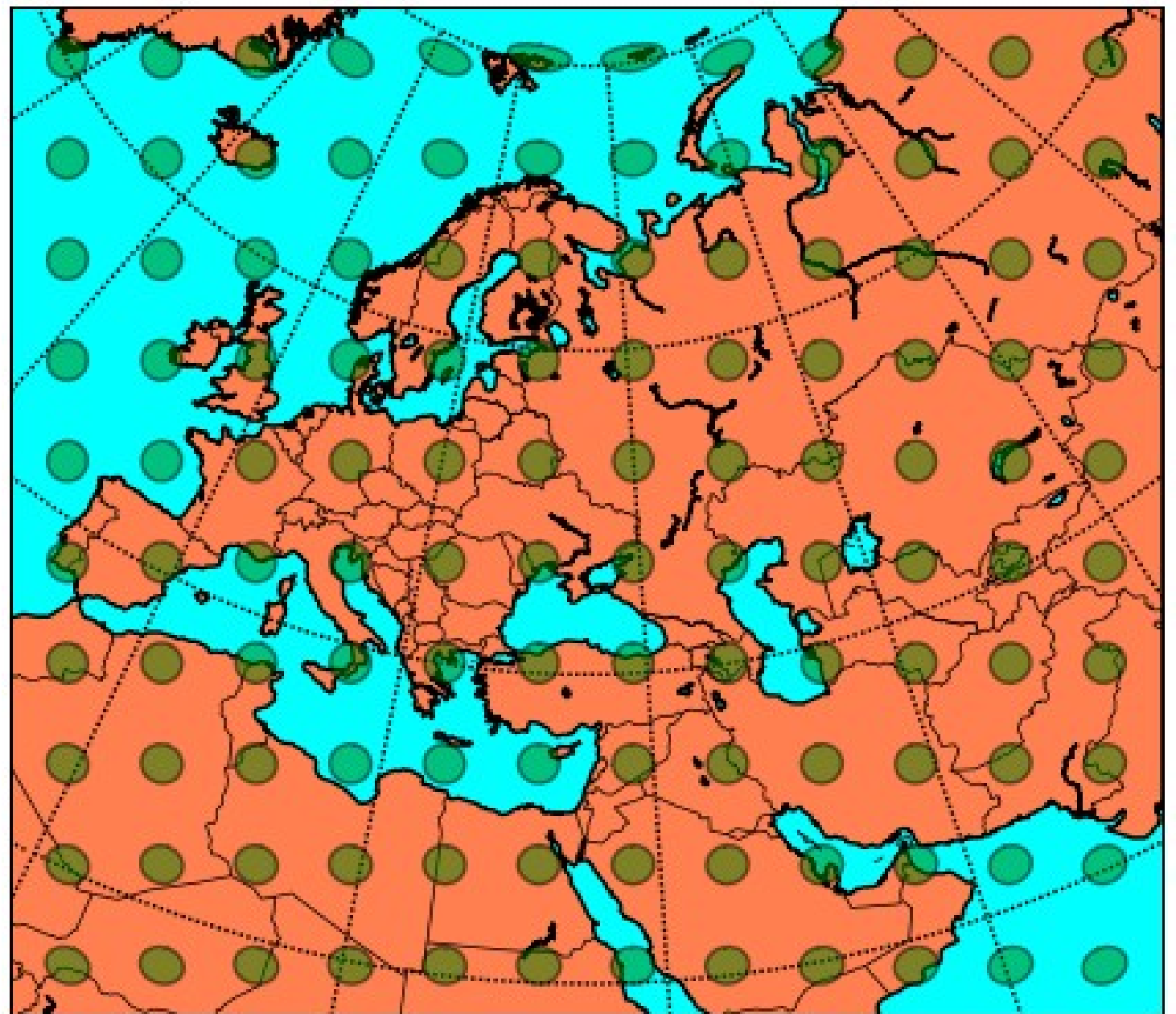
Lambert Conformal Projection



# PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

Igual-área – preserva o tamanho relativo (área) das feições, mas deforma de acordo com a posição no mapa

