

# Dados gravimétricos

Geofísica da América do Sul

2022

# Medidas de gravimetria

Durante a medição em campo



Gravimetro Relativo

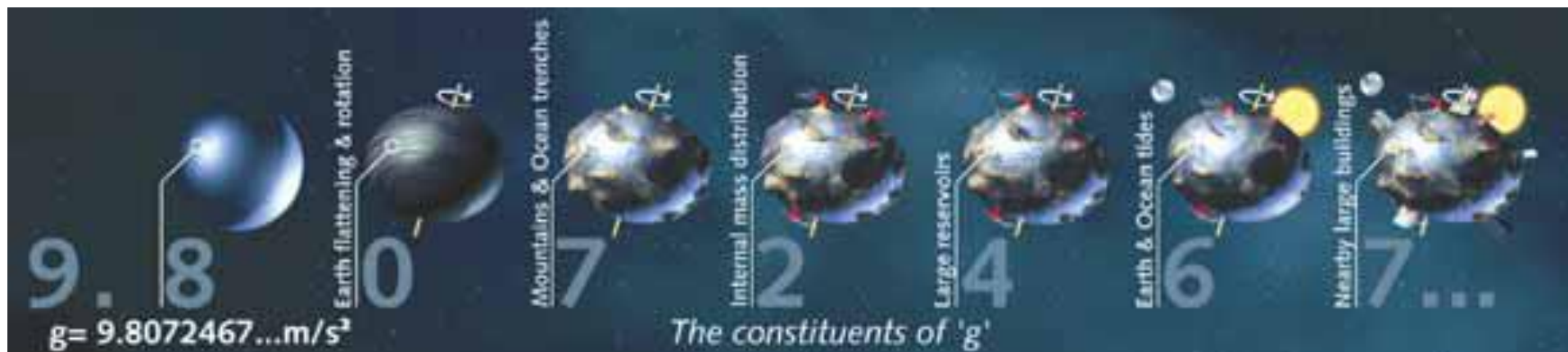


GPS Diferencial (precisão de até 1mm)



Objetivo: conhecer a distribuição de massa em subsuperfície e sua relação com a geologia/tectônica observada em superfície.

Precisamos: equipamentos sensíveis; conhecer alguns conceitos sobre o campo de gravidade da Terra, e todas as componentes que estão embutidas nas observações.



Drinkwater et al., 2008

efeito de algumas feições no valor de  $g$

Valor da gravidade:

9,8 m/s<sup>2</sup> - Terra esférica

9,80 m/s<sup>2</sup> - Terra esférica em rotação e portanto achata-se nos polos

9,807 m/s<sup>2</sup> - efeito das montanhas e trincheiras oceânicas no modelo de terra acima

9,8072 m/s<sup>2</sup> - efeito da distribuição interna de massa

9,80724 m/s<sup>2</sup> - efeito dos grandes reservatórios de água, aquífero guarani, sistema fluvial da Amazônia, do Mississipi, grandes bacias de petróleo, etc

9,807246 m/s<sup>2</sup> - efeito das marés oceânicas e terrestres

9,8072467 m/s<sup>2</sup> - efeito de grandes edifícios.

# ANOMALIA DE GRAVIDADE

Resultado do contraste de densidade  
**contraste de lateral densidade!**

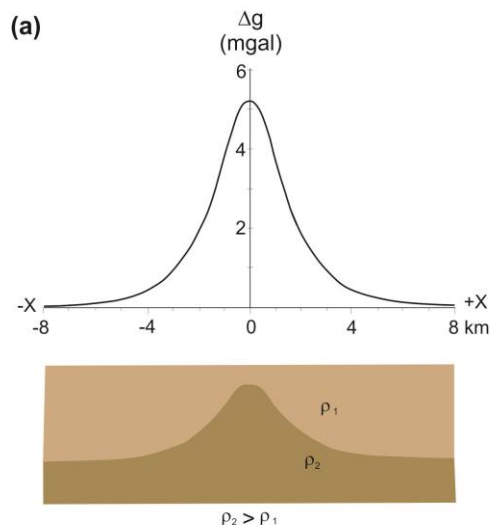
Gravímetros não são sensíveis a contraste verticais de densidade.

Gravímetros medem apenas a componente vertical do vetor gravidade.

