



SEU FUTURO É A NOSSA ESCOLHA

ESPECIALIZAÇÃO TÉCNICA APLICADA AO
GEORREFERENCIAMENTO



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03



PRINCÍPIOS BÁSICOS DE GEODÉSIA

ANTONIO FRAGASSI



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Sobre o Professor

- ▶ **Nome:** ANTONIO DE PÁDUA MENDONÇA FRAGASSI
- ▶ **Formação:** Engenheiro Agrimensor, Especialista em Geoprocessamento, Especialista em Gerência de Projetos e Mestre em Cartografia.
- ▶ **Função Principal:** Socio/Diretor da FRAENGE e GTOPE. Sócio da ECOMAPA.
- ▶ **Particularidades:** Professor da UCB de 2012 a 2020. Professor da UnB 2017 a 2019. Professor da UNICEPLAC de 2010 a 2014. Professor da AEPU de 2004 a 2006. Professor da FEAP em 2006. Professor da UFV de 1996 a 1998.
- ▶ Gerente técnico da TLB (Topocart) de 2008 a 2009. Gerente Técnico da JG (Topocart) de 2007 a 2008. Engenheiro Pleno A da Topocart de 2000 a 2004.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Sobre o Professor

► Particularidades:

- Como professor atuou no curso de pós-graduação em Geoprocessamento pela UCB e pós-graduação em Georreferenciamento de Imóveis Rurais pela FEAP, trabalhando com as disciplinas de Geodésia, Cartografia, Topografia e Ajustamento de Observações. A nível de graduação ministrou as disciplinas de Topografia I e II da UCB, UnB e UNICEPLAC.
- Como técnico atuou pela Topocart nas áreas de Cartografia e Fotogrametria. Como empresário tem atuado nas áreas de Georreferenciamento, Aerolevantamento e Topografia clássica para os mais variados projetos.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Sobre o conteúdo - Geodésia

- ▶ A Origem e Evolução da Geodésia;
- ▶ Conceitos básicos em Geodésia Física, celeste e Geométrica;
- ▶ Modelos e Representação da Terra;
- ▶ As Coordenadas Naturais e Geodésicas;
- ▶ Sistemas de Referência e Posicionamento;
- ▶ Sistema Geodésico Brasileiro;



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

Sobre o conteúdo - Topografia

- ▶ Definições de Topografia;
- ▶ Diferenciação da topografia;
- ▶ Objetivo, Importância e Campos de Atuação da Topografia;
- ▶ Divisão da Topografia;
- ▶ Levantamentos Topográficos;
- ▶ Sistemas de Coordenadas;
- ▶ Medição de Alinhamentos e Distância;
- ▶ Orientação;
- ▶ O Profissional de Topografia;
- ▶ Aparelhos e Equipamentos usados.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

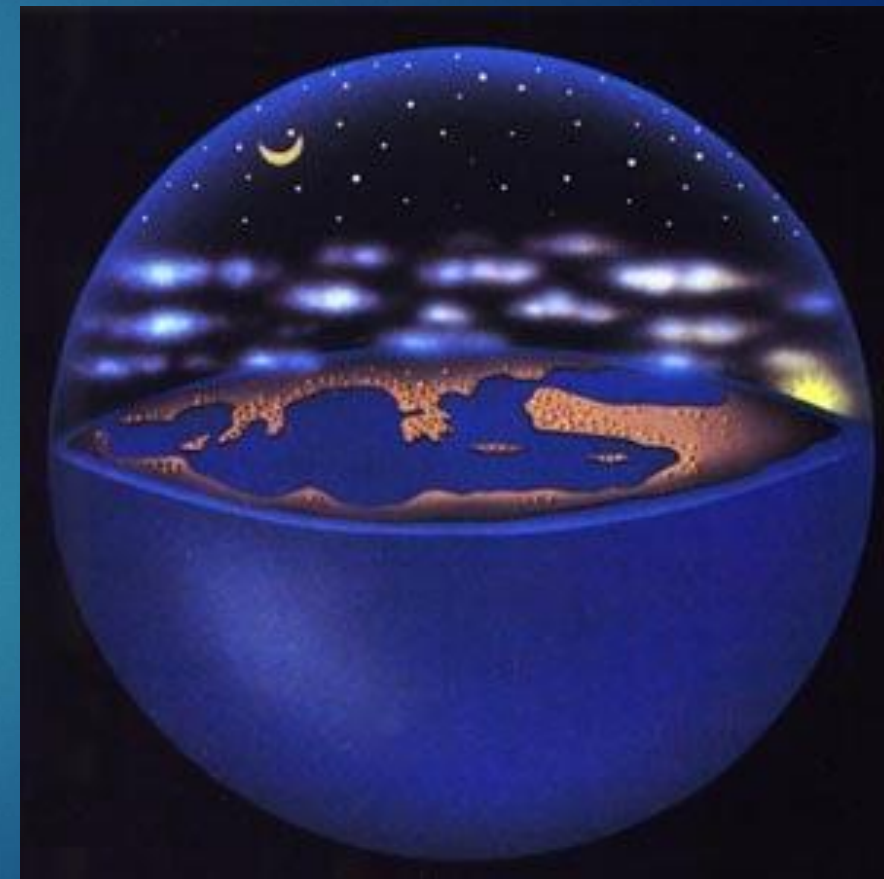
Introdução à Geodésia - Origem

- ▶ A Geodesia nasce nas altas culturas do Médio Oriente tendo resultado da necessidade de conhecer o mundo à sua volta e, conseqüentemente, a forma e dimensão da terra, com o propósito de levantar e dividir por parcelas as propriedades.



