

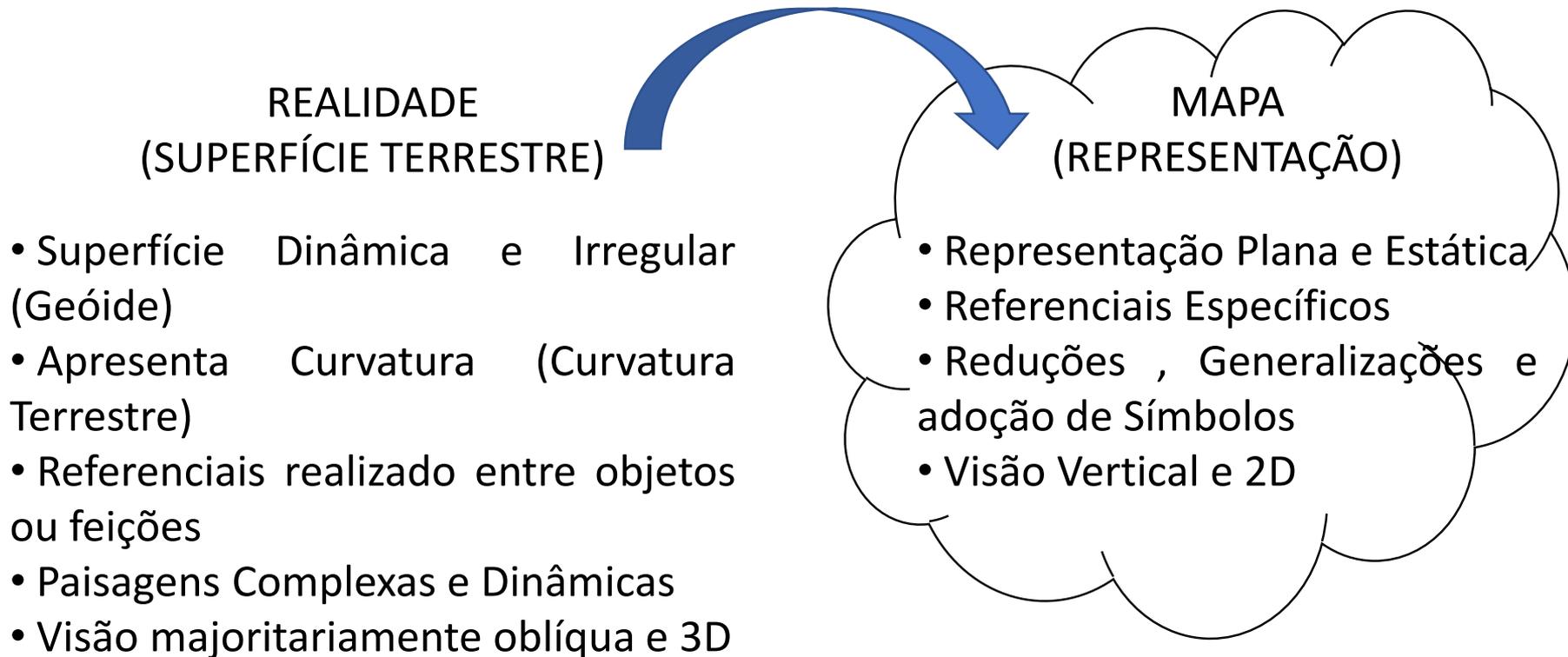
CARTOGRAFIA BÁSICA

Prof. Vinicius Seabra

2017

Rediscussão de Conceitos Fundamentais

Mapear significa representar de forma reduzida, generalizada e precisa (georreferenciada) diferentes objetos, feições, processos e eventos passíveis de serem localizados espacialmente.



- **MODELOS DA CARTOGRAFIA**

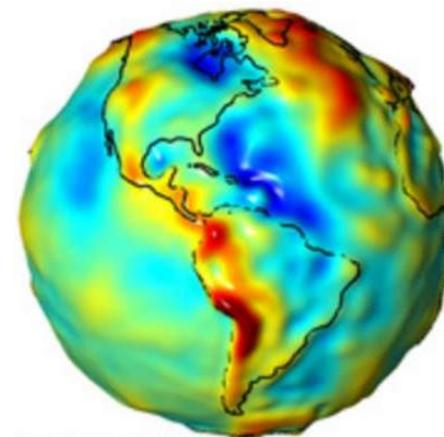
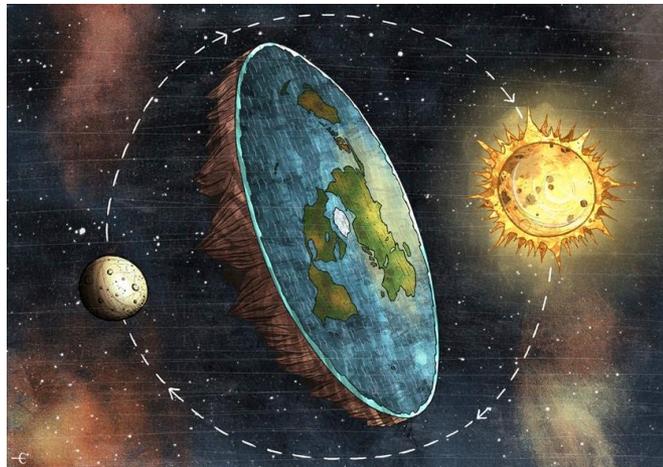
- ❑ **Sistemas Geodésicos de Referência** → Serve para “substituir” a superfície irregular da Terra, por uma superfície regular (Elipsoide), passível de cálculos matemáticos.

- ❑ **Sistemas Projetivos** → Serve para “transferir” as informações presentes na superfície terrestre, que tem sua curvatura, para uma superfície plana.

- ❑ **Sistemas de Coordenadas** → Serve para localizar espacialmente todos os objetos ou feições representadas no mapa.

- ❑ **Escalas** – Todos os objetos do mundo real devem ser reduzidos, na mesma proporção, para serem representados no mapa!