Contraste de densidade

Geofísica:  $1 \text{ mGal} = 10^{-3} \text{ Gal} = 10^{-5} \text{ m/s}^2$

$$\Delta\rho = \rho_{\text{corpo}} - \rho_{\text{entorno}}$$

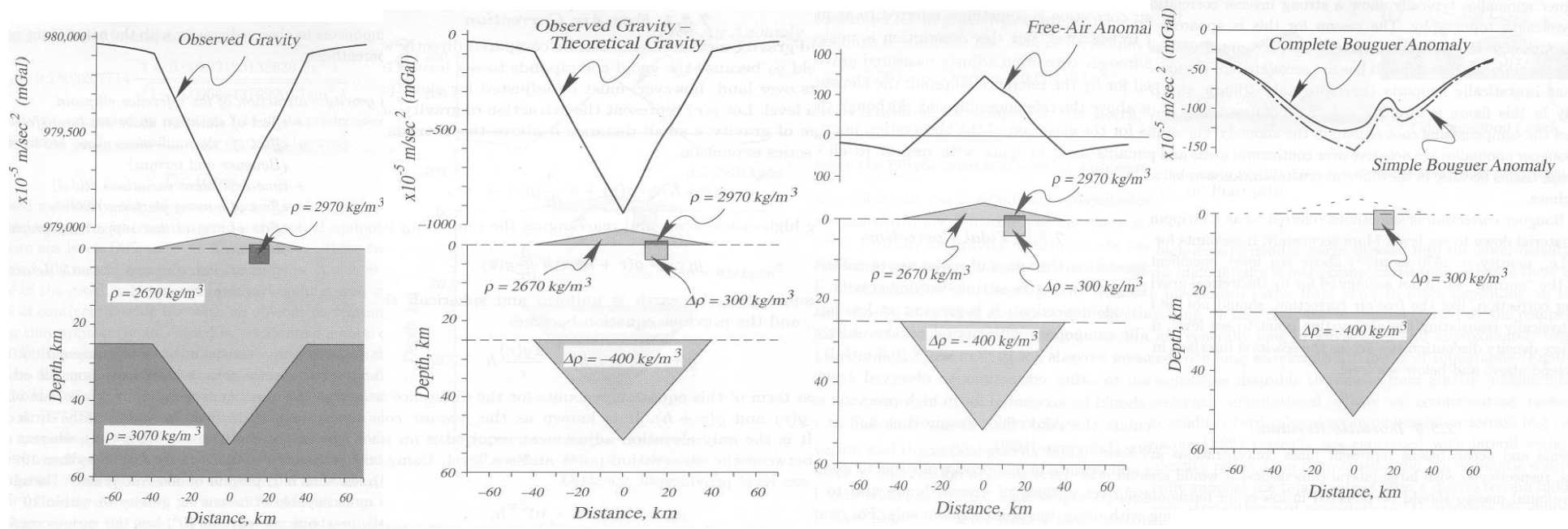


# Aceleração da Gravidade: é a soma de vários efeitos!

## No valor da medida da aceleração estão embutidos vários efeitos:

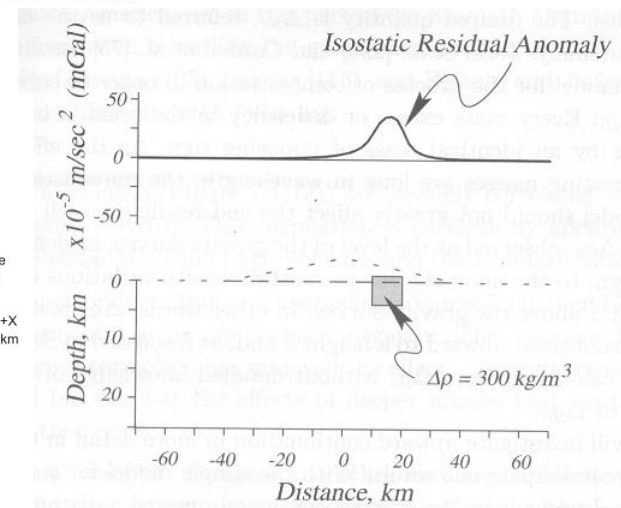
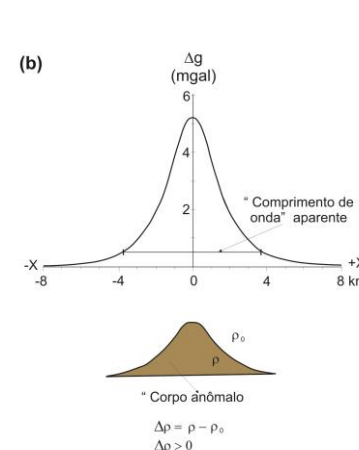
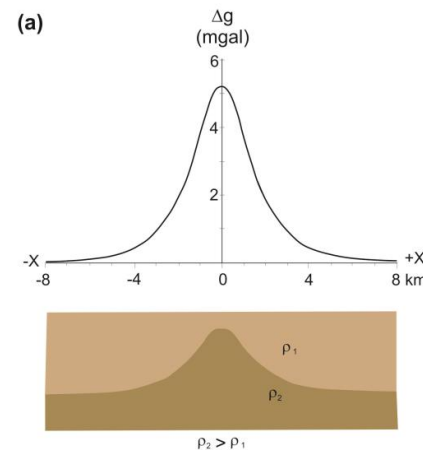
- efeito da deriva do equipamento
- efeito cinemático nas medidas quando o gravímetro encontra-se em movimento (aerogravimetria, gravimetria marinha)
- efeito da atração luni-solar
- efeito do movimento de rotação e consequente distribuição da massa interna da Terra
- efeito da elevação da estação gravimétrica com respeito ao nível do mar
- efeito da massa entre a estação gravimétrica e o nível do mar
- efeito das massas que suportam as cargas topográficas
- **efeito das variações de densidade dentro da crosta e do manto superior – ponto de interesse**

Correção gravimétrica – aplicar para comparar o valor de g em diferentes pontos e verificar onde tem diferenças de densidade.



Contraste de densidade

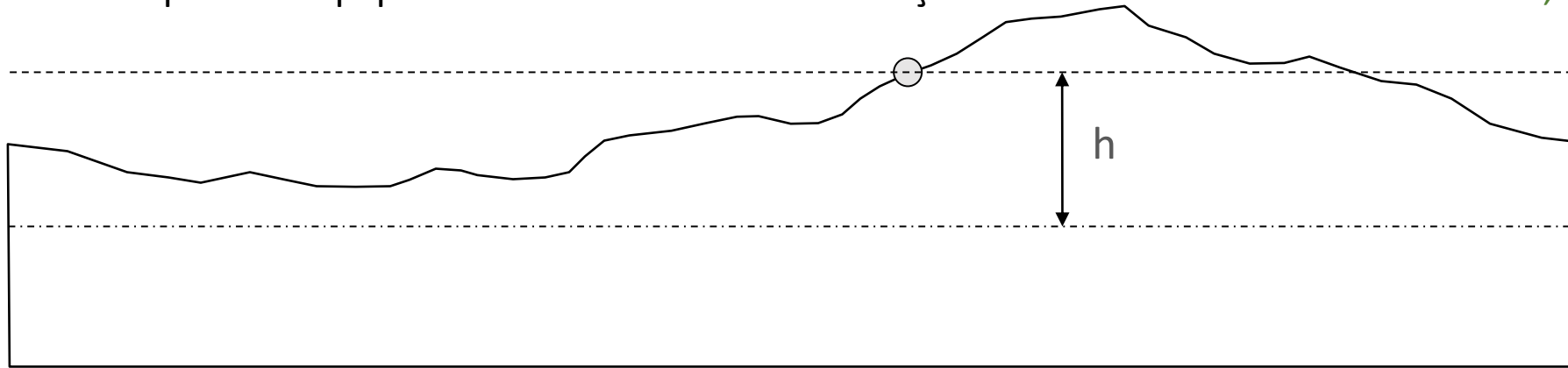
$$\Delta\rho = \rho_{\text{corpo}} - \rho_{\text{entorno}}$$





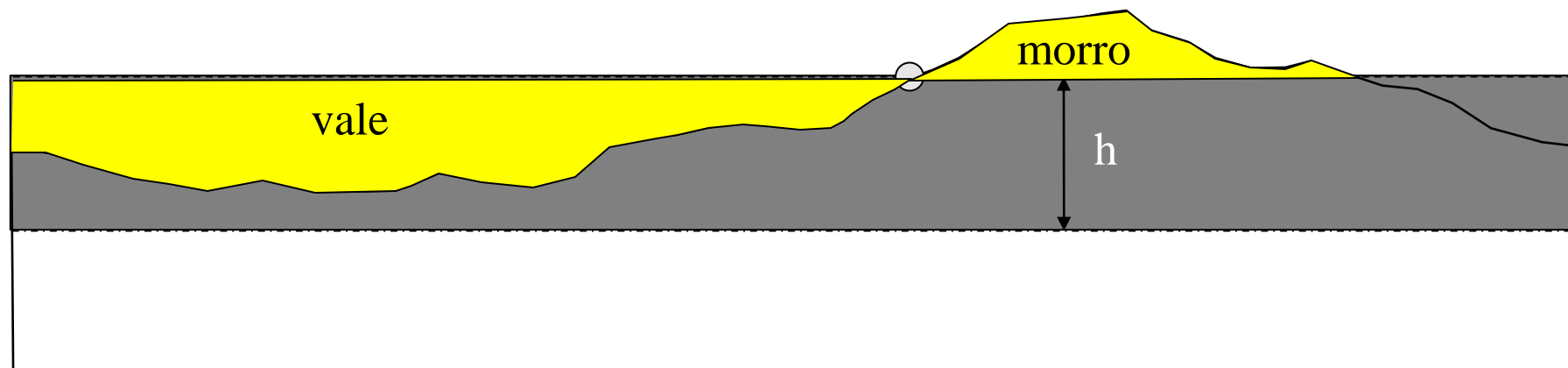
# Efeito da topografia: variação com a altitude