Introdução à Geodésia - Origem

- ▶ Os primeiros documentos de estudos geodésicos remontam a Thales de Mileto (625 – 547 A.C.).
- ▶ Para Thales de Mileto, a terra teria uma forma de um disco que flutuaria sobre o imenso oceano, cercando a terra na sua totalidade. A terra rodaria sobre um eixo imaginário que atravessava esse disco no seu centro,



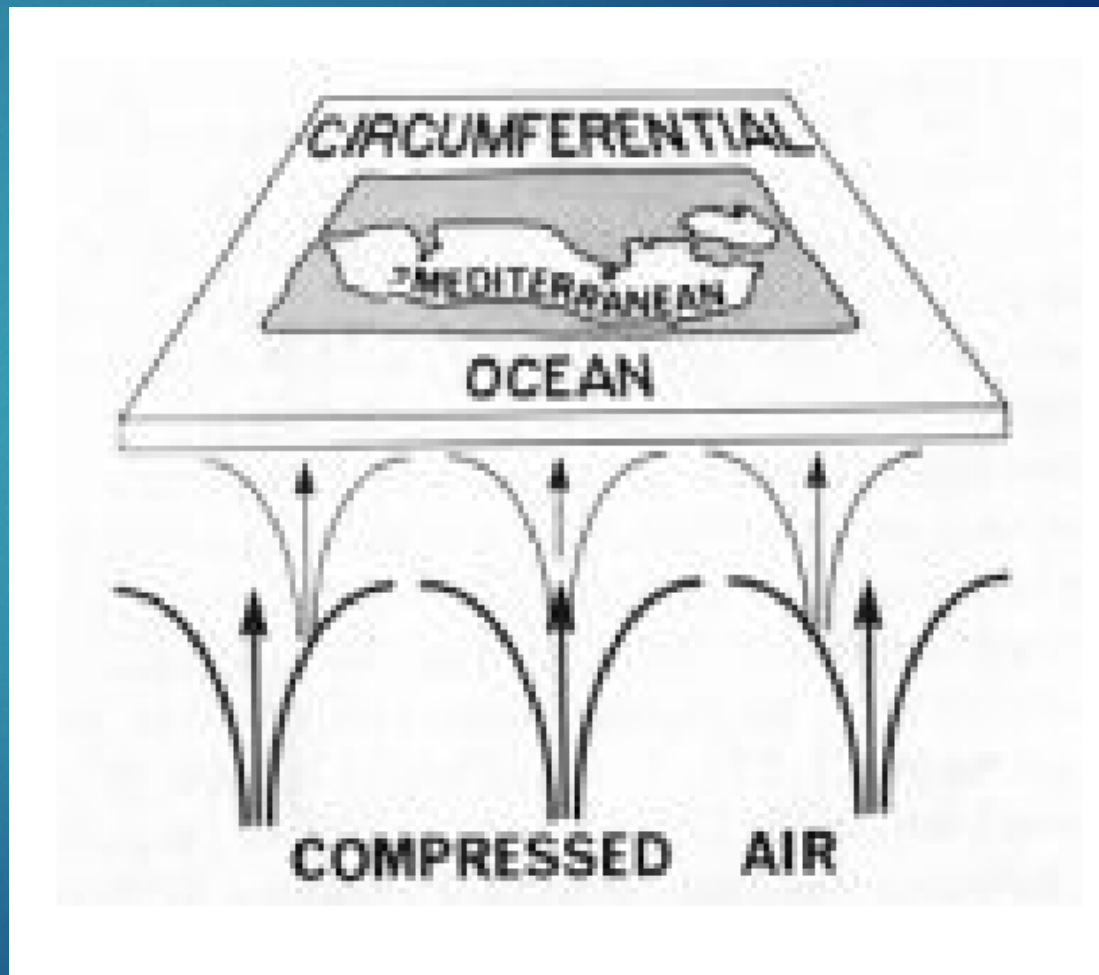
Introdução à Geodésia - Origem

- ▶ Para **Anaximandro** (611 – 547 A.C), a terra seria um cilindro que girava em torno de um eixo apontado na direção Este-Oeste estando rodeada por um infinito número de estrelas, noção esta que daria origem ao conceito de esfera celeste e o consequente nascimento da ciência denominada por Astronomia.