A VERDADEIRA FORMA DA TERRA



OS GREGOS E AS TEORIAS SOBRE A FORMA DA TERRA

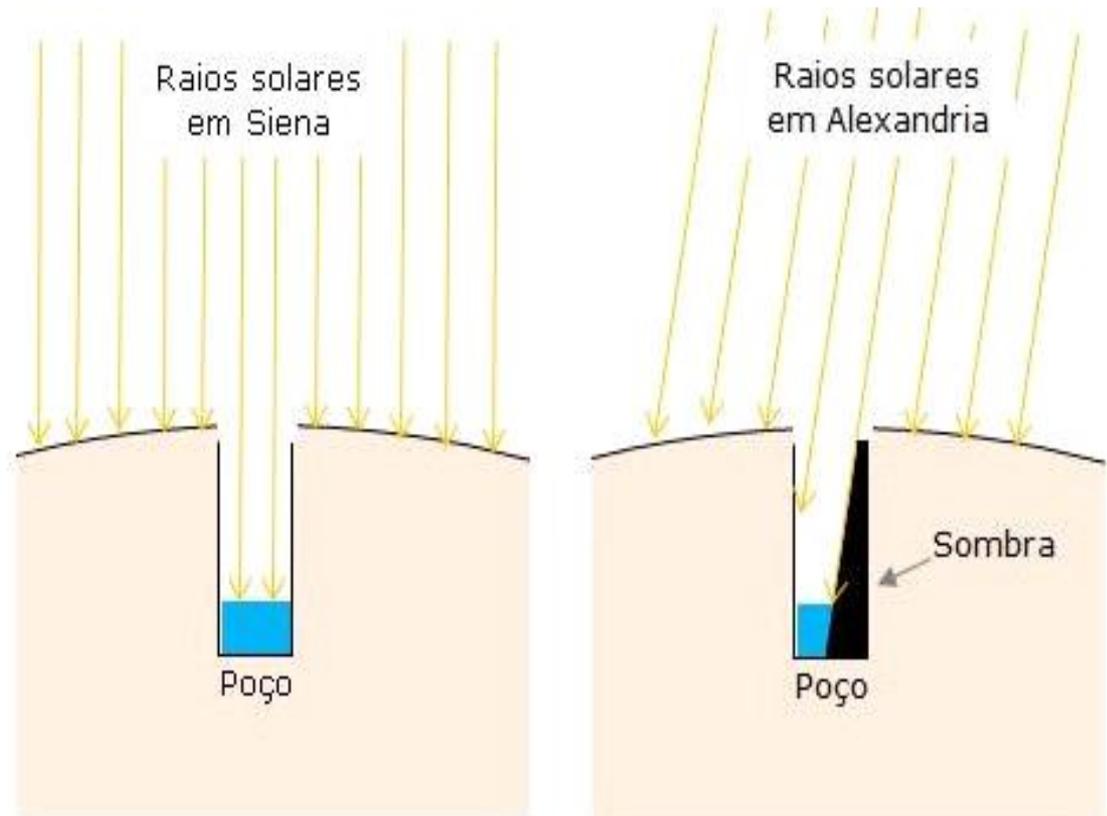
- Na Grécia antiga alguns pensadores buscavam elementos que comprovassem as teorias baseadas na hipótese de que a Terra possuía uma forma esférica, que muitos já naquela época acreditavam ser verdadeiras.
- Pitágoras, por exemplo, 528 a.C. classificou a forma do nosso planeta como esférica.
- A comprovação de que a Terra realmente possuía uma superfície esférica veio somente por volta do ano 200 a.C, com um experimento realizado por Erastóstenes.



O EXPERIMENTO DE ERASTÓSTENES

Este grande pensador Grego descobriu que no dia do solstício de verão, para o Hemisfério Norte, justamente ao meio dia, na cidade de Siena, os raios do Sol iluminavam todo o fundo de um poço vertical.

No entanto, no mesmo dia em Alexandria, que estava localizada mais ao norte, ele verificou que os raios solares estavam inclinados, não iluminando diretamente o fundo do poço como ocorrera em Siena.



O planeta Terra possui uma inclinação de aproximadamente $23^{\circ} 27'$ em relação ao seu próprio eixo de rotação. Esta inclinação faz com que ocorra uma distribuição desigual dos raios solares entre os Hemisférios Norte e Sul do planeta, o que inclusive faz com que enquanto no Hemisfério Norte é verão, no Sul estamos no inverno, e vice-versa.



O solstício representa o momento em que o Sol atinge a maior declinação em latitude em relação à linha do Equador, ou seja, é o momento em que a Terra está mais "inclinada" em relação ao Sol.

No solstício de verão no hemisfério norte a insolação é direta no trópico de Câncer

ERASTÓSTENES colocou uma estaca vertical em Siena e outra em Alexandria, e observou que ao meio dia de 21 de junho, enquanto a estaca colocada em Siena não apresentava sombra, a de Alexandria apresentava sombra no terreno. Com esta experiência ele ainda verificou que em Alexandria a sombra da estaca projetada no terreno comprovava que os raios solares estavam inclinados cerca de $7^{\circ}12'$ em relação a superfície do terreno.

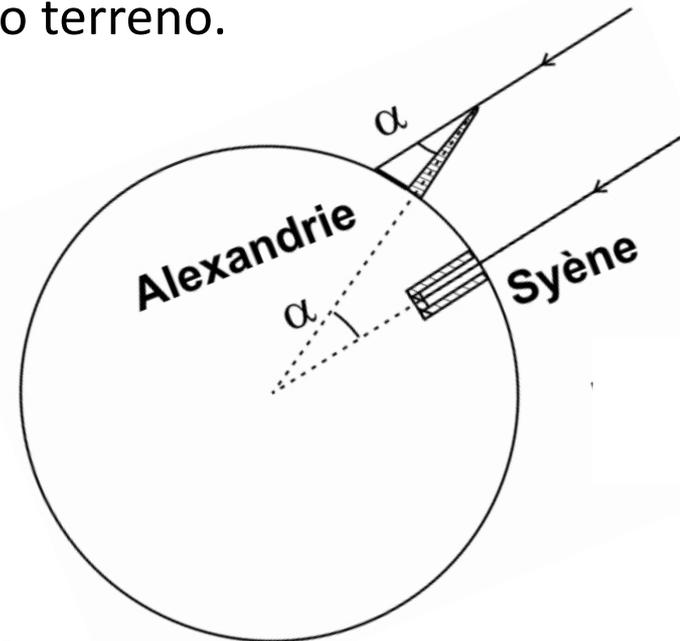
- se a distância entre as duas cidades é de 5.000 estádios (925 km);
- e se entre elas a diferença de inclinação entre os raios solares é de $7^{\circ}12'$, então:

$7^{\circ}12' - 5.000$ estádios

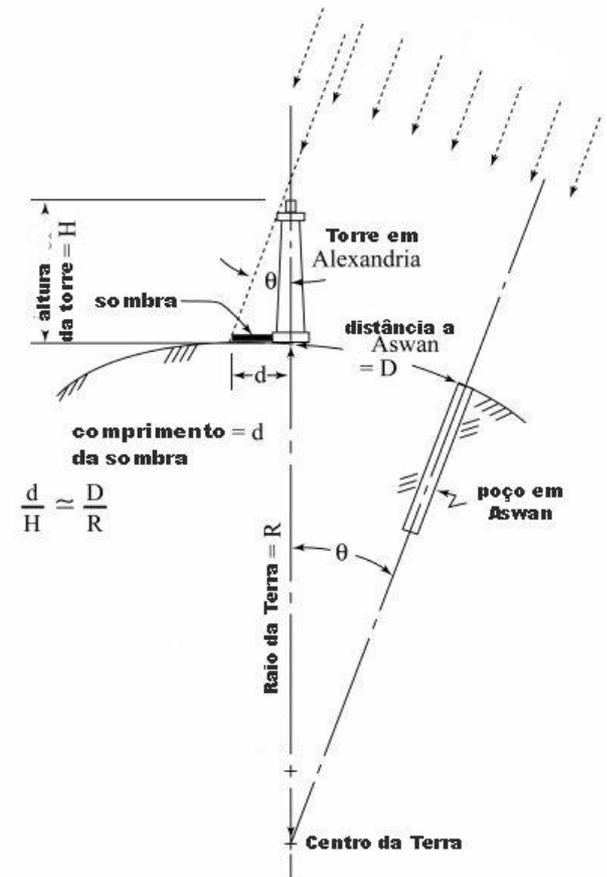
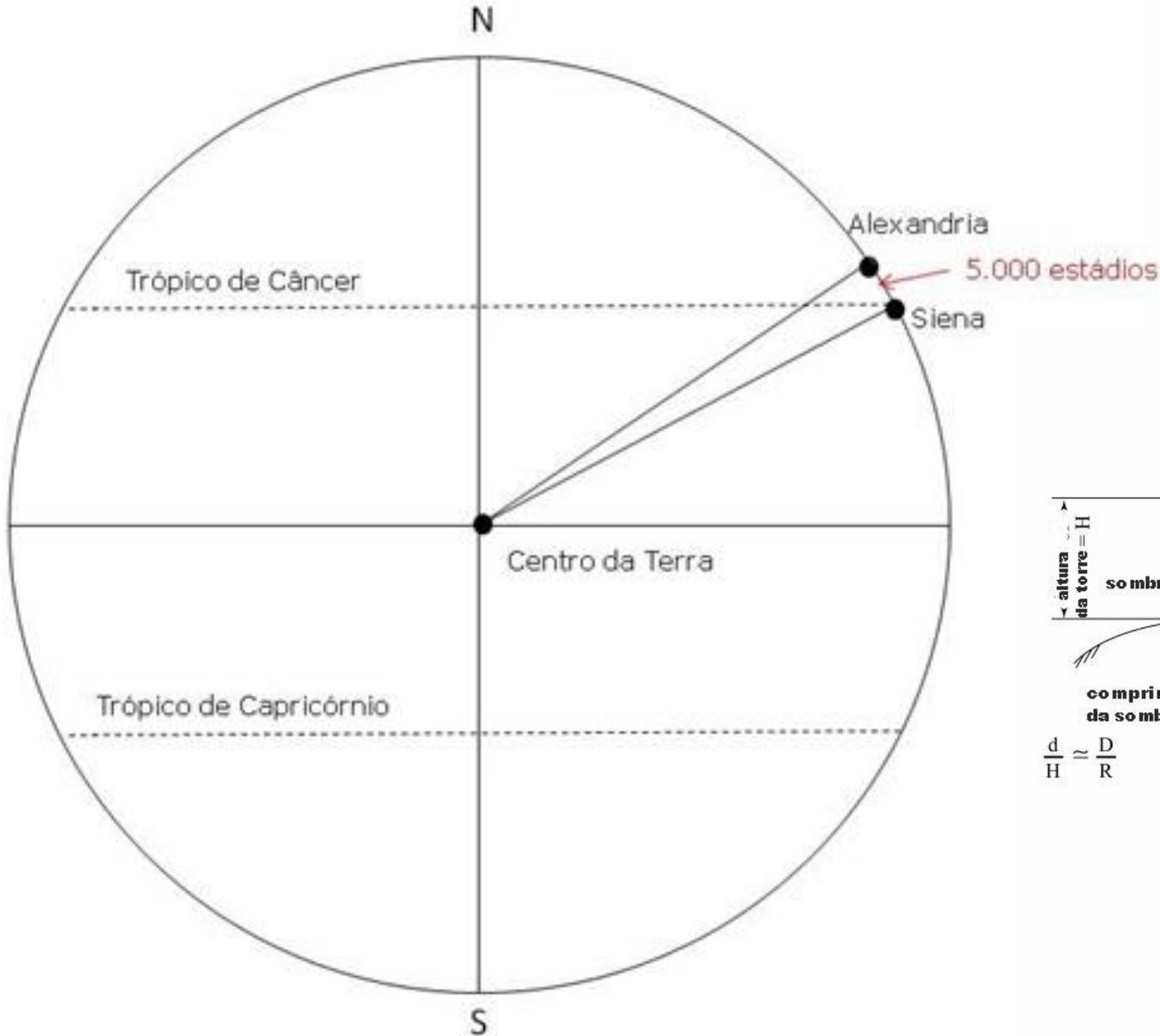
$360^{\circ} - x$, sendo $x = 250.000$ estádios ou 46.250 km

A circunferência real da Terra é de 41.761.478,94 m

Os erros foram porque a distância real entre as duas cidades é de cerca de 4.500 estádios e também porque Siena não estava no mesmo meridiano que Alexandria!



O EXPERIMENTO DE ERASTÓSTENES



NA IDADE MÉDIA

A Idade Média marcou um período de imenso retrocesso para a Cartografia. Neste período imaginava-se que a Terra tinha a forma de um disco plano, com abismos e monstros marinhos ao seu final.



AS GRANDES NAVEGAÇÕES

As grandes navegações fizeram com que as reflexões e questões apontadas pelos gregos voltassem a ser consideradas, e a esfericidade terrestre voltou a ser pauta importante nas discussões científicas. A percepção de que os barcos vão sumindo lentamente ao afastar-se no horizonte, a projeção da sombra da Terra na Lua durante os eclipses e outros eventos importantes estimularam ainda mais estas discussões.



ISAAC NEWTON

No Século XVII que o inglês Newton e o holandês Huygens afirmaram que a Terra não era um esfera perfeita, já que possuía um sutil achatamento nos polos. Estes cientistas descobriram que esse achatamento ocorre devido à combinação da força da gravidade e ao movimento de rotação da Terra (força centrífuga). Desde então passou-se a considerar a Terra não mais uma esfera perfeita, assumindo desde então que a figura geométrica mais semelhante ao nosso planeta seria o Elipsoide.