Albers Equal Area Projection

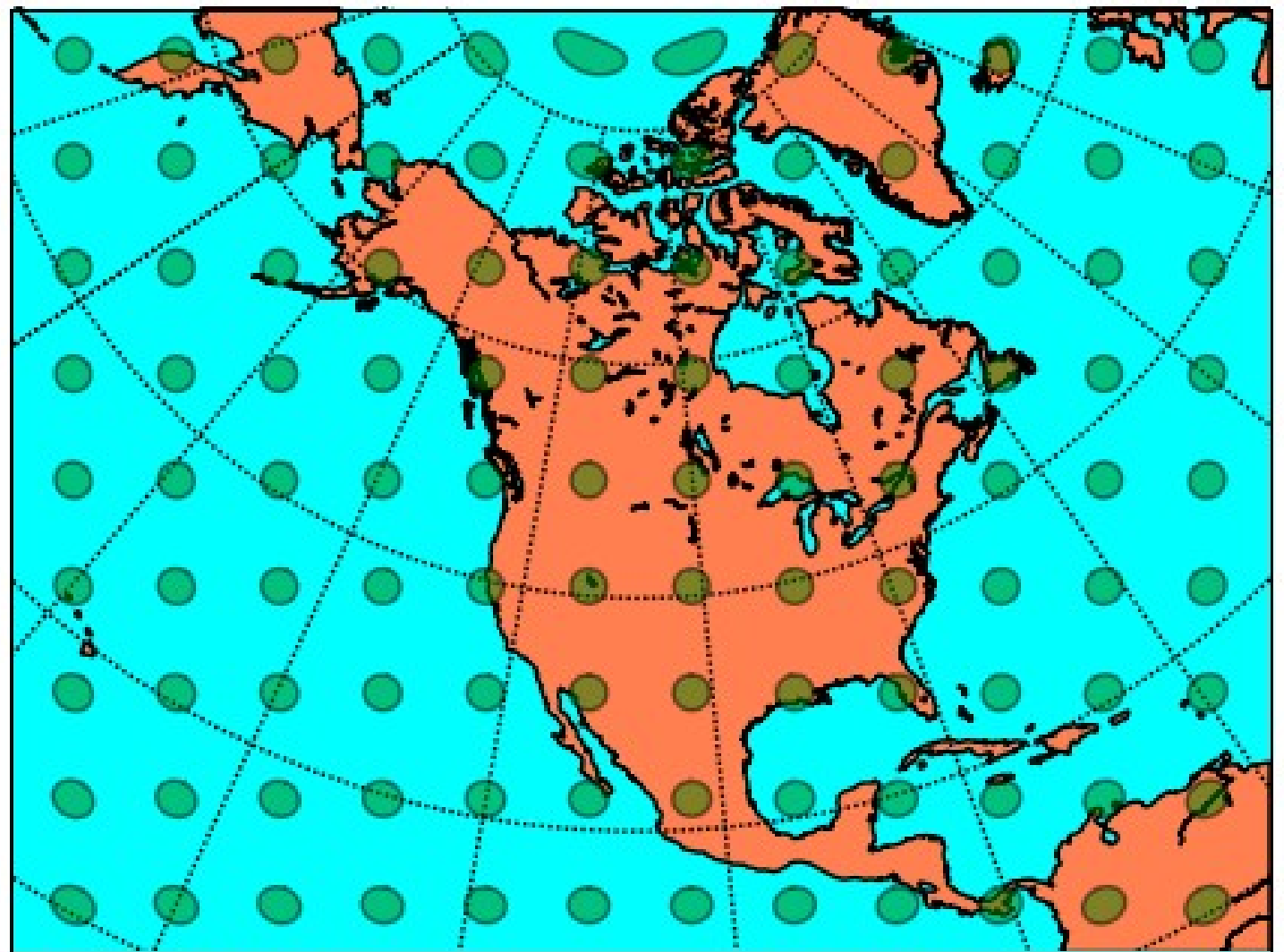


# PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

Equidistante –  
preserva a escala na  
direção E-W ou N-S.