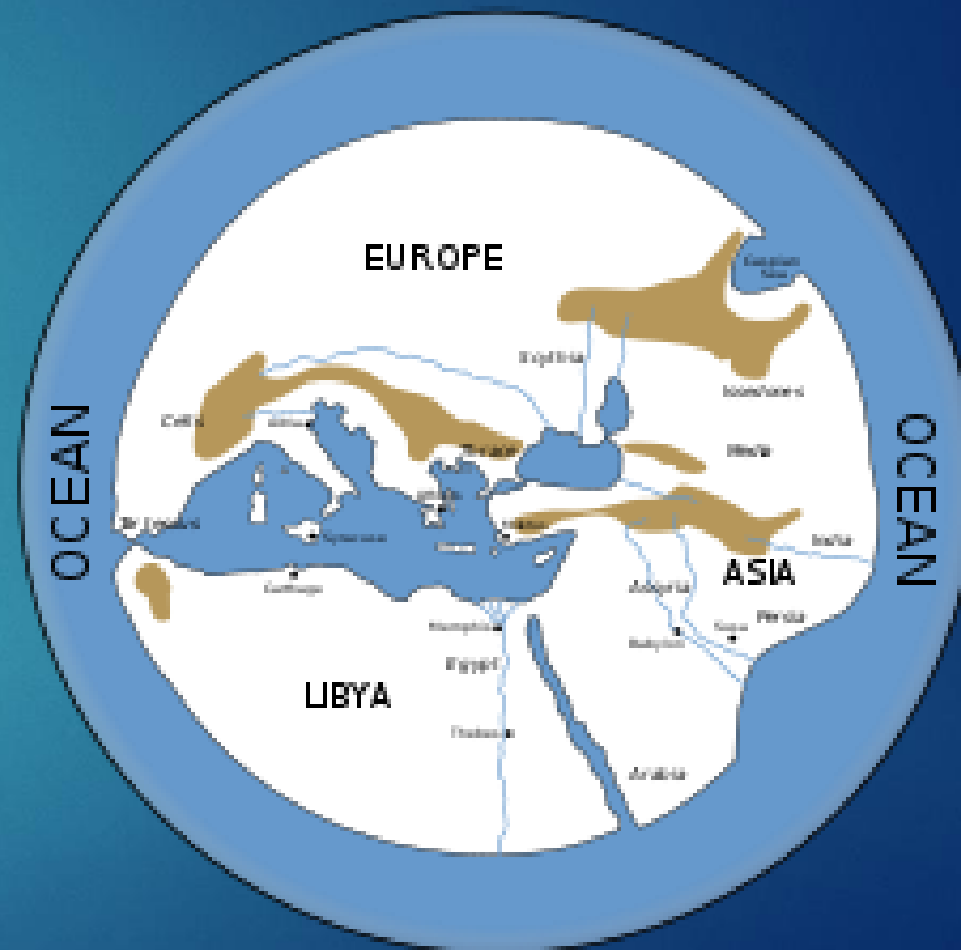
Introdução à Geodésia - Origem

- Para **Anaxímenes de Mileto** (588–524 a.C), a Terra era retangular e flutuava num oceano infinito e era mantido no espaço por um colchão de ar.



Introdução à Geodésia - Origem

- ▶ O primeiro mapa do mundo foi compilado por **Hecateus de Mileto** (550 – 480 a.C.).
- ▶ Hecateu aprimorou o mapa do mundo de Anaximandro, que concebeu como um disco plano circundado pelo rio Oceano,



