

Forma da Terra

Profa. Dra. Rúbia Gomes Morato

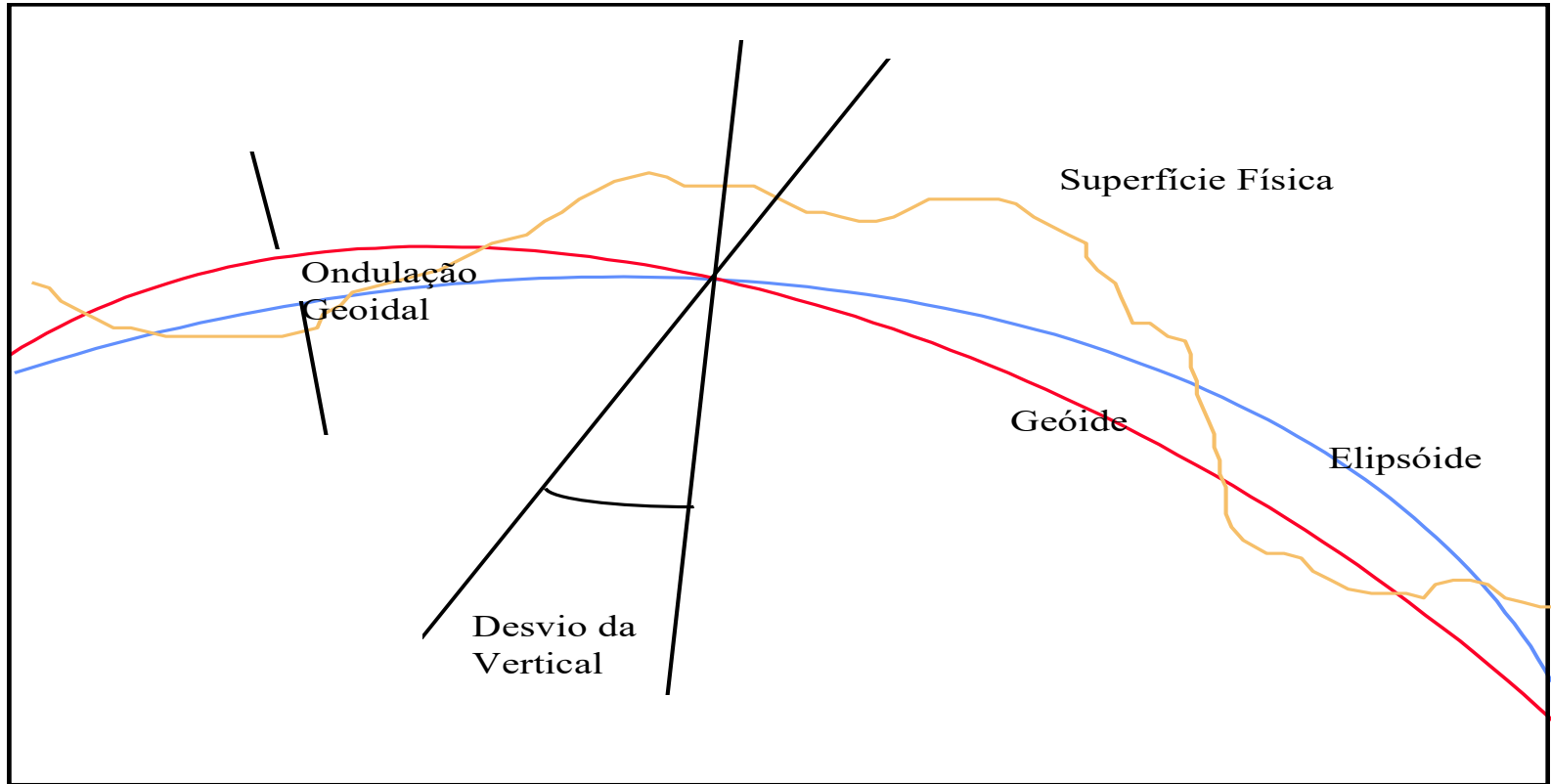
Representação da forma da Terra

Elipsóide – forma matemática mais simples que melhor se aproxima do geóide.

Esfera – forma matemática, com soluções analíticas para todas as operações sobre a sua superfície, e que em determinadas condições de escala, é uma boa aproximação do geóide.