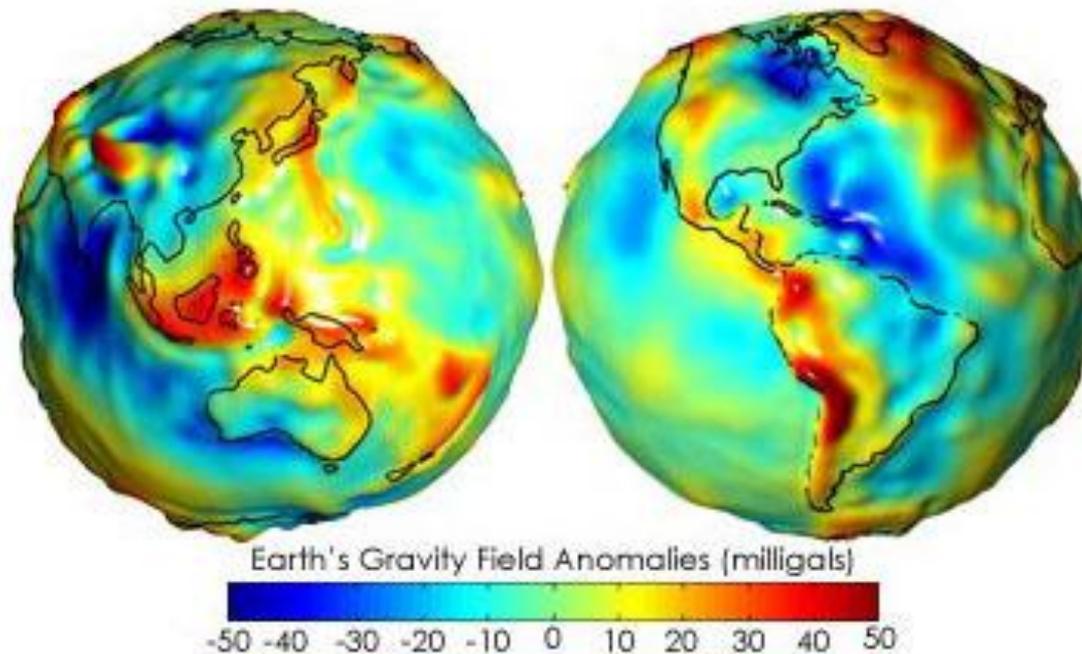
Diâmetro Polar → 12.713,5 km

Diferença de 42,78 km

Diâmetro Equatorial → 12.756,28 km

Carl Friedrich Gauss

No século XIX, o matemático alemão chamado Carl Friedrich Gauss introduziu o Geóide como a verdadeira forma da Terra. Ou seja, a partir de então a Terra não seria definida como uma esfera e nem mesmo como um elipsóide, e sim como um Geóide



O GEOIDE

Pois os diferentes materiais que compõem a superfície terrestre possuem diferentes densidades, fazendo com que a força gravitacional atue com maior ou menor intensidade nas mais diferentes localidades.

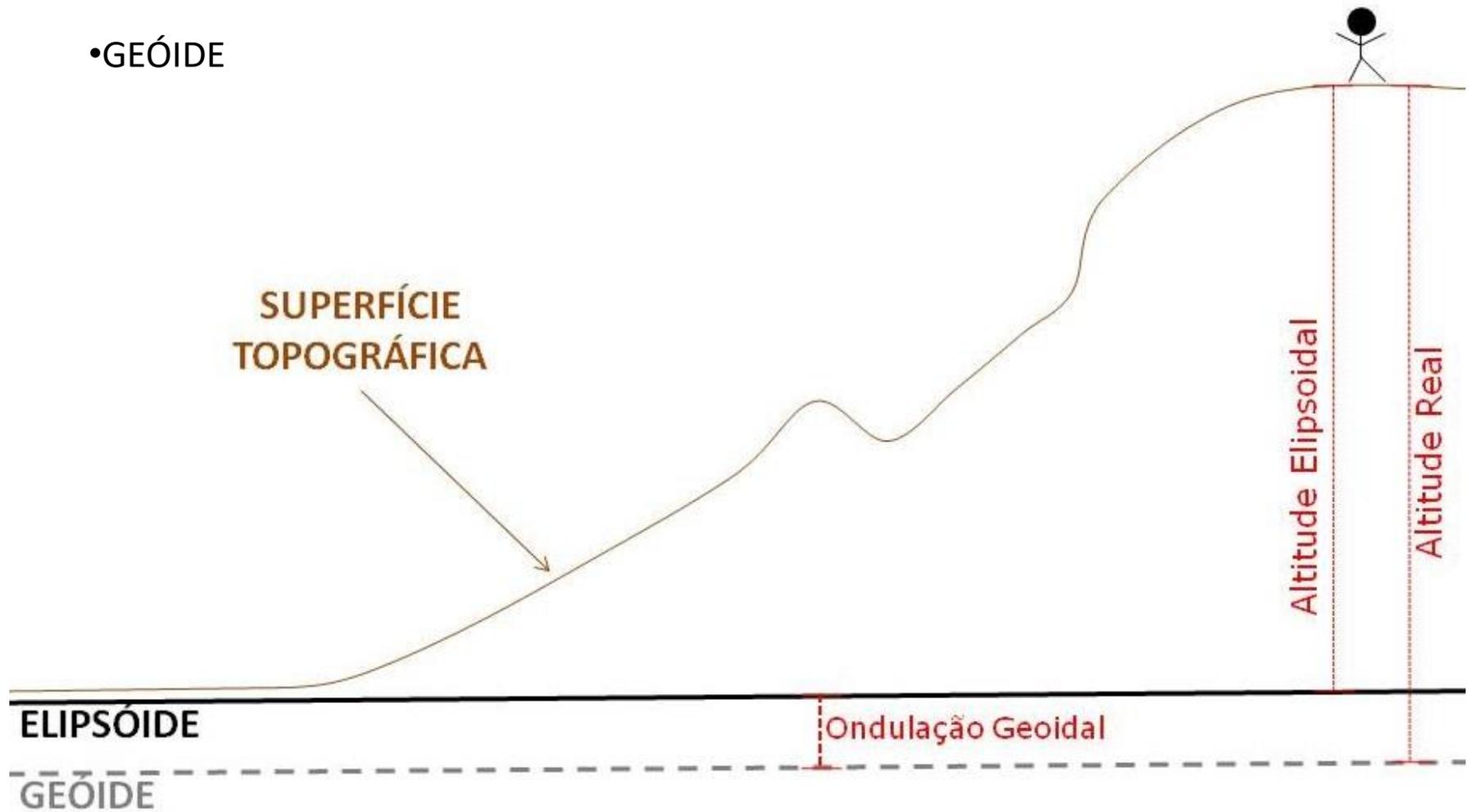
O Geóide é definido pela ação gravitacional, e se a gravidade atua com diferentes intensidades em áreas distintas, significa dizer que o Geóide possui uma superfície muito irregular. O Geóide é calculado a partir da superfície do nível médio dos mares sobre os continentes. É por esta razão que a medida de altitude é sempre referenciada pelo termo "acima do nível médio dos mares". Quando dizemos que o pico Everest tem 8.848,43 m de altitude, afirmamos que ele está a 8.848,43 m acima do nível médio dos mares.

O ELIPSOIDE

As medições de altimetria estão vinculadas ao Geóide, que é definido pelo prolongamento do nível médio e inalterado dos mares. Mas o referencial de planimetria, ou seja, o que define a origem e orientação do sistema de coordenadas não pode fazer uso do Geóide para suas representações, uma vez que o mesmo apresenta-se de forma irregular. Sendo assim, para os cálculos planimétricos a cartografia buscou outra figura geométrica para representação do nosso planeta. Esta figura deveria ser regular e ter uma forma bem parecida com o Geóide. Adotou-se então o Elipsoide, que é, portanto, a superfície de referência utilizada nos cálculos planimétricos. Desta maneira, é correto afirmar que o Elipsoide é o modelo matemático (geométrico) adotado para substituir o Geóide na elaboração das representações cartográficas.