Nem conformal nem  
igual-área

Equidistant Conic Projection



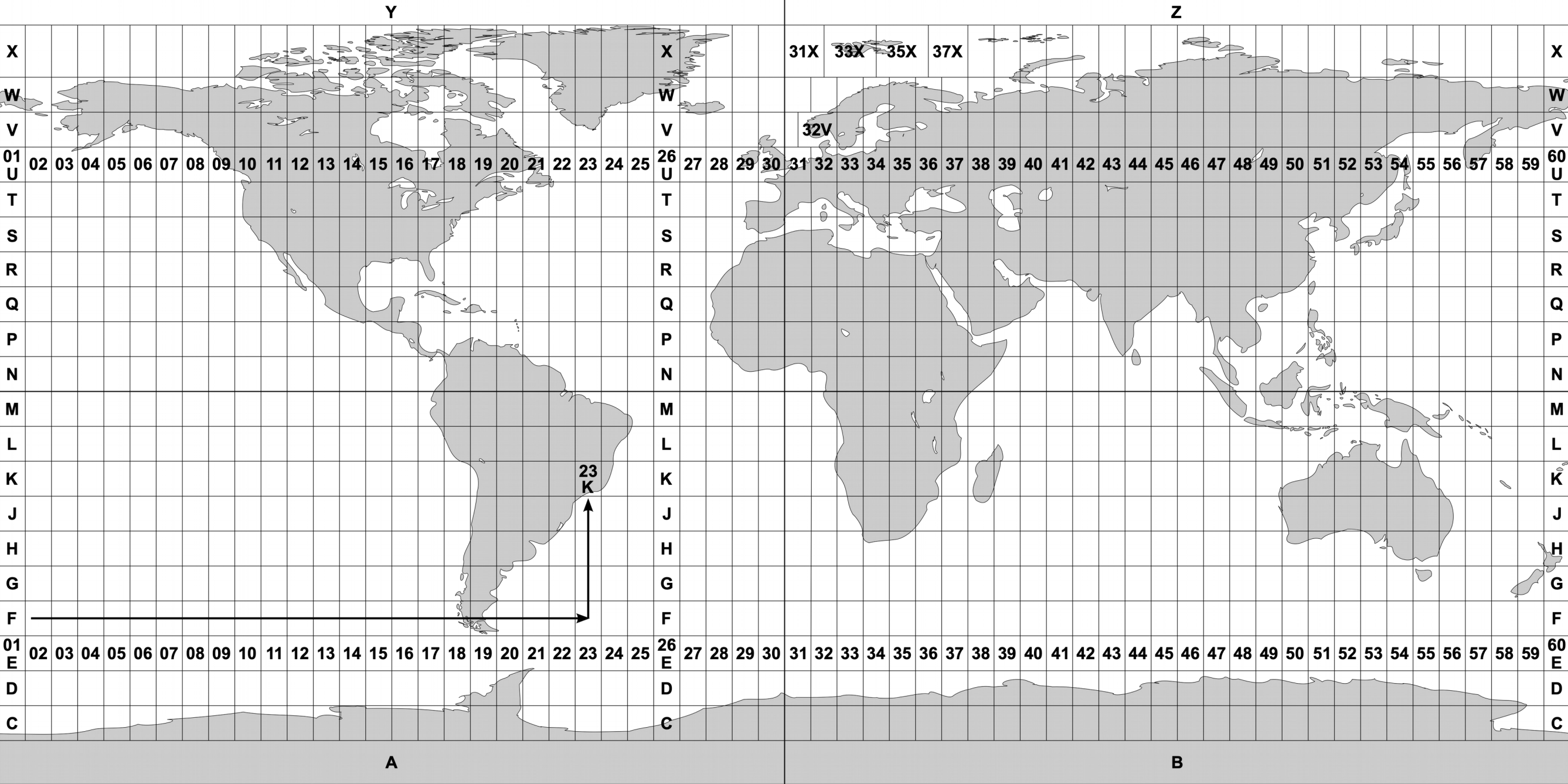
## SISTEMA UTM

- ▶ 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 (Z.1 = 180°-174°). 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