Plano – forma inadequada, mas que pela facilidade de cálculo que apresenta, pode ser utilizada para escalas muito grandes, representando superfícies do geóide de pequena área (aproximadamente com raio de 8 km). Apenas para planimetria. A altitude é afectada pela curvatura terrestre, mesmo em áreas pequenas e deve ser corrigida.

Três superfícies

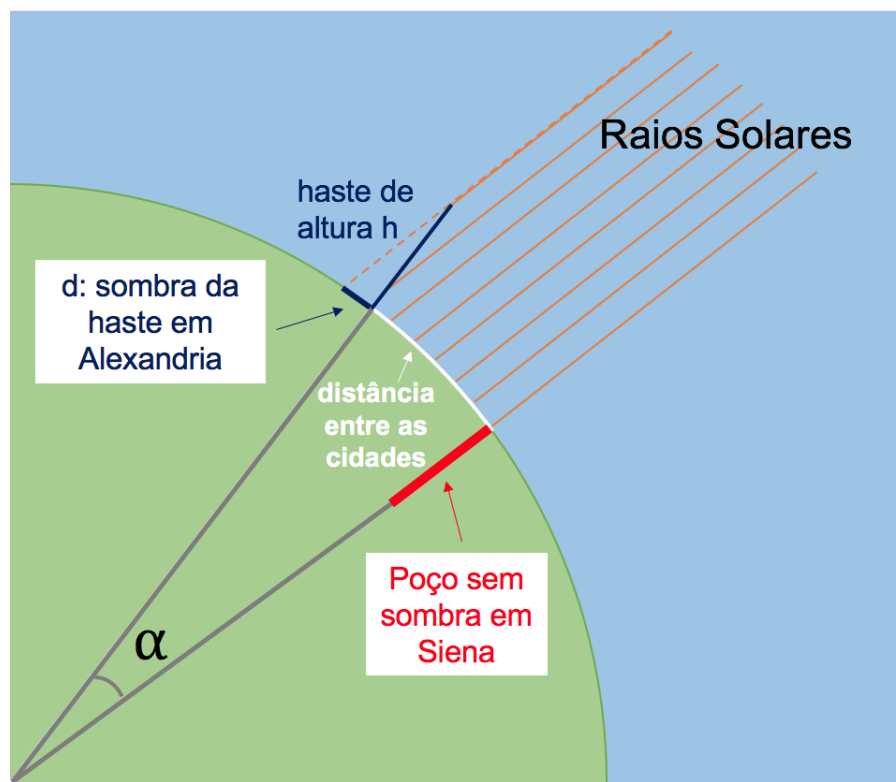


FORMA E DIMENSÃO DA TERRA

Os primeiros estudos:

- Pitágoras (séc. 6ac): foi quem fez o primeiro estudo da forma da terra, alegando o planeta terra ser um modelo esférico;
- Aristóteles (séc. 4ac): primeiros argumentos científicos em relação a forma esférica da terra. A sua teoria tinha caráter gravitacional.
- Erastóstones

Experimento de Erastóstones

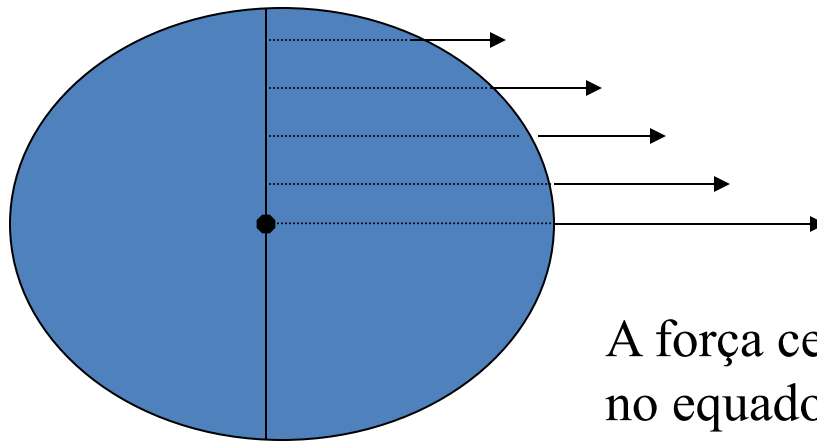


AZEVEDO et al
(2021)