A topografia implica que um ponto de medida estará mais perto ou mais afastado do centro de massa da Terra comparado ao seu vizinho. A correção de ar-livre é feita para eliminar esse efeito, tratando todos os pontos como se estivessem sobre a mesma superfície equipotencial. Afastamento em relação ao centro de massa da Terra  $-0,3086 \text{ mGal/m}$



O resíduo que persiste quando o efeito da variação com a altitude é removido denomina-se ANOMALIA AR-LIVRE

# Efeito da topografia: massa associada às feições geográficas



## Correção Topográfica

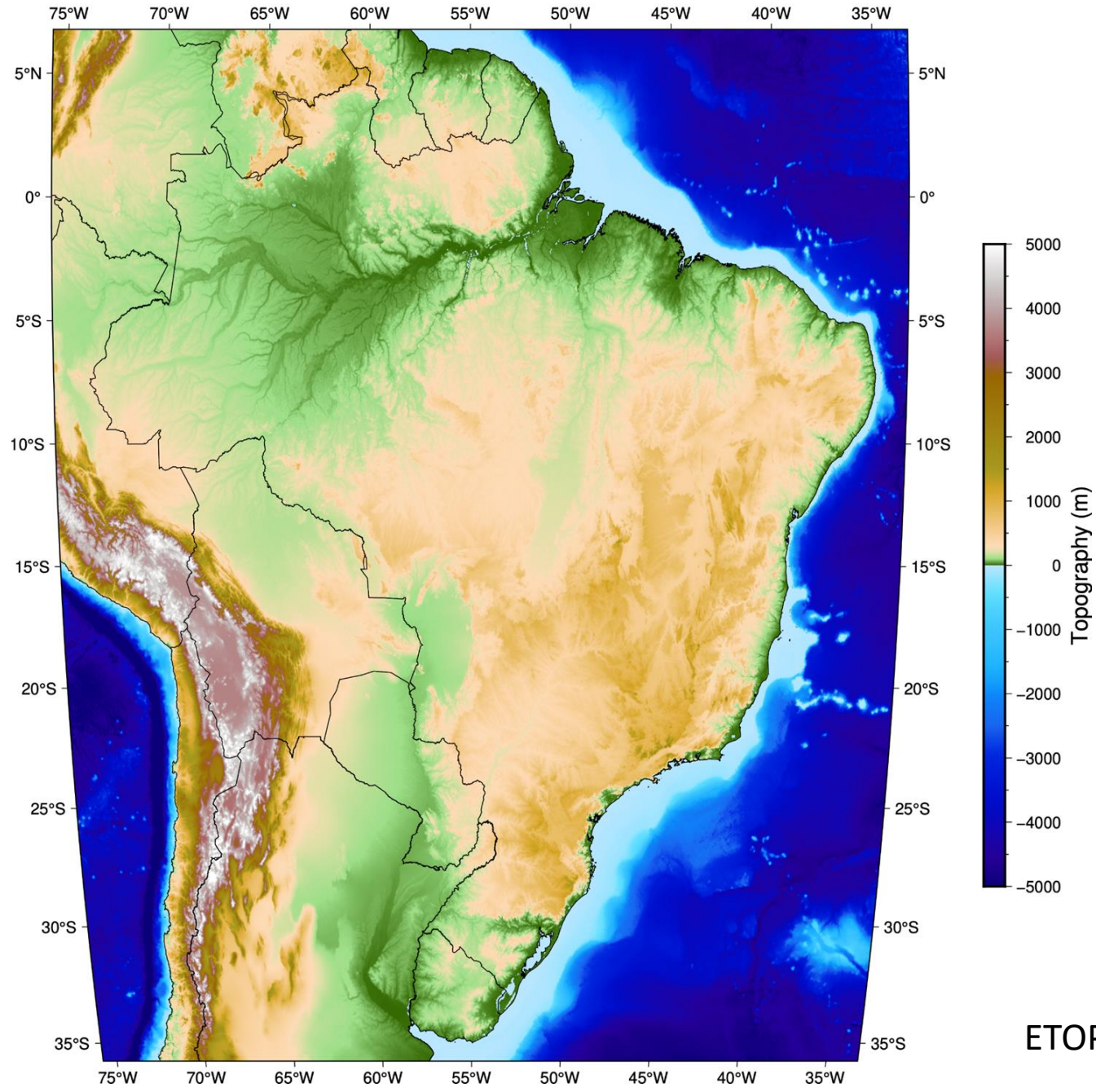
O plato de Bouguer não considera o efeito da massa que está ao redor do ponto de medida, só o que está entre o ponto e a superfície. Correção topográfica é feita considerando essa atração. Para isso é necessário ter um modelo digital de terreno muito bom.

O resíduo que persiste quando se efetua a correção Bouguer denomina-se **ANOMALIA BOUGUER COMPLETA**