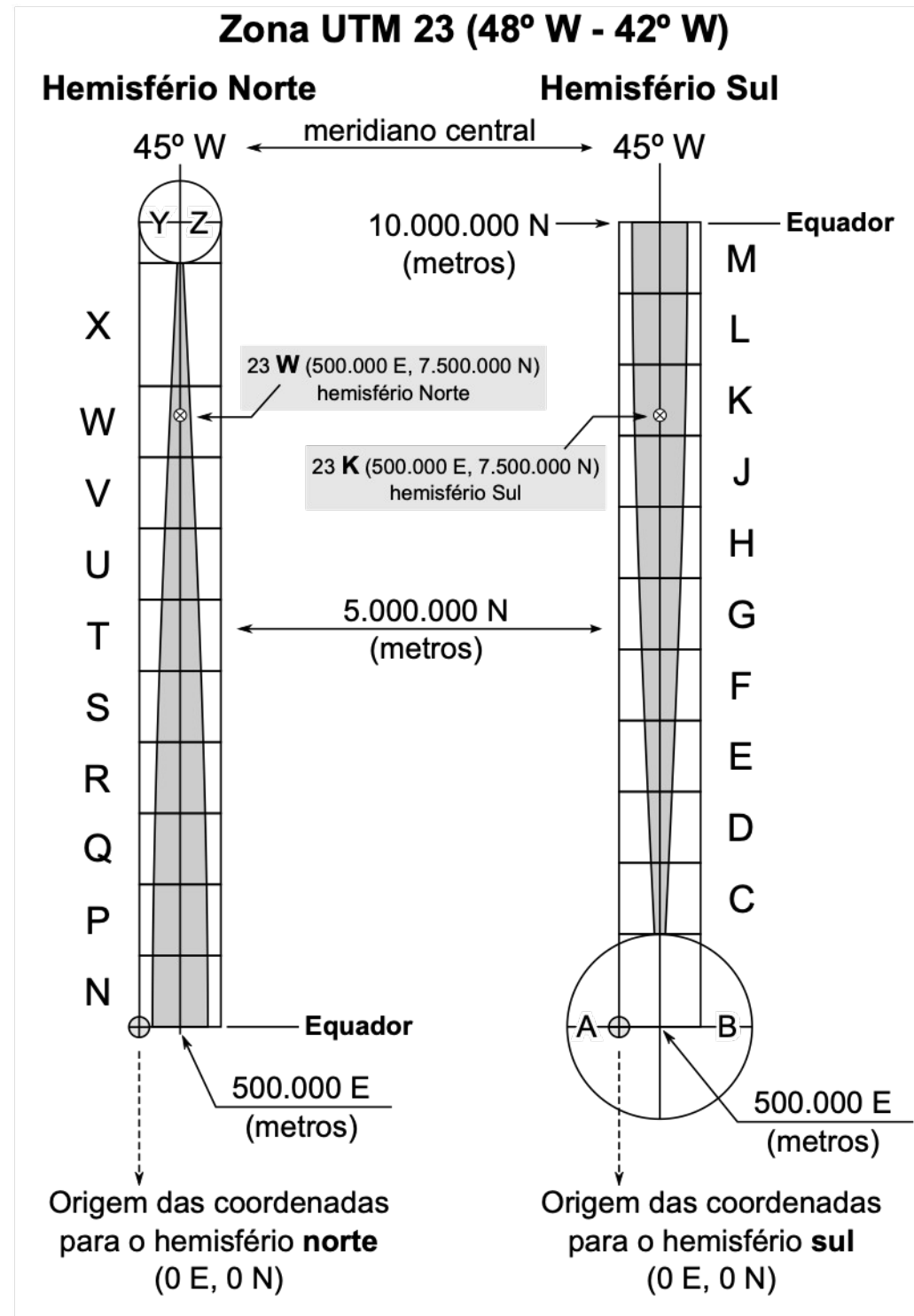
## SISTEMA UTM

- ▶ Zonas especiais
- ▶ bandas com 8º de latitude, c/letras a partir de “C” em 80ºS, até “X”, omitindo “I” e “O” (similar a 1 e 0) banda “X” tem +4º indo até 84ºN 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