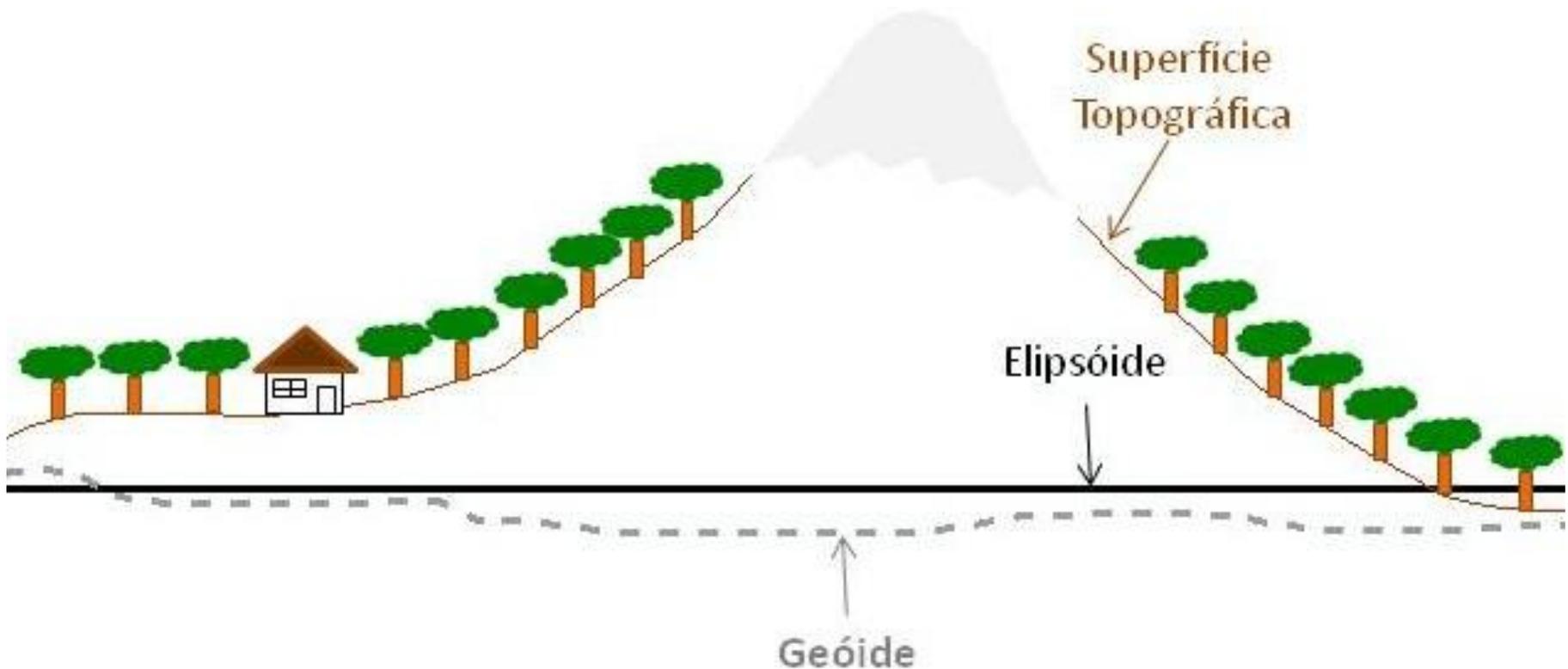
DIFERENÇA ENTRE AS 3 SUPERFÍCIES

- SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA
- ELIPSÓIDE
- GEÓIDE



DIFERENÇA ENTRE AS 3 SUPERFÍCIES

- SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA
- ELIPSÓIDE
- GEÓIDE

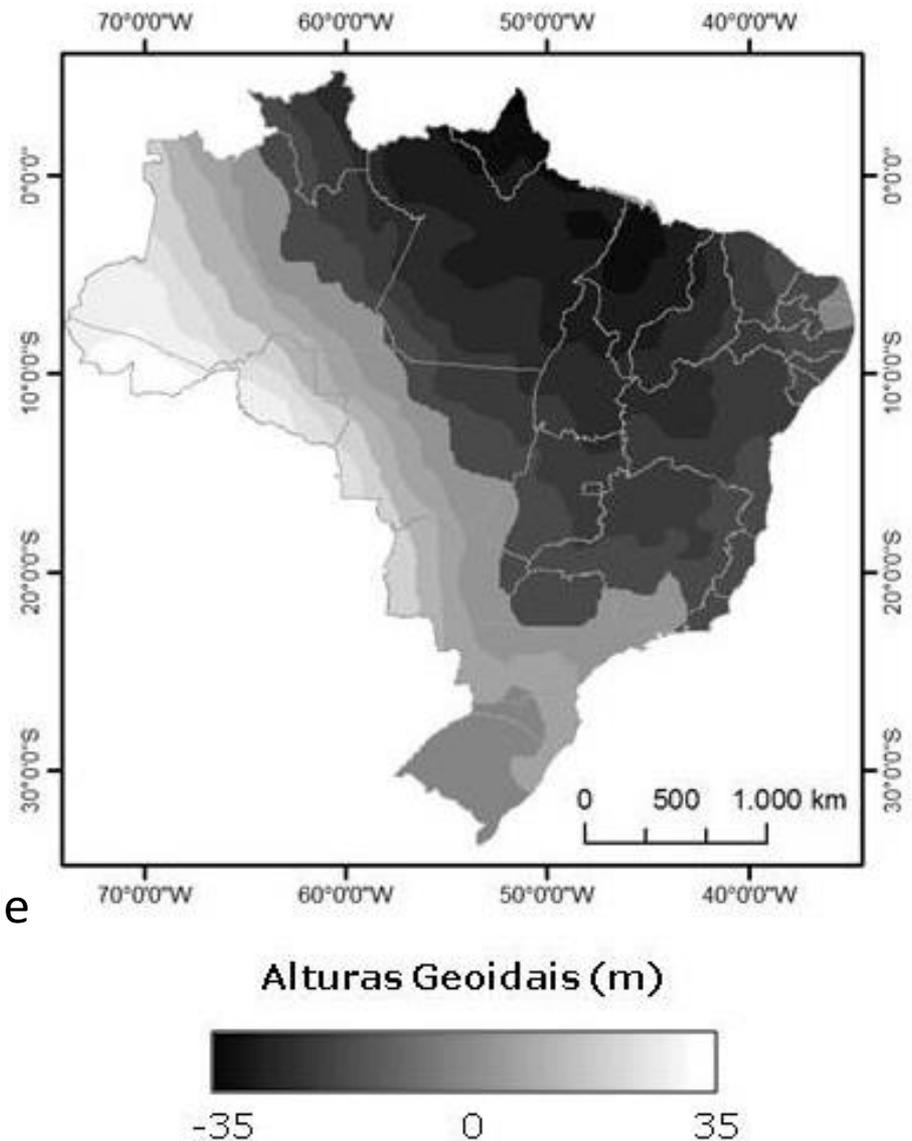


ALTURA GEOIDAL OU ONDULAÇÃO DO GEÓIDE (N)

“Distância contada sobre a normal, entre as superfícies geoidal e elipsoidal” (IBGE)

A grosso modo...