- Alexandria e Siena estaria à distância de 5.000 estádios (1 estádio = 185m)
- incidia dos raios solares formando um ângulo de $7^{\circ}12'$
- Como $7^{\circ}12'$ equivalem a 5 mil estádios
- 360° (circunferência da Terra) iriam equivaler a 250.000 estádios
- Aproximadamente 46.250 km
- Atualmente assume-se como aproximadamente 40.000 km a circunferência média da Terra

FORMA E DIMENSÃO DA TERRA

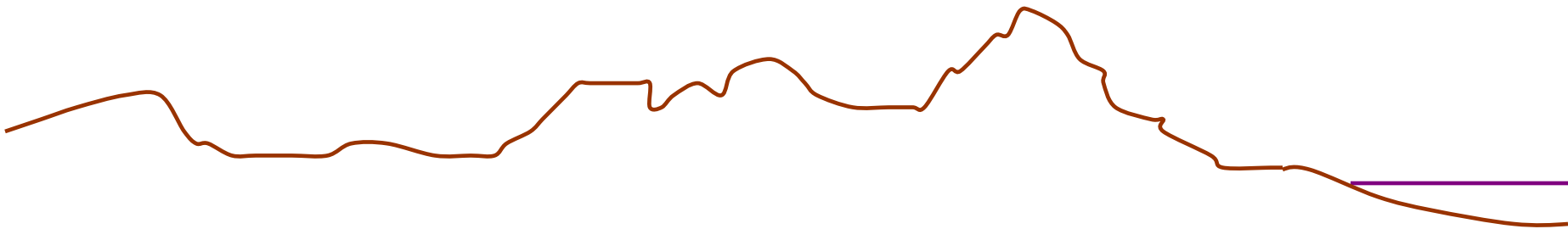
- Isaac Newton (séc. 17): a forma esférica é incompatível com o movimento de rotação da terra. Em função da força centrífuga, existe um achatamento nos polos.



A força centrífuga é maior no equador e nos polos é menor. Assim, temos um achatamento.

FORMA E DIMENSÃO DA TERRA- SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA

- A **superfície da terra** corresponde a forma verdadeira da terra com suas montanhas, vales, oceanos e outras incontáveis saliências e reentrâncias geográficas (TIMBÓ, 2001);
- Trata-se da superfície física real;

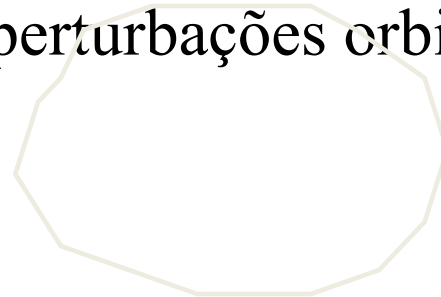


FORMA E DIMENSÃO DA TERRA- GEOIDE

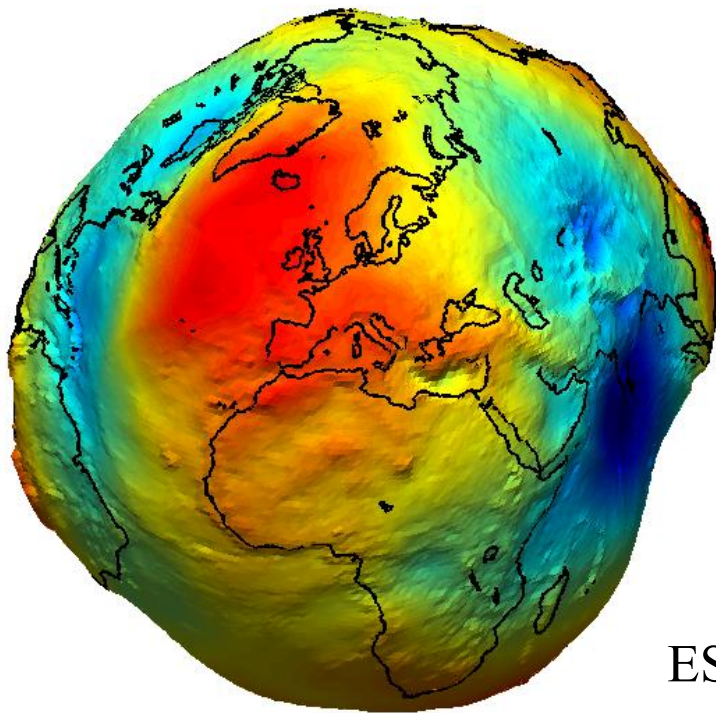
- O Geoide corresponde a forma verdadeira da superfície terrestre subtraídas das montanhas e dos vales, considerando que estes elementos são muito pequenos (máximo 10 km) em relação ao diâmetro da terra (TIMBÓ, 2001);
- Segue o nível médio dos mares não perturbados prolongado para os continentes;