# SISTEMA UTM



# SISTEMA UTM

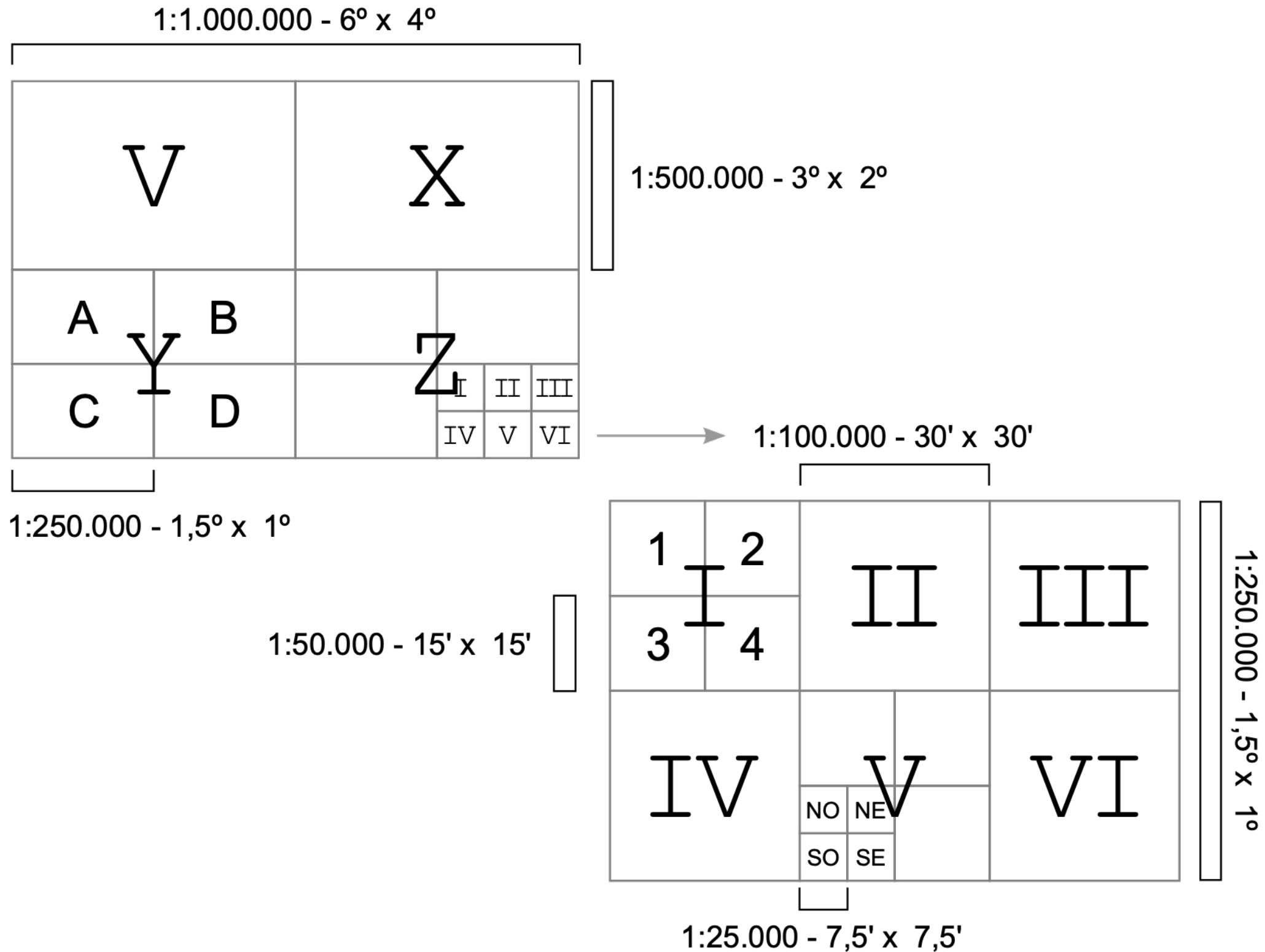








# SISTEMA CARTOGRÁFICO NACIONAL



# MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO