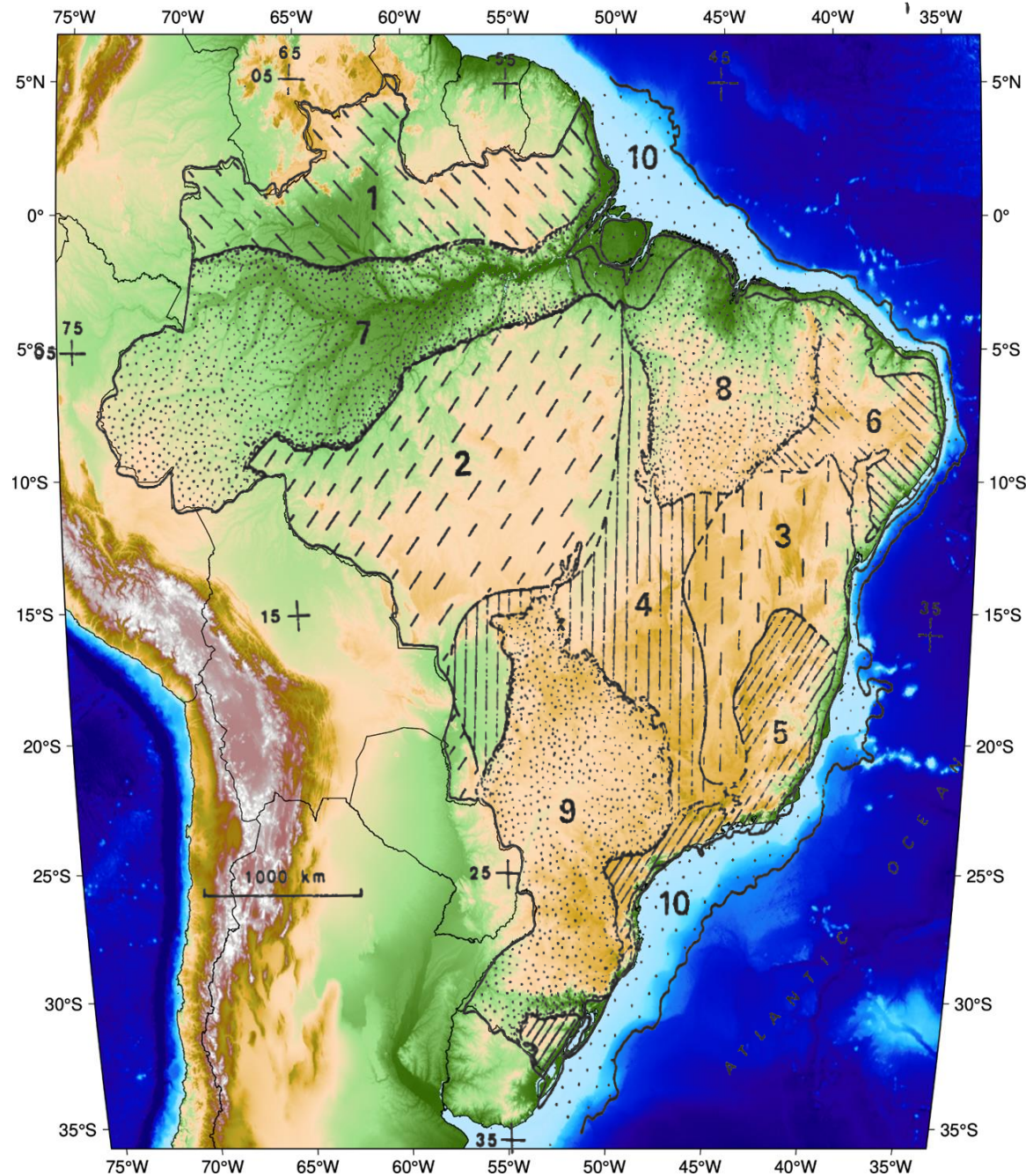
# Mapas gravimétricos

# Topography





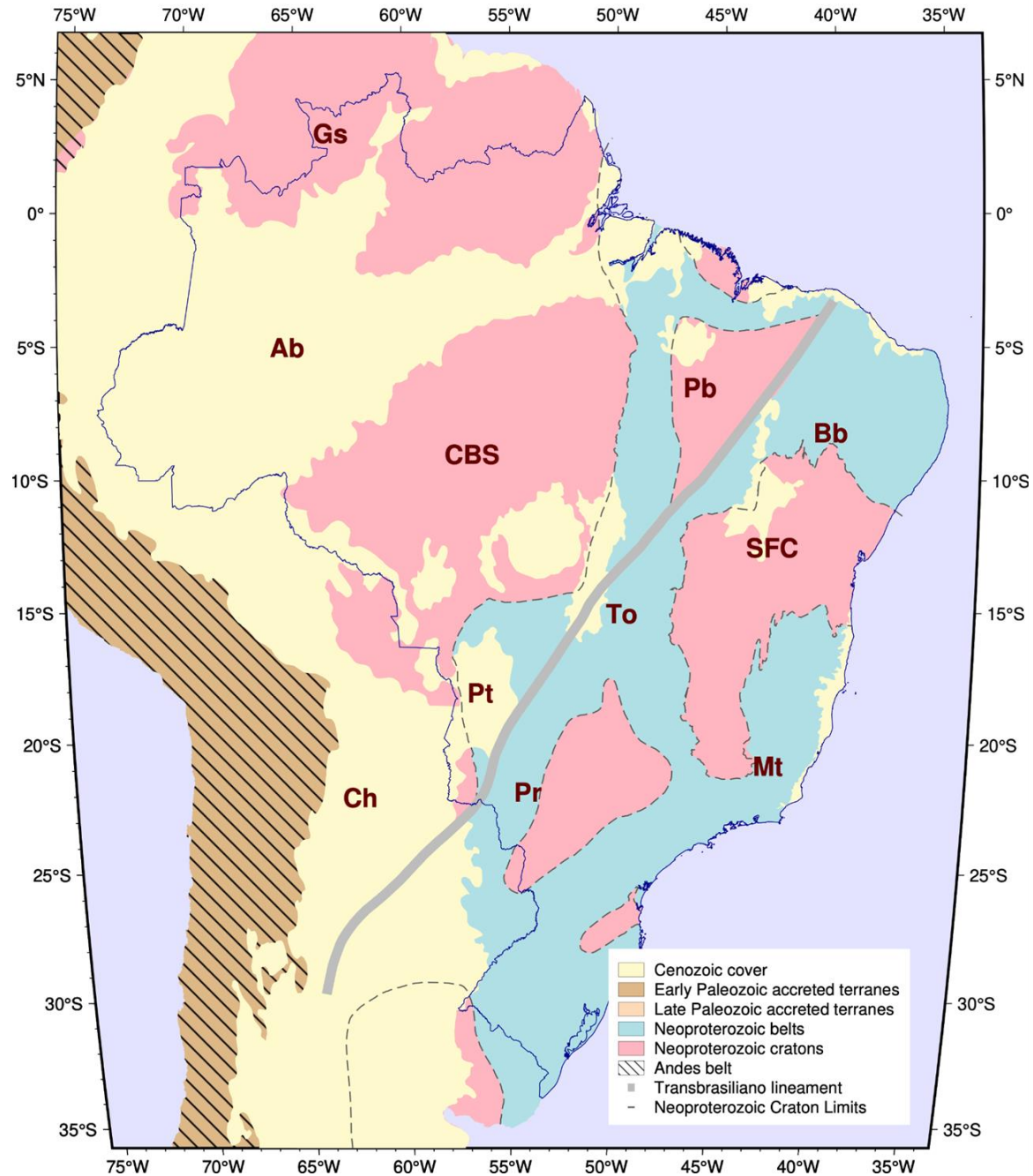
# Topography



## Províncias Estruturais do Brasil

- 1 - Rio Branco
- 2 - Tapajós
- 3 - São Francisco
- 4 - Tocantins
- 5 - Mantiqueira
- 6 - Borborema
- 7 - Amazônica
- 8 - Parnaíba
- 9 - Paraná
- 10 - Província Costeira e Margem Continental