FORMA E DIMENSÃO DA TERRA- GEOIDE

- Possui forma aproximadamente esférica com suaves ondulações e achatada nos pólos;
- Não possui definição matemática;
- O diâmetro equatorial é 43Km maior que o diâmetro polar;
- É utilizada como referência para medidas de altitude;
- É determinado por observações astronômicas, medições gravimétricas ou pelo estudo das perturbações orbitais de satélites artificiais da terra;



FORMA E DIMENSÃO DA TERRA- GEOÍDE



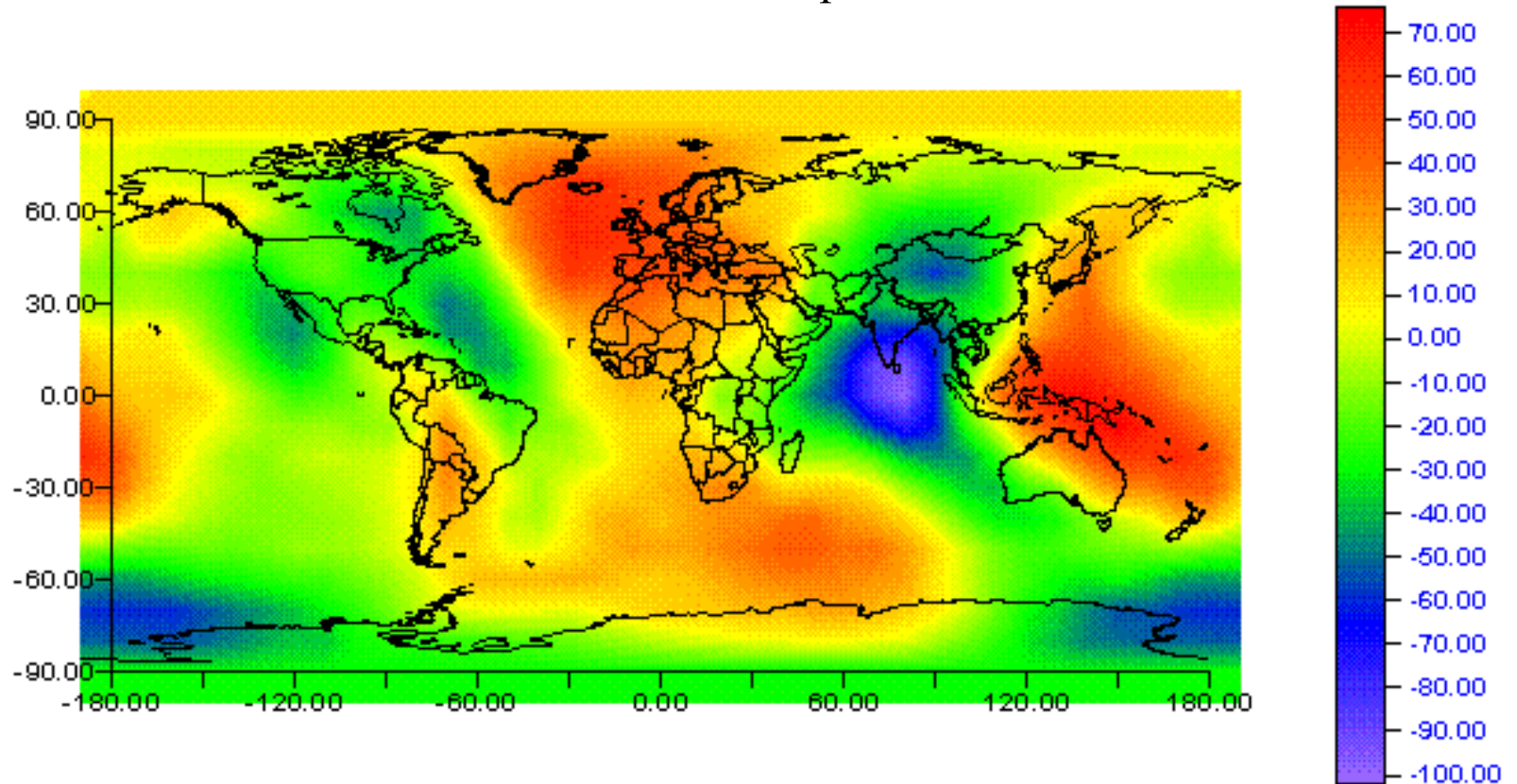
Ondulação do Geóide:

Máxima: + 70m no Oceano Atlântico;

Mínima: -100 m no Oceano Índico.

ESA (2004)

ALTITUDE GEOIDAL - Elipsoide WGS 84



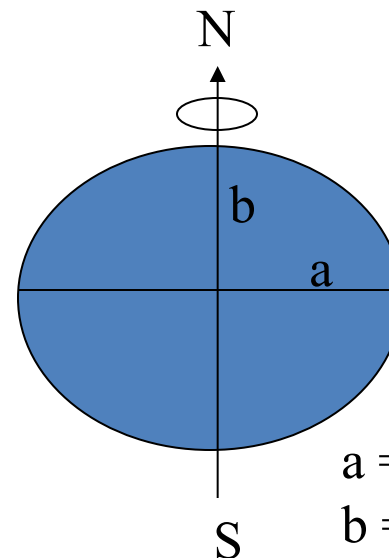
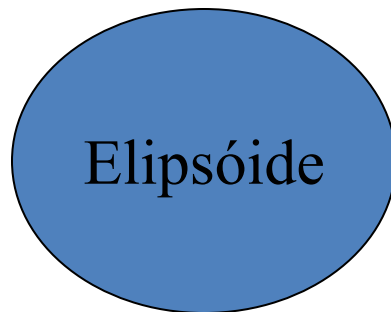
FORMA E DIMENSÃO DA TERRA – O ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO

De acordo com Timbó (2001):

- O elipsóide de revolução é definido como sendo o sólido geométrico gerado por uma elipse que gira em torno de seu eixo menor (eixo polar);
- Constitui a forma definida matematicamente que mais se aproxima da forma verdadeira da terra;
- É a forma que permite maior precisão na representação da terra.

FORMA E DIMENSÃO DA TERRA – O ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO

- As cartas topográficas e o GPS estão referenciadas a um elipsóide;
- O elipsóide é a forma padrão considerada pela geodésia para trabalhos de precisão.



a = semi eixo maior;
b = semi eixo menor.

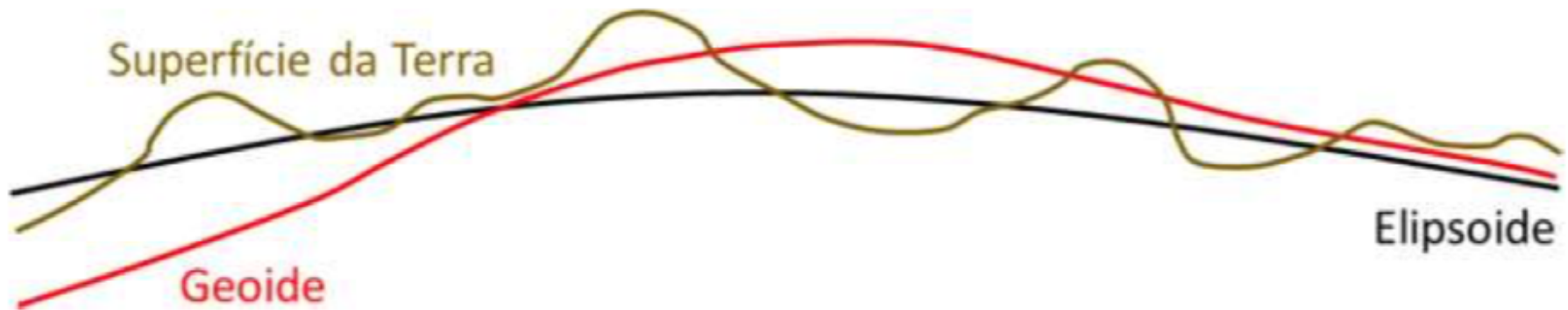
FORMA E DIMENSÃO DA TERRA – O ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO

- O modelo matemático mais adequado para a representação da terra é o elipsóide de revolução;
- Países e continentes adotam elipsóides ligeiramente diferentes, com o objetivo de encontrar um melhor ajuste em relação as suas características regionais e uma maior precisão local;
- Existem vários modelos locais. A adoção de um modelo global (que seria o ideal) esbarra nas fronteiras políticas;
- Com o advento dos satélites GPS, surgiu o WGS 84. O GPS utiliza um modelo global geocêntrico.

Alguns elipsóides

Nome	Data	a	b	f	Utilização
Delambre	1810	6376428	6355598	1/311,5	Bélgica
Everest	1830	6377276	6356075	1/300,80	Índia, Burma
Bessel	1841	6377997	6356079	1/299,15	Europa Central e Chile
Airy	1849	6377563	6356257	1/299,32	Inglaterra
Clarke	1866	6378208	6356584	1/294,98	USA
Hayford	1924	6378388	6356912	1/297,0	Mundial
Krasovsky	1940	6378245	6356863	1/298,30	Rússia
Ref. 67	1967	6378160	6356715	1/298,25	Brasil e América do Sul
WGS 84	1984	6378185	6356???	1/298,26	Mundial levantamento de satélites

FORMA E DIMENSÃO DA TERRA: SUPERFÍCIES DE REFERÊNCIA CONSIDERADAS



SAMPAIO, BRANDALIZE (2018)

FORMA E DIMENSÃO DA TERRA – O ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO

- Estudos geodésicos apresentam diferentes valores para os elementos do elipsóide;
- Diferentes regiões devem adotar como referência os elipsóides mais indicados;
- No Brasil, o *Datum* córrego alegre utilizou o elipsóide de Hayford, cujas dimensões foram consideradas as mais apropriadas para a América do Sul;
- O *Datum* SAD 69 (que também é muito utilizado nas cartas topográficas do IBGE) utiliza o elipsóide de referência de 1967 da União Astronômica Internacional.

FORMA E DIMENSÃO DA TERRA – O ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO

Elipsóides adotados no Brasil (depende da data da carta/mapa):

Elipsóide	Raio Equador R(m)	Raio Polar R(m)	Achatamento
União			
Astronômica	6.378.160,00	6.356.776,00	1/298.25
Internacional			
Hayford	6.378.388,00	6.366.991,95	1/297