Introdução à Geodésia - Origem

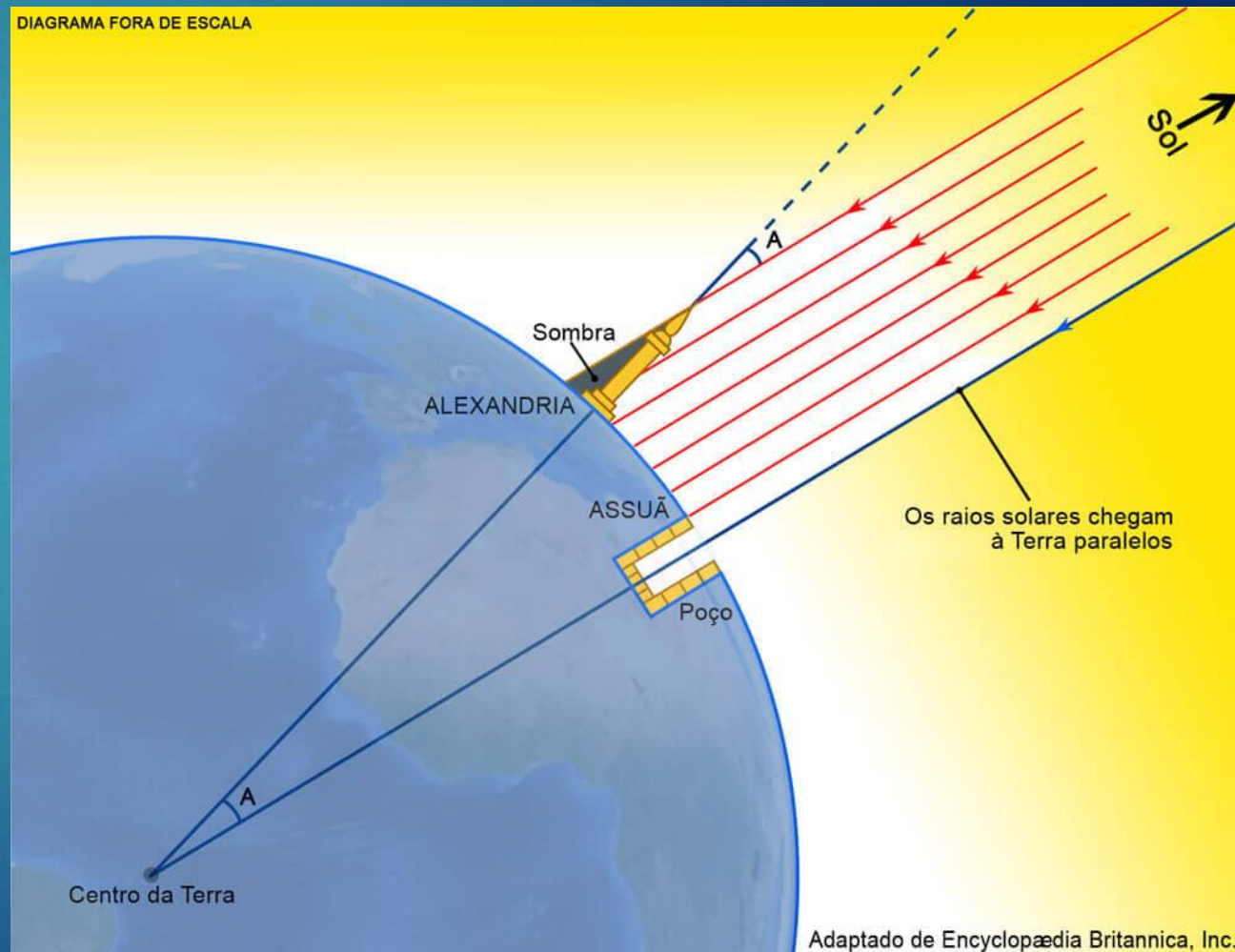
- ▶ **Pitágoras** (580-500 a.c.) introduziu pela primeira vez a ideia da Terra esférica;
- ▶ **Aristóteles** (384-322 a.c.) Introduz pela 1ª vez a hipótese da atração da gravidade. Formulou o primeiro argumento plausível para a esfericidade da Terra:
 - Contorno circular da sombra da Terra sobre a Lua;
 - a altura das estrelas e do Sol diminui com a latitude;
 - para lugares diferentes os eclipses ocorrem a horas diferentes

Introdução à Geodésia - Origem

- ▶ **Pytheas** (nascido em 300 a.c.). Suspeitou que os corpos celestes eram os responsáveis pelas marés oceânicas e Determinou o primeiro valor da latitude (em Marselha) com certo rigor.
- ▶ **Aristarchus** (310-250 a.c.). Propôs os primeiros cálculos das dimensões da Lua e do Sol e Determinou as suas distâncias à Terra.
- ▶ **Dicaearchus** (séc. III a.c.). Introdução de coordenadas esféricas (angulares) e Compilou um mapa do mundo atualizado, contendo informação sobre a Ásia do Sul
- ▶ **Platão** (427-347 a.c.), estimou a circunferência terrestre em 40 000 milhas (64 360 km); também atribuído a Pitágoras;
- ▶ **Archimedes** (287-212 a.c.), avaliou a circunferência em 30 000 milhas (48 270 km)