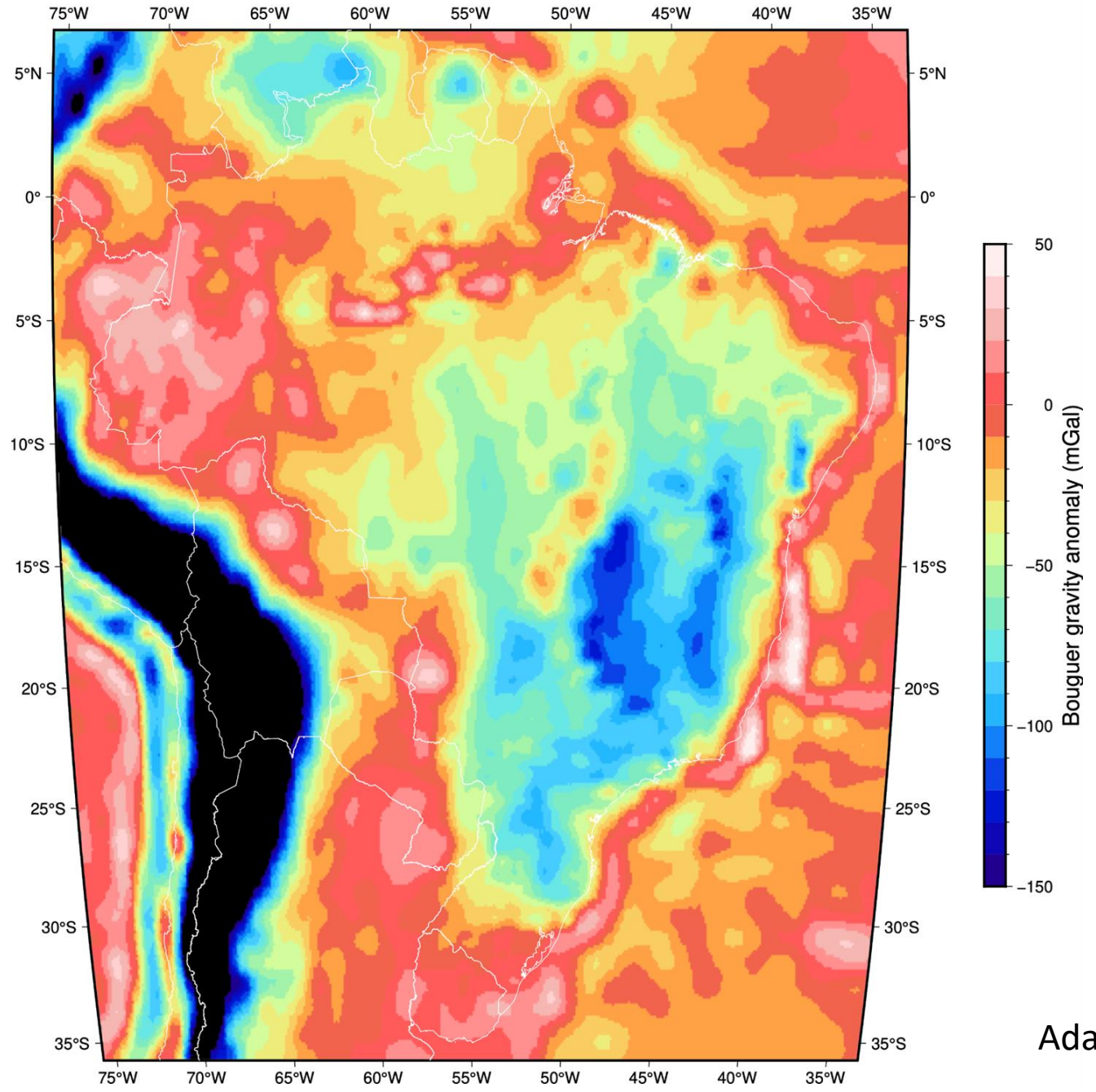
# South America Tectonic Provinces

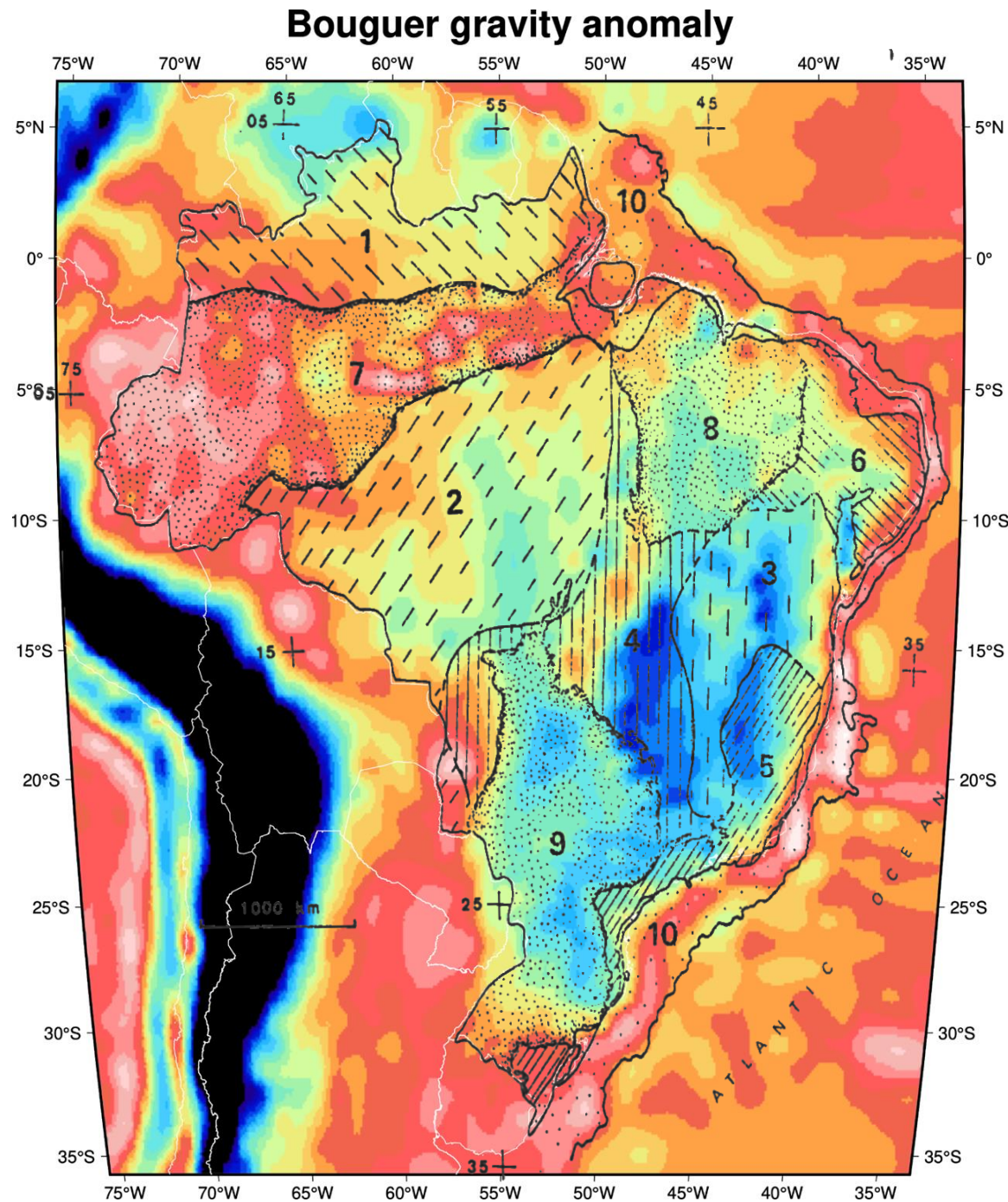


Adaptado de Cordani et al.  
(2016)