* Diferença entre o Geóide e o Elipsóide



$$\text{ALTITUDE REAL} = \text{ALTITUDE ELIPSOIDAL} - \text{ALTURA GEOIDAL}$$

MAPGEO – Modelo de Ondulação Geoidal



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Indicadores	População	Economia	Geociências	Canais	Download	Pesquisas	Sala de Imprensa
--------------------	------------------	-----------------	--------------------	---------------	-----------------	------------------	-------------------------

Geodésia

Introdução

SGB

- Introdução
- Rede Planimétrica
- Rede Altimétrica
- Rede Gravimétrica
- Redes Estaduais GPS
- Banco de Dados
- Modelo Geoidal

PPP

- Introdução

RBMC

- Introdução
- Estações
- Informações
- Download
- RBMC-IP
- PPP em tempo real
- Análise dos dados
- Cadastro
- Parcerias

RMPG

- Introdução
- Estações
- Download

SIRGAS

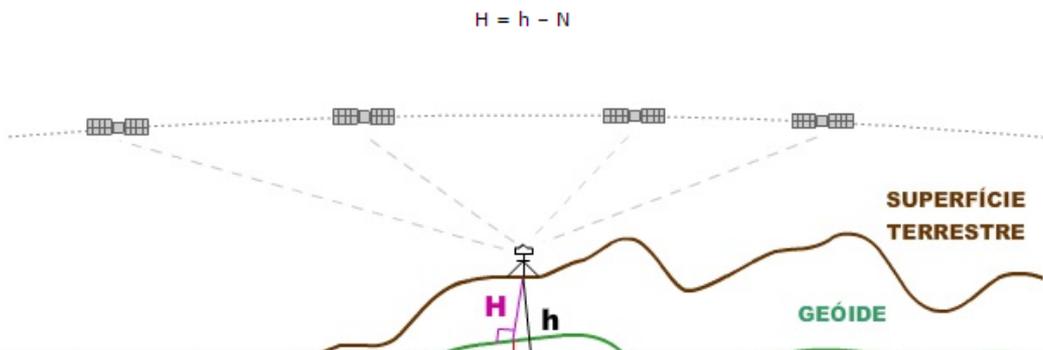
- Centro de Análise SIRGAS
- Centro de

Modelo de Ondulação Geoidal

Apresentação

Em função de sua rapidez e precisão na obtenção de coordenadas, os Sistemas Globais de Navegação por Satélite – GNSS (na sigla em inglês) revolucionaram as atividades que necessitam de posicionamento. Entretanto, a altitude determinada utilizando um receptor GNSS não está relacionada ao nível médio do mar (ou, de forma mais rigorosa, ao geoide), mas a um elipsoide de referência com dimensões específicas. Portanto, torna-se necessário conhecer a diferença entre as superfícies do geoide e do elipsoide, isto é, a altura (ou ondulação) geoidal, para que se possa obter a altitude acima do nível médio do mar (denominada ortométrica). Desta forma, existe um grande interesse por um modelo de ondulação geoidal brasileiro cada vez mais preciso para aplicações nas áreas de mapeamento e engenharia. É com este objetivo que o MAPGEO2015, assim como os modelos anteriores (MAPGEO2010, MAPGEO2004, MAPGEO92), foi concebido e produzido conjuntamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através da Coordenação de Geodésia (CGED), e pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. O novo modelo foi calculado com uma resolução de 5' de arco, e o Sistema de Interpolação de Ondulações Geoidais foi atualizado. Através deste sistema, os usuários podem obter a ondulação geoidal em um ponto ou conjunto de pontos, cujas coordenadas referem-se ao SIRGAS2000 e compreendidas entre as latitudes de 6°N e 35°S e entre as longitudes de 75°W e 30°W, dentro do território brasileiro.

Para converter a altitude elipsoidal (h), obtida através de receptores GNSS, em altitude ortométrica (H), é necessário utilizar o valor da altura geoidal (N) fornecida por um modelo de ondulação geoidal, utilizando a seguinte expressão:

$$H = h - N$$


SUPERFÍCIE TERRESTRE

GEÓIDE

H **h** **N**

Veja também

- O que é o Geoide?
- Apresentação
- Cálculo do Modelo
- Avaliação do Modelo
- Formas de Acesso
- Informações Importantes
- O que há de novo

Cartogramas (formato pdf)

- MAPGEO2015
- Distribuição de estações gravimétricas no MAPGEO2015
- Discrepâncias no modelo
- Diferenças entre o MAPGEO2010 e o MAPGEO2015

Download

- MAPGEO2015 - Modelo de Ondulação Geoidal

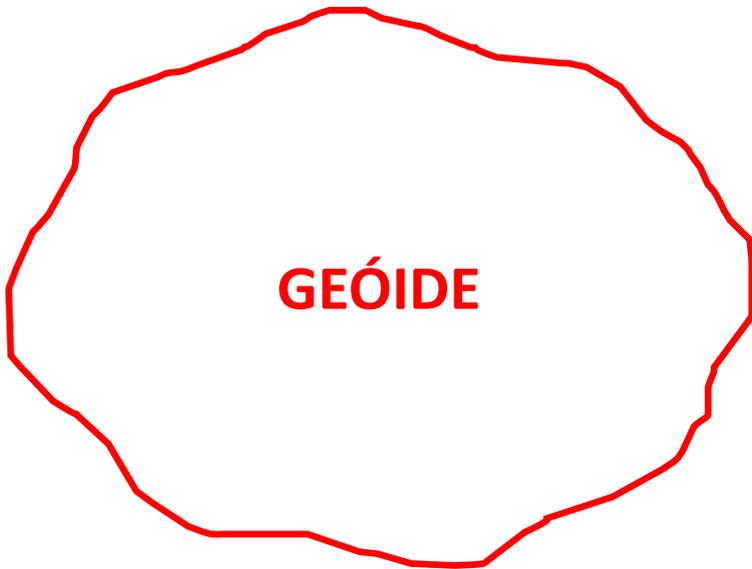
Relatórios (formato pdf)

- Relatórios de desenvolvimento do MAPGEO2015

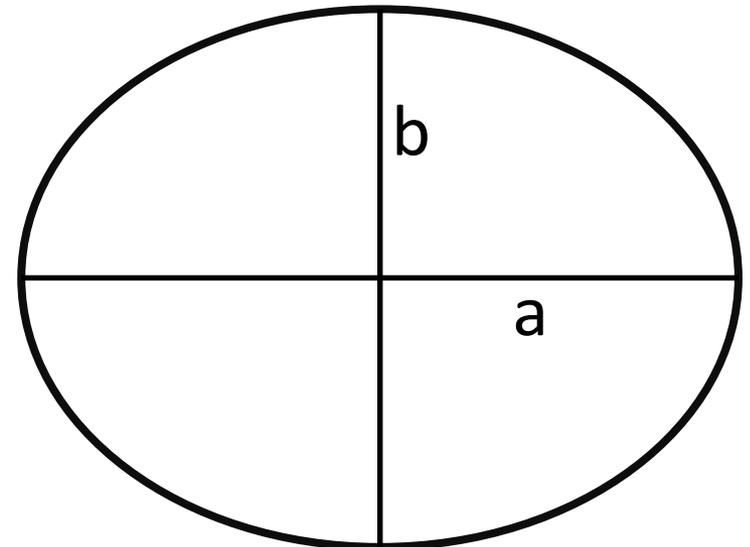
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA

Adota 3 referenciais:

- Referencial de Altimetria: Geoide, que no Brasil tem sua origem no Marégrafo de Imbituba (*Datum Vertical*).
- Referencial de Gravimetria: Estações Gravimétricas que recolhem dados sobre a gravidade.
- Referencial de Planimetria: Adoção de um Elipsoide de Referencia e sua orientação (*Datum Horizontal*)

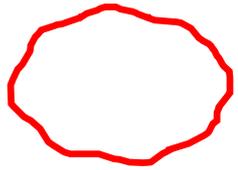


ELIPSÓIDE DE REFERÊNCIA

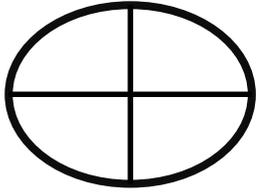


$$\text{Achatamento} = a - b / a$$

ORIENTAÇÃO DO SISTEMA



Geoide



Elipsoide de Referência



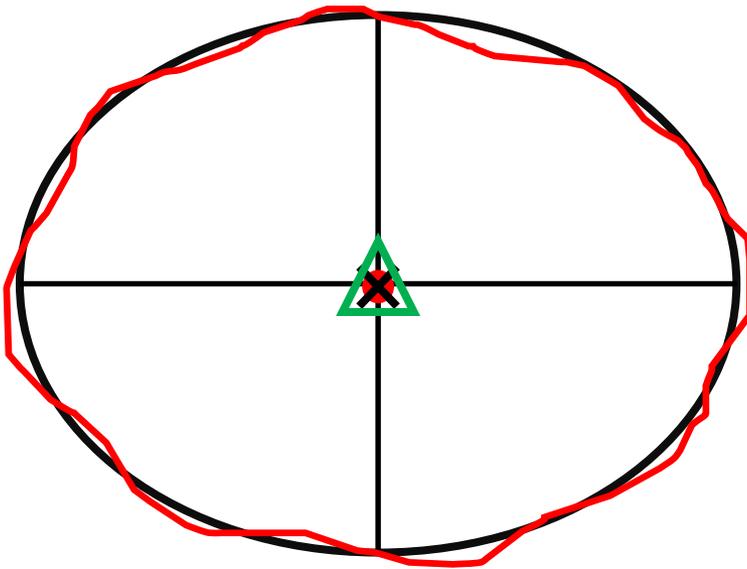
Centro do Elipsoide de Referência



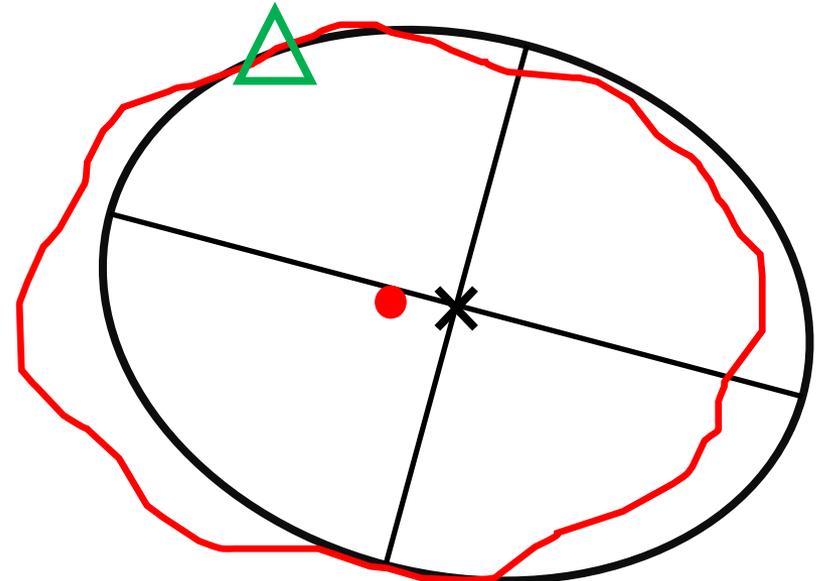
Centro do Geoide



Datum (Ponto de Amarração)



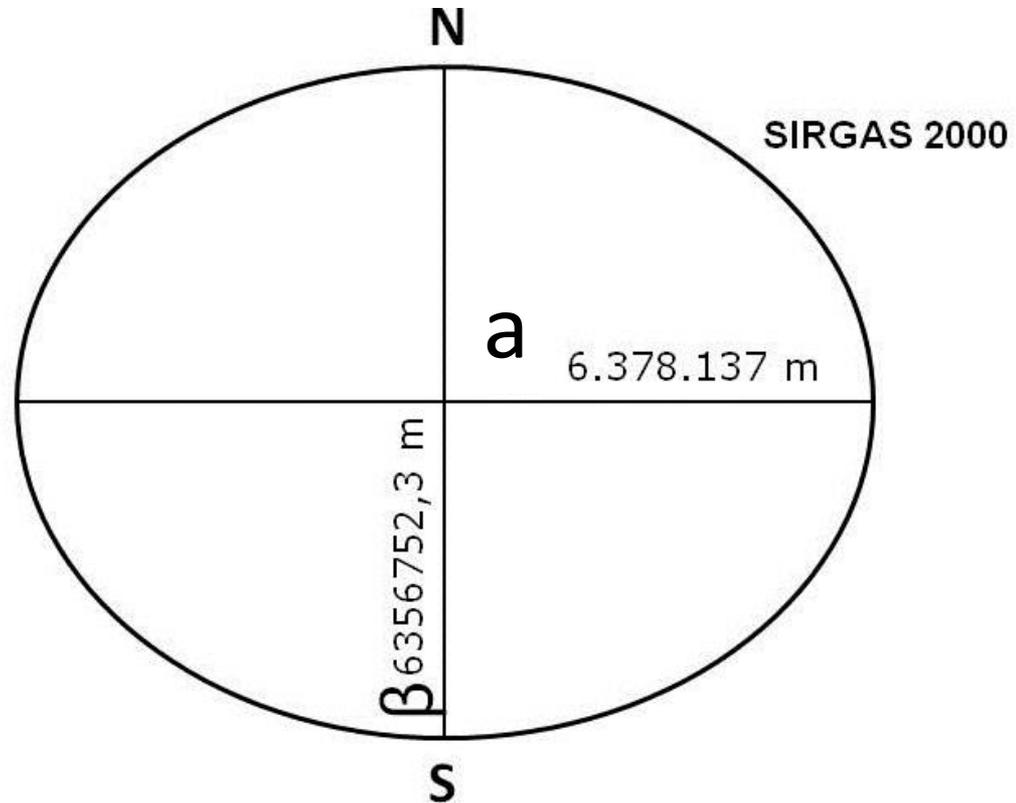
Sistema Geocêntrico
(Global)



Sistema Topocêntrico
(Local)

SIRGAS 2000

O referencial planimétrico oficial brasileiro é dado pelo Sistema de **Referência Geocêntrico** para as Américas (SIRGAS 2000), que foi adotado depois de ter sido amplamente discutido no meio cartográfico latino americano. O SIRGAS 2000 adota os parâmetros do ITRS (Sistema Internacional de Referência Terrestre), adotando como elipsóide de referência o GRS-80 (Sistema Geodésico de Referência de 1980). Este elipsóide adota como raio equatorial da Terra o valor de 6.378.137m, e um raio polar de 6.356.752,3141 m.