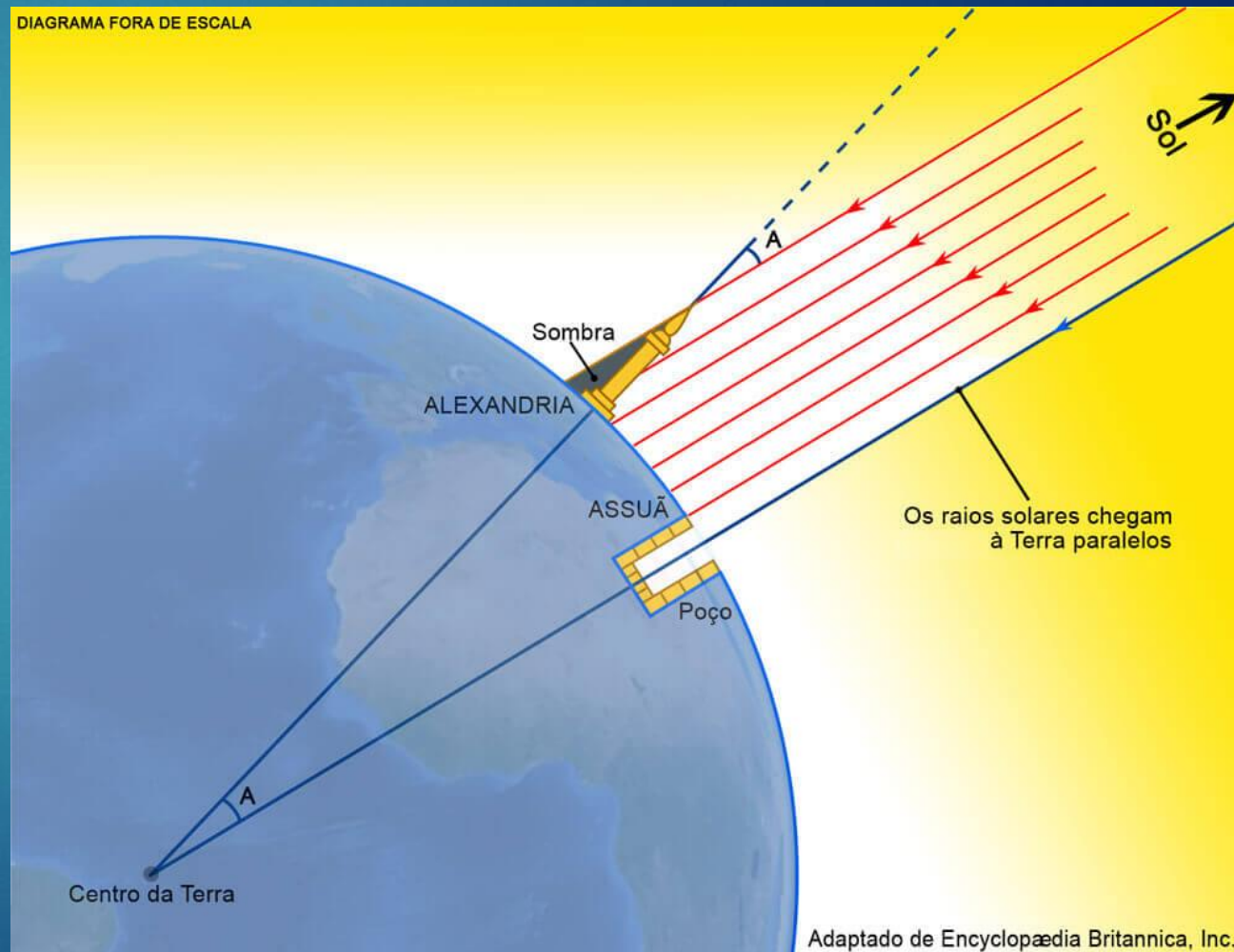
Introdução à Geodésia - Origem

- **Eratóstenes** (276 – 194 A.C) considerado o “pai” da Geodesia, efetuou a primeira medição do raio da terra com base na medição da diferença de latitude entre Alexandria e Siena.



Introdução à Geodésia - Origem

- Comparando o valor da circunferência terrestre de Eratóstenes com o valor atual de 40 074,15 km, o seu valor é de uma precisão notável para a época (um erro de apenas 2%)