Novo Sirgas: Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

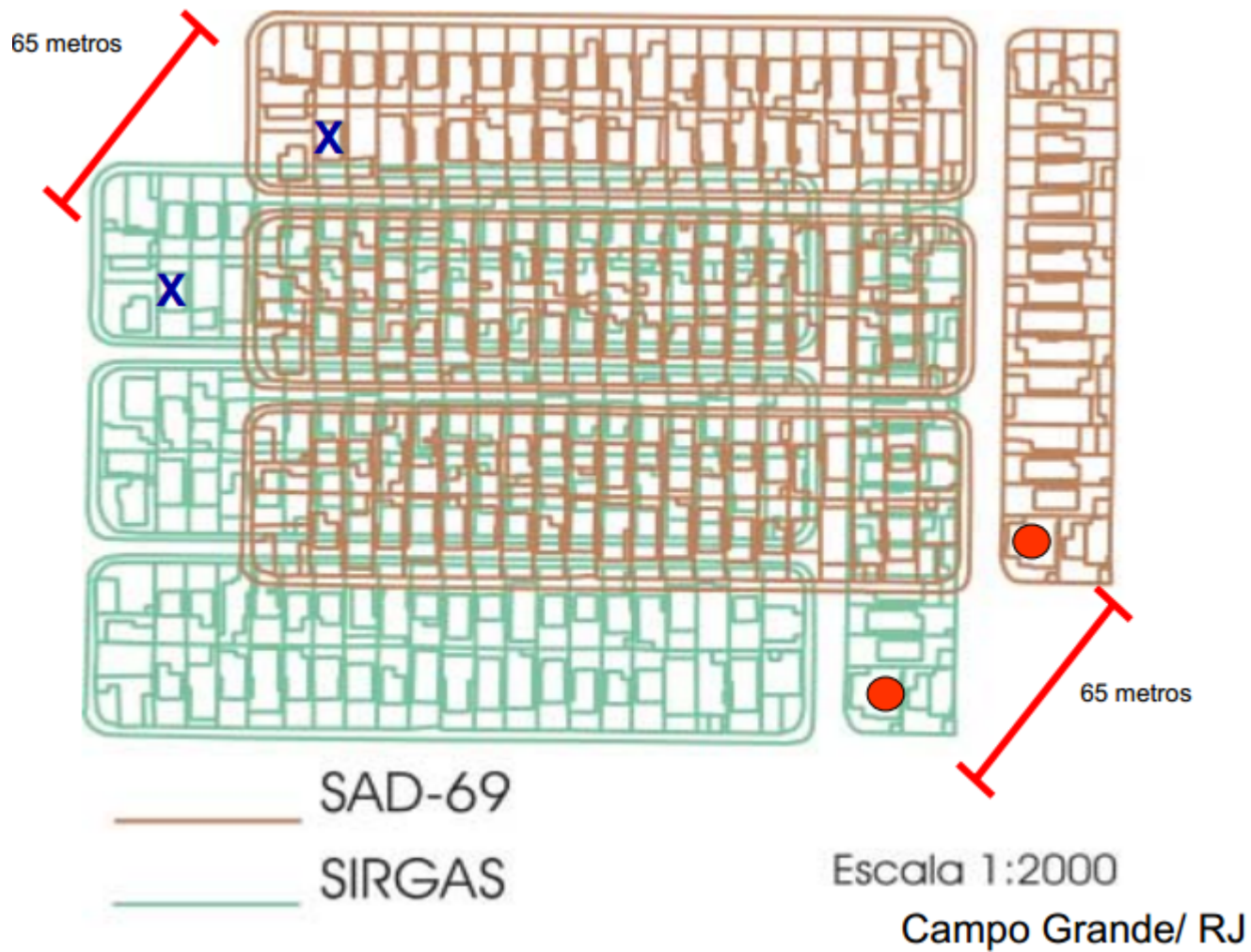
International Terrestrial Reference System (estabelecido pela International Astronomical Union (IAU) e International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)):

ITRS 6.378.137 6.376.752,3141 1/298,257222101

Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (Sirgas)

- Houve um período de transição em que era possível utilizar o SAD-69 e o Sirgas 2000.
- Desde 2015 o Sirgas é obrigatório.
- Foi concebido em função das necessidades de adoção de um sistema de referência compatível com as técnicas de posicionamento global (como o GPS).

Diferença entre SAD-69 e Sirgas



http://www.ibge.gov.br/seminario_referencial_geocentrico/portugues/arquivos/Duque_Estrada_01dez2004_Impactos_Painel1_II_Seminario.pdf

Referências

- AZEVEDO, Levi OA et al. Revisitando o Experimento de Eratóstenes: medida do raio de Terra. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, 2021. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0354>
- ESA (2004) The Earth's gravity field (geoid). Disponível em: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2005/04/The_Earth_s_gravity_field_geoid
- FITZ, P. Cartografia Básica. Ed Oficina de Textos. São Paulo 2008.
- IBGE (2004) II Seminário sobre Referencial Geocêntrico no Brasil http://www.ibge.gov.br/seminario_referencial_geocentrico/portugues/arquivos/Duque_Estrada_01dez2004_Impactos_Painel1_II_Seminario.pdf
- IBGE, Noções básicas de cartografia. ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/cartografia/nocoas_basicas_cartografia.pdf.
- SAMPAIO, T. V. M., BRANDALIZE, M. C. B. Cartografia geral, digital e temática. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 2018, 210 p. Disponível em: <http://www.prppg.ufpr.br/site/ppggeografia/wp-content/uploads/sites/71/2018/03/cartografia-geral-digital-e-tematica-b.pdf>
- TIMBÓ, M. A. Elementos de cartografia. Belo Horizonte: UFMG, 2001. 57p. Disponível em: ftp://www.cefetes.br/Cursos/Geomatica/Joel/Geoprocessamento/Elementos_de_Cartografia.pdf. Acesso em 3 fev. 2015.