Elipsóide de referência adotado pelo SIRGAS 2000.

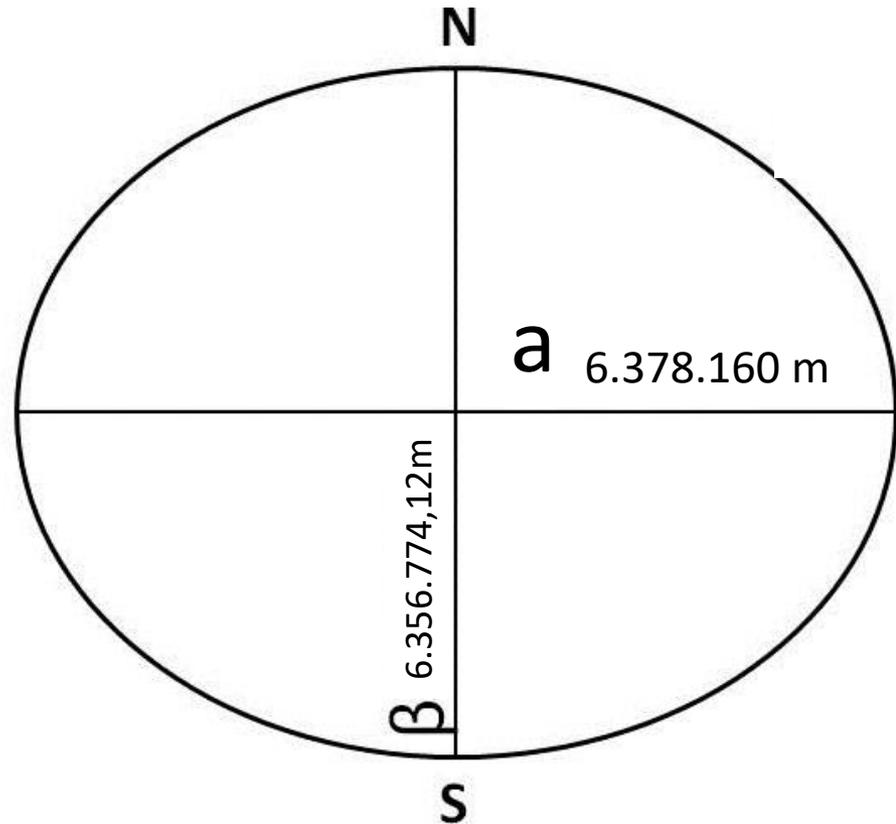
SISTEMA GEODÉSICO SUL-AMERICANO DE 1969 (SAD-69)

Sistema Topocêntrico no vértice de Chuá, da cadeia de triangulação do paralelo 20° S, com as seguintes coordenadas:

Latitude: $19^{\circ} 45' 41,6527''$

Longitude: $48^{\circ} 06' 04,0639''$

Altitude: 0m



Elipsóide Internacional
de 1967

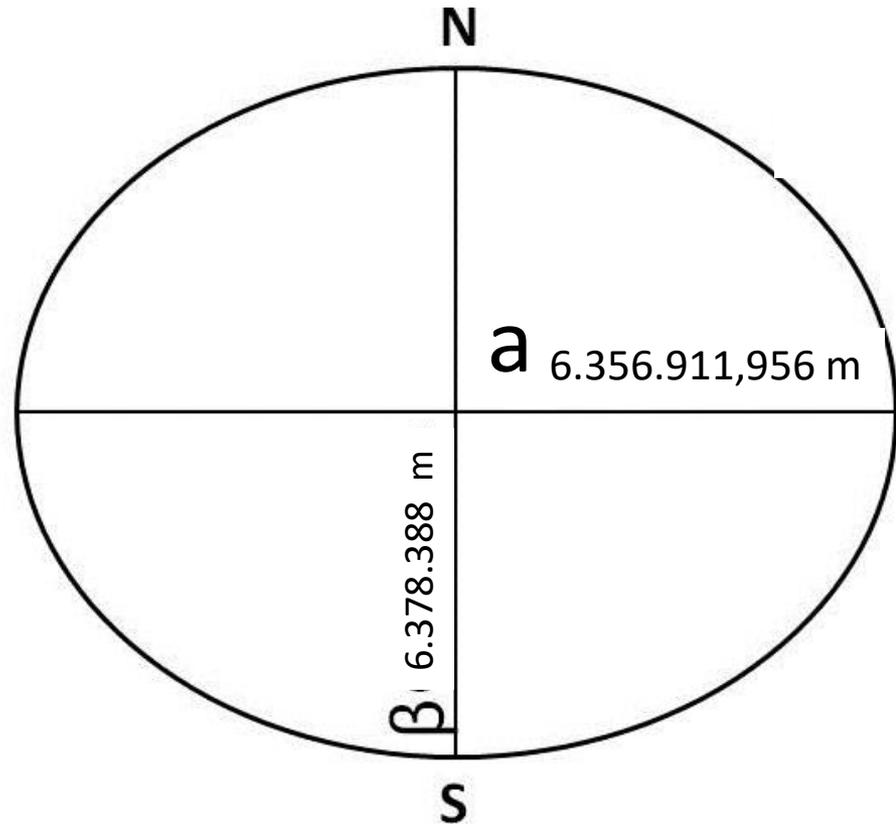
CÓRREGO ALEGRE

Sistema Topocêntrico no vértice de Córrego Alegre, próximo à cidade de Frutal-MG, com as seguintes coordenadas:

Latitude: $19^{\circ} 50' 14,91''$

Longitude: $48^{\circ} 57' 41,98''$

Altitude: 0m



Elipsóide de Hayford
De 1924

Perguntas Mais Frequentes (Respondidas pelo IBGE)

Quais as diferenças entre os referenciais Córrego Alegre (CA), SAD 69 e o SIRGAS2000?

São sistemas de concepção diferente. Enquanto a definição/orientação do CA/SAD69 é topocêntrica, ou seja, o ponto de origem e orientação está na superfície terrestre, a definição/orientação do SIRGAS2000 é geocêntrica. Isto significa que esse sistema adota um referencial que tem a origem dos seus três eixos cartesianos localizada no centro de massa da Terra. Além disso, as redes de referência que materializam esses sistemas foram determinadas com técnicas de posicionamento diferentes. Enquanto que no caso do CA e SAD 69 foram utilizadas basicamente técnicas clássicas (triangulação e poligonação), no SIRGAS2000 foram empregados os sistemas globais de navegação (posicionamento) por satélites - GNSS.

Existem parâmetros de transformação entre WGS 84 e SIRGAS2000?

Atualmente não existem parâmetros de transformação entre SIRGAS2000 e WGS 84 porque eles são praticamente iguais, ou seja, $DX = 0$, $DY = 0$ e $DZ = 0$.