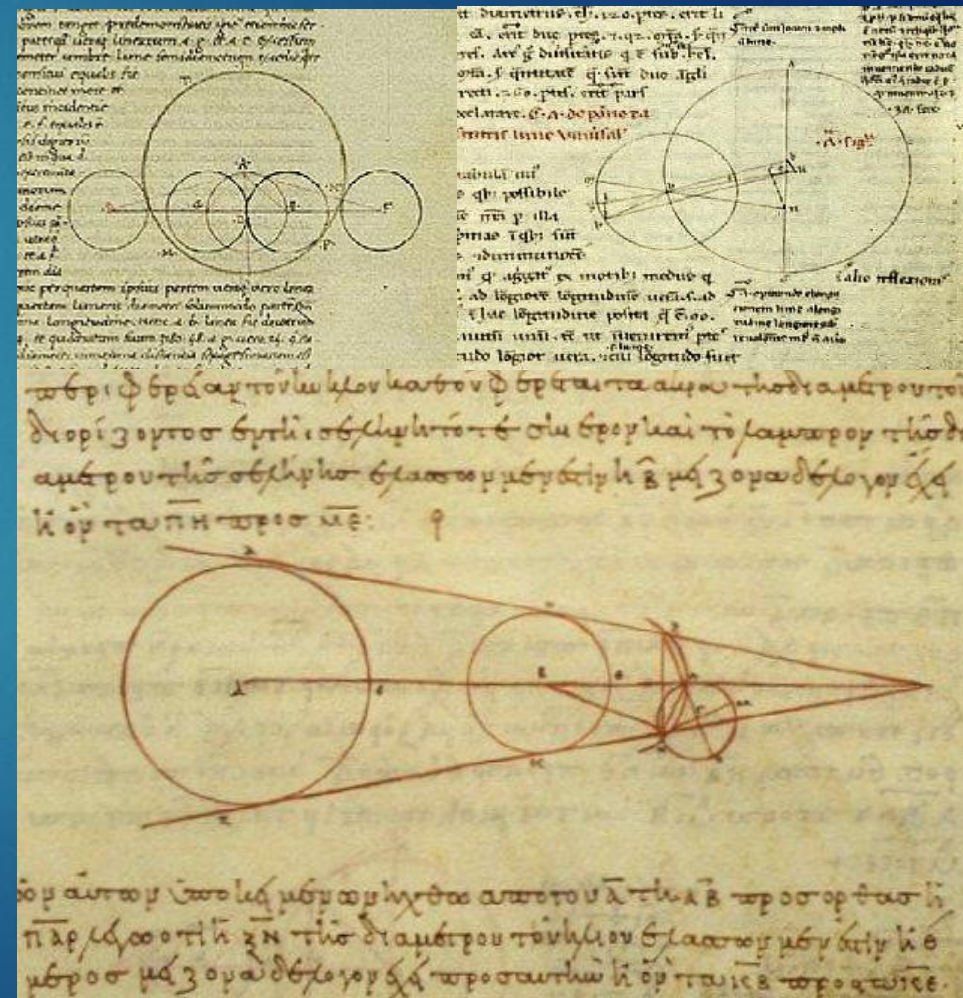


Introdução à Geodésia - Origem

- ▶ **Hiparco** (190-120 a.c.). Concebeu um método para cartografar a Terra, baseado num globo de 360° e dividido num grelha de linhas de latitude e longitude. Elabora o primeiro mapa rigoroso de estrelas desenhado num sistema angular de coordenadas, designado hoje como o sistema de coordenadas equatoriais (α , δ) e apresentou a ideia da precessão da Terra

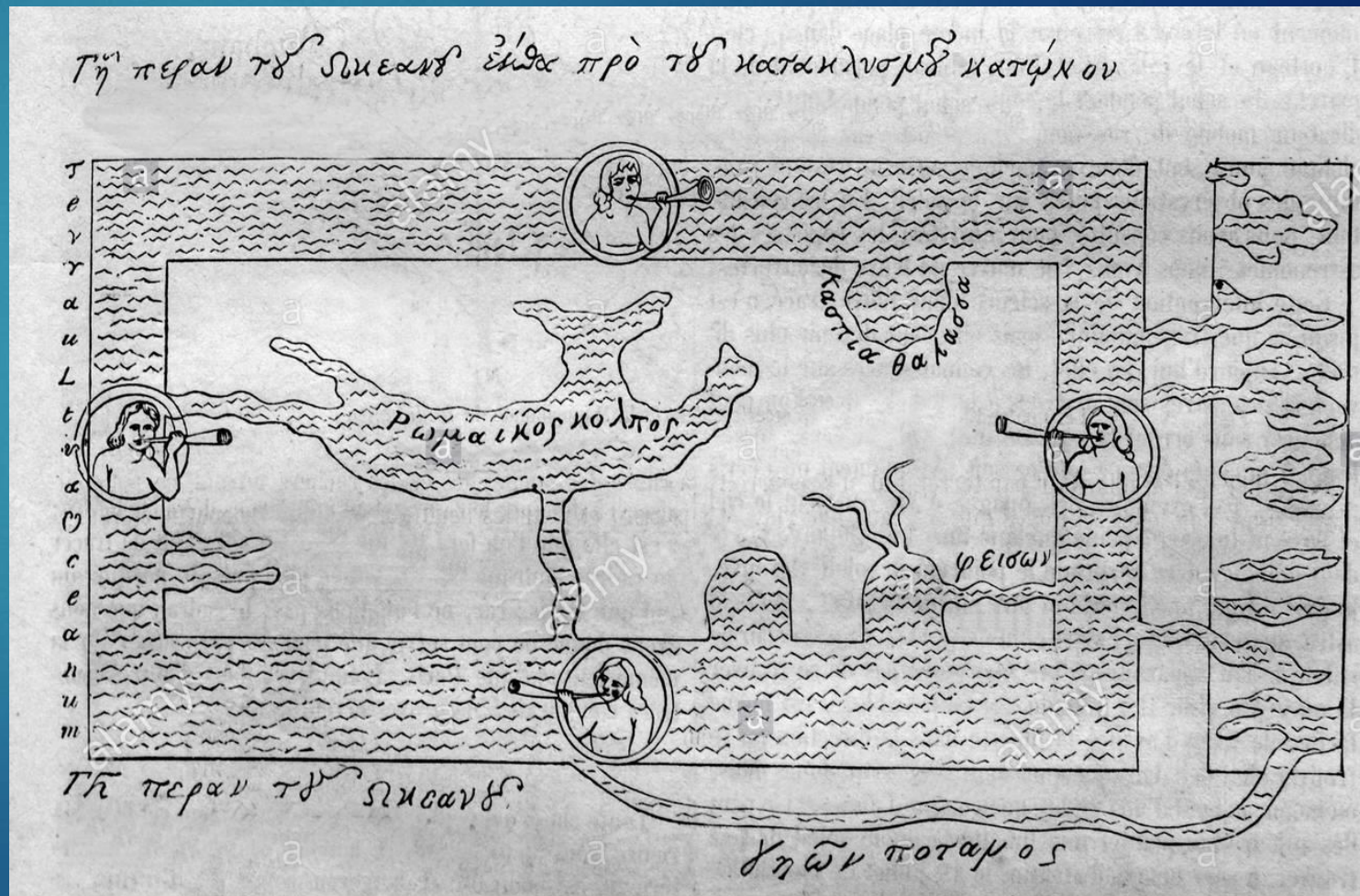
Introdução à Geodésia - Origem

- **Cláudio Ptolomeu (75-151)** - astrónomo grego, publicou uma monumental compilação de Astronomia e Geodesia, e elaborou um atlas do mundo. Baseado nas ideias de Hiparco, adotou o sistema geocêntrico e desenvolveu a Esfera Armilar para representar e estudar o universo. Escreve um tratado de Astronomia: o Almagesto



Introdução à Geodésia - Origem

- ▶ A visão do mundo de **Cosme Indicopleustes** (528, início da Idade Média) constitui uma regressão no conhecimento geodésico



Introdução à Geodésia - Conceito

- ▶ Geodésia é ciência que **mede e representa** a superfície da Terra (HELMERT 1880).
- ▶ A Geodésia é a ciência que tem por objetivo **determinar a forma e as dimensões** da Terra e os **parâmetros** definidores do **campo gravífico**. (GEMAEL 1987).



Introdução à Geodésia - Conceito

- ▶ Geodésia é ciência que **determina** a **figura** e o **campo gravífico** externo da **Terra** e de **outros corpos celestes** como uma **função do tempo**, a partir de medidas observadas dentro e fora desses corpos " (TORGE 2001).



Introdução à Geodésia - Conceito

- ▶ Geodésia é ciência que determina o **tamanho** e a **forma da Terra**, incluindo sua **variação temporal**, por meio de **medições** de **distâncias**, **tempo** e **gravidade** (Ohio State University).



Introdução à Geodésia - Objetivo

- Determinar, através de observações de campo, **a forma e o tamanho da Terra, as coordenadas de pontos, dimensões de linhas da superfície terrestre e as variações do campo de gravidade**, integrando-se diretamente com a geofísica, geologia, geodinâmica e dinâmica orbital de satélites.



Introdução à Geodésia - Objetivo

- ▶ Em uma visão mais moderna, a Geodésia permite, por meio dos instrumentos atuais de medição e da computação, a determinação de fenômenos como:
 - ✓ Variação do nível dos oceanos;
 - ✓ Deformações da superfície;
 - ✓ Movimento de placas;
 - ✓ Variação da rotação terrestre;
 - ✓ Variação do polo terrestre;
 - ✓ E outro fenômenos geodinâmicos.



Introdução à Geodésia - Objetivo

- ▶ Assim, ao se associar a outras ciências, a geodesia tem ajudado nos estudos de: correntes oceânicas, variação do nível dos oceanos, ciclos hidrológicos, condições atmosféricas, mudanças climáticas, terremotos, etc.



Introdução à Geodésia - Objetivo

Assim, ao se associar a outras ciências, a geodesia tem ajudado nos estudos de: correntes oceânicas, variação do nível dos oceanos, ciclos hidrológicos, condições atmosféricas, mudanças climáticas, terremotos, etc.



Endereço

Quadra 101 conjunto 02 lote 01
Recanto das Emas - Brasília - DF



(61)3082-0505



www.ineprotec.com.br



@ineprotec



Ineprotec

CNPJ: 08838975/0001-03

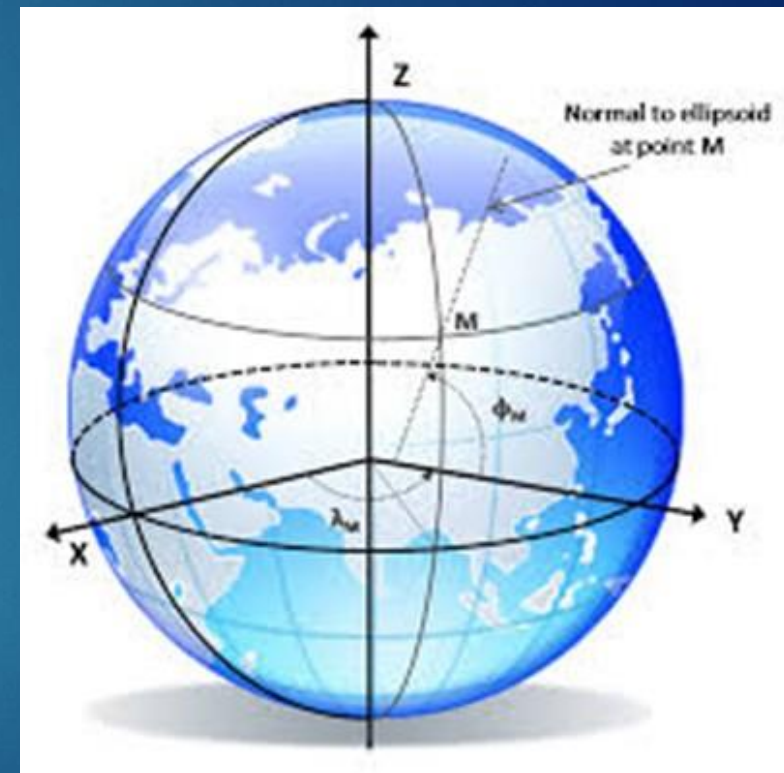
Introdução à Geodésia - Divisão

- ▶ Classicamente a Geodésia é dividida em: **geodésia geométrica** ou elementar, **geodésia física** ou superior e **geodésia celeste** ou por satélites. Algumas literaturas modernas acrescentam a **geodésia geodinâmica**.