# Bouguer gravity anomaly



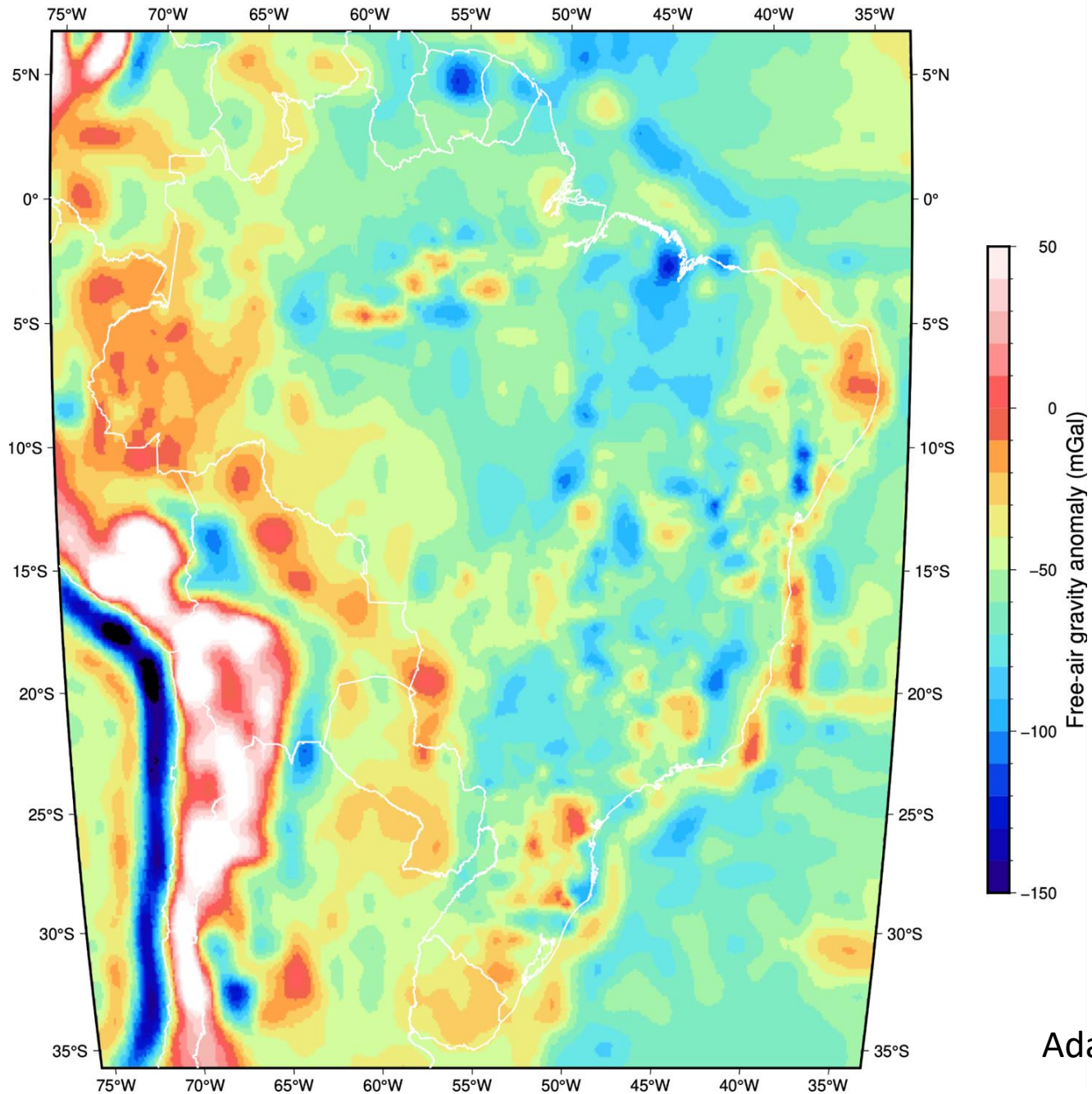


### Províncias Estruturais do Brasil

- 1 - Rio Branco
- 2 - Tapajós
- 3 - São Francisco
- 4 - Tocantins
- 5 - Mantiqueira
- 6 - Borborema
- 7 - Amazônica
- 8 - Parnaíba
- 9 - Paraná
- 10 - Província Costeira e Margem Continental

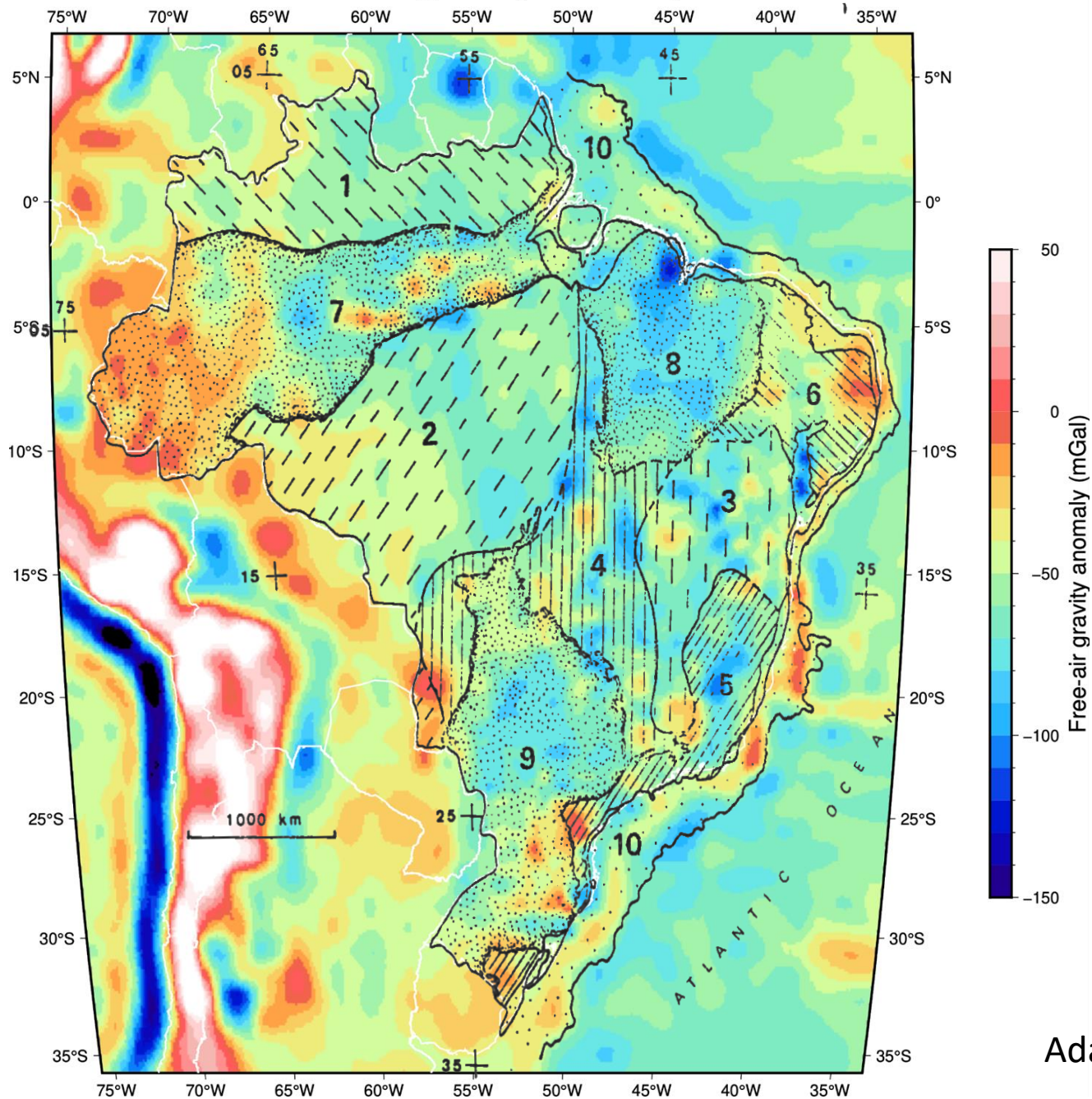


# Free-air gravity anomaly





# Free-air gravity anomaly



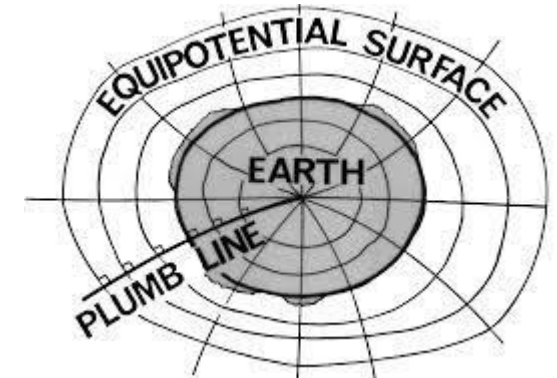
## Províncias Estruturais do Brasil

- 1 - Rio Branco
- 2 - Tapajós
- 3 - São Francisco
- 4 - Tocantins
- 5 - Mantiqueira
- 6 - Borborema
- 7 - Amazônica
- 8 - Parnaíba
- 9 - Paraná
- 10 - Província Costeira e Margem Continental

Geóide – uma superfície importante

# Superfícies equipotenciais

- Associado ao campo potencial (campo escalar) pode-se definir superfícies equipotenciais.
  - Superfície equipotencial = superfície com potencial constante.
  - A superfície equipotencial que coincide com o nível médio dos mares não perturbado é conhecida como geoide.
  - Linhas de campo e a aceleração da gravidade serão sempre perpendiculares às equipotenciais, em especial ao geoide.
- Nenhum trabalho é realizado deslocando-se uma partícula ao longo de uma superfície equipotencial.
  - A superfície equipotencial é uma boa órbita para satélites que gastam menos combustível para se manter em órbita
- Somente uma superfície equipotencial pode existir em qualquer ponto do espaço.
- Distância entre superfícies equipotenciais é uma medida da intensidade do campo.
  - A atração gravitacional diminui com a distância ao centro de massa, as equipotenciais ficam cada vez mais afastadas entre si à medida que nos afastamos da Terra.



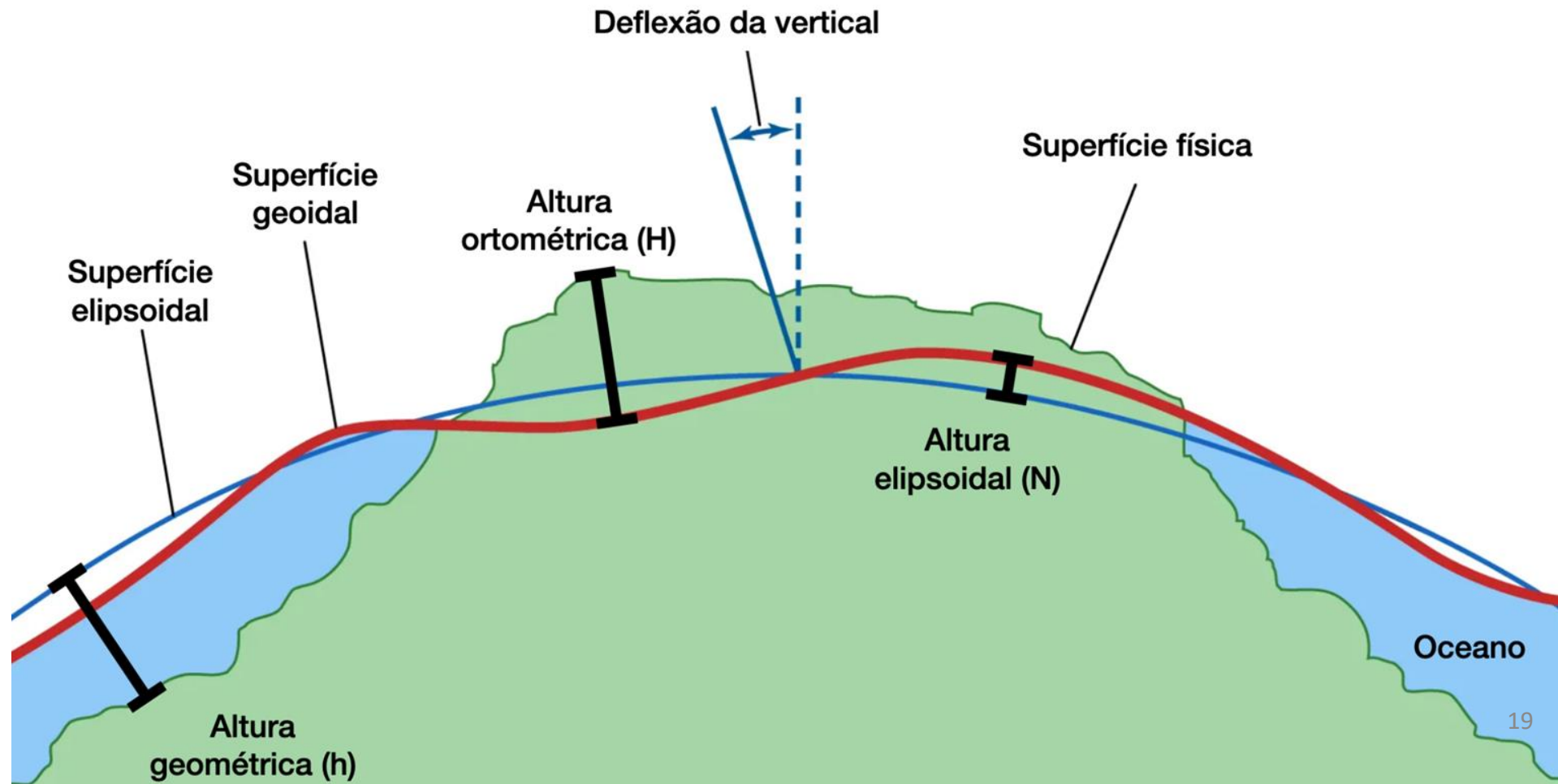
Vaníček et al.  
(2012)

# Superfícies em gravimetria

- Superfície física
- Superfície do geoide ou geoidal
- Superfície do elipsóide ou elipsoidal

$H \perp$  sup. geoidal

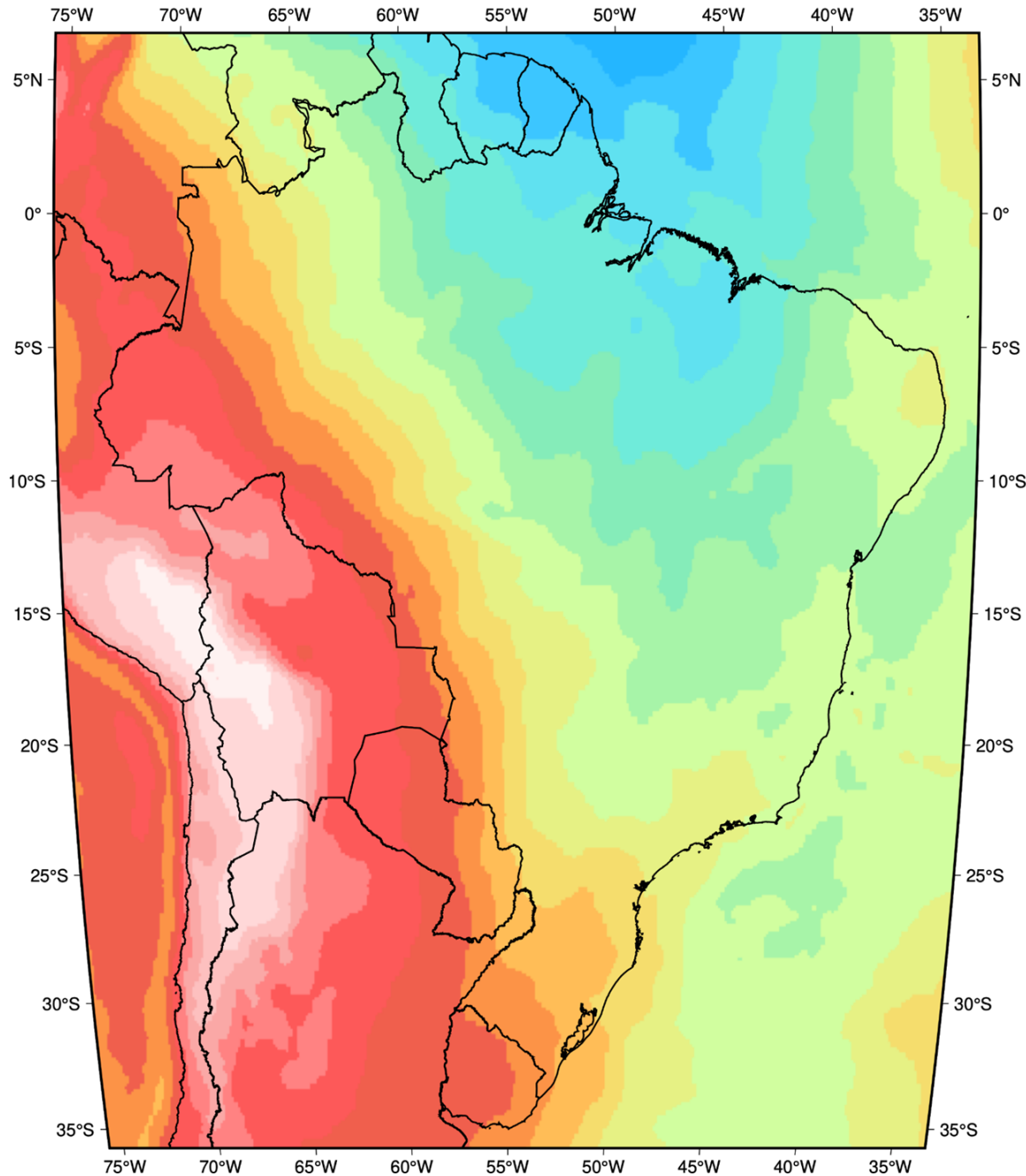
$h \perp$  sup.  
elipsoidal



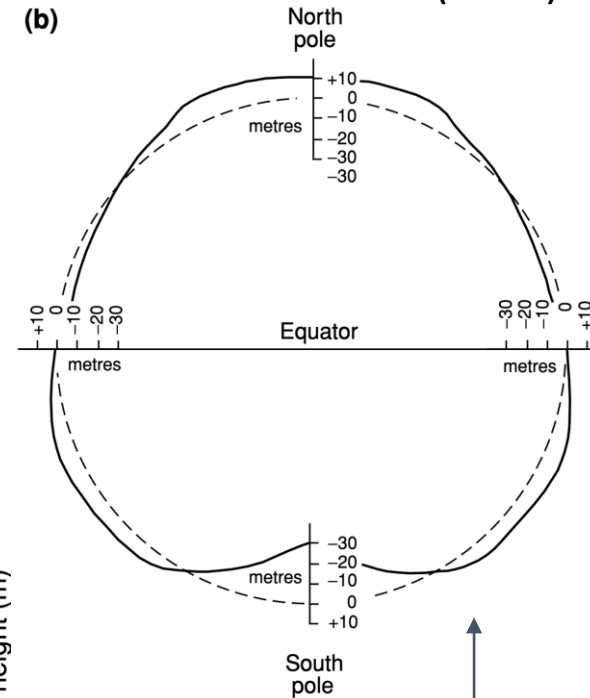
# Superfície geoidal

- É uma superfície equipotencial que corresponde ao nível médio dos mares.
- Cada ponto dessa superfície dista **N** do elipsóide (altura elipsoidal).
- Não tem descrição cartográfica, é calculada através da soma do potencial gravitacional e do potencial rotacional, resolvida em harmônicos esféricos até ordem 360, atualmente, a partir de medidas de vários elementos do campo de gravidade, especialmente aquelas obtidas por satélite.
- Utilizada para as correções gravimétricas de ar-livre, Bouguer e modelos isostáticos.
- **Altura elipsoidal/geoidal (N)**
  - Define a diferença entre o elipsóide e o geoide
  - No geral, essa diferença é de poucos metros (positivo ou negativo)
  - $N = h - H$  (altura elipsoidal = altura geométrica - altura ortométrica)

# Geoid height



## Fowler (2005)



Forma “média” da Terra comparada com o esferóide de referência.

Diferença entre o geóide e o esferóide de referência na América do Sul.



# Anomalia do geóide na América do Sul e África

A distribuição de anomalias de geóide, calculadas com auxílio dos dados gravimétricos, em conjunto com outros dados geofísicos, permite estudar aspectos tectônicos e de evolução da litosfera, que podem ter implicações na gênese e acúmulo de reservas minerais (Molina, 2019).