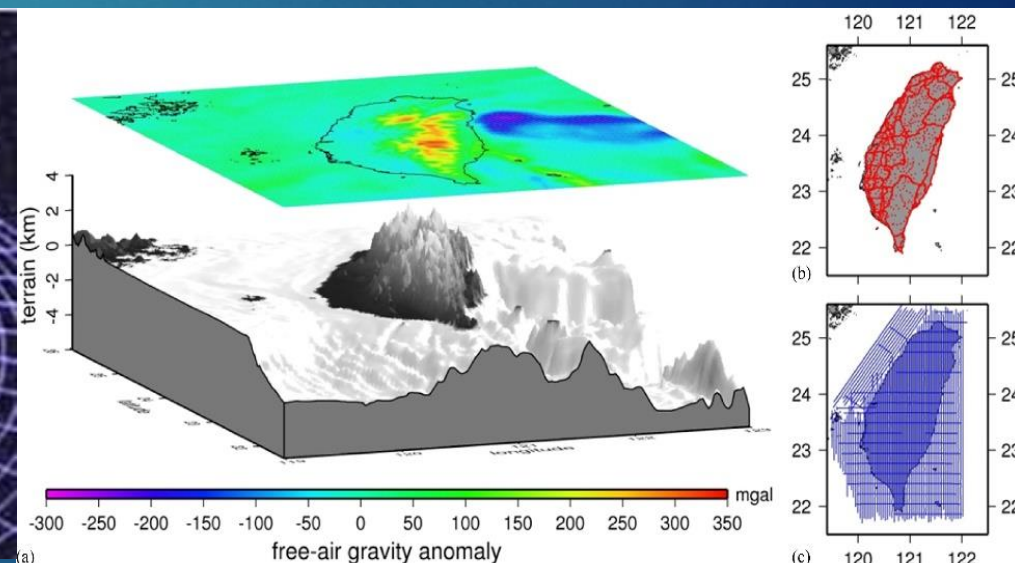
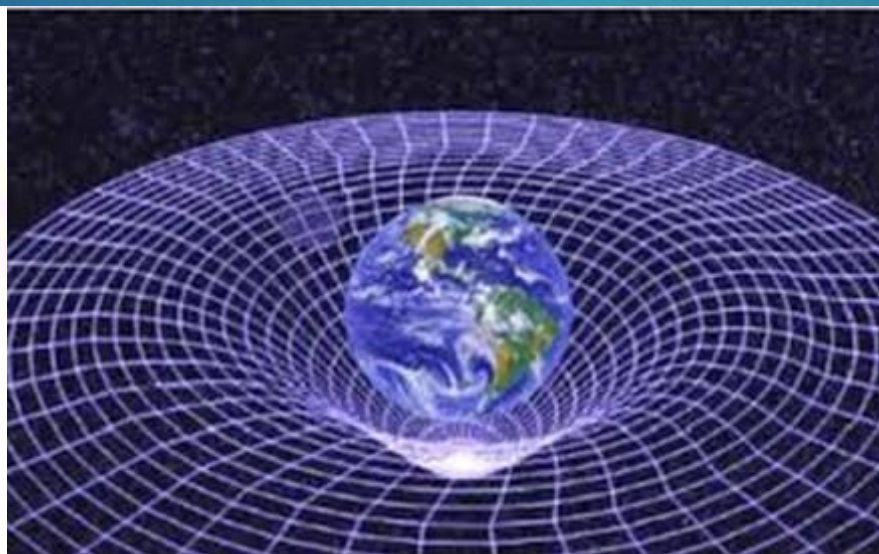
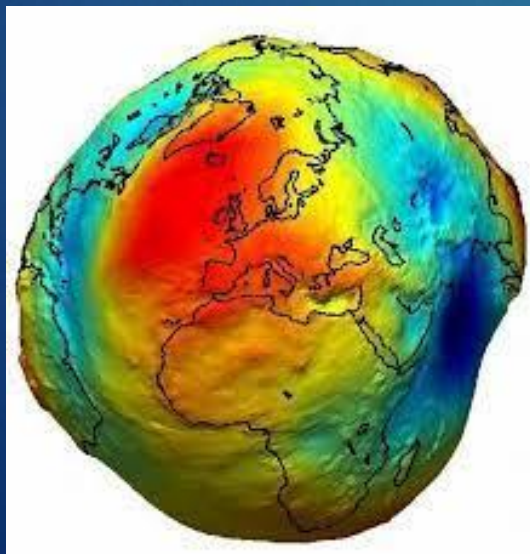
Geodésia Geométrica

- ▶ A geodésia geométrica se ocupa da **localização precisa** de **pontos** sobre a superfície terrestre, a partir de medições angulares e de distâncias em grandes extensões da superfície terrestre, proporcionando uma **rede de pontos fundamentais** que serve de base para outros trabalhos geodésicos de ordem inferior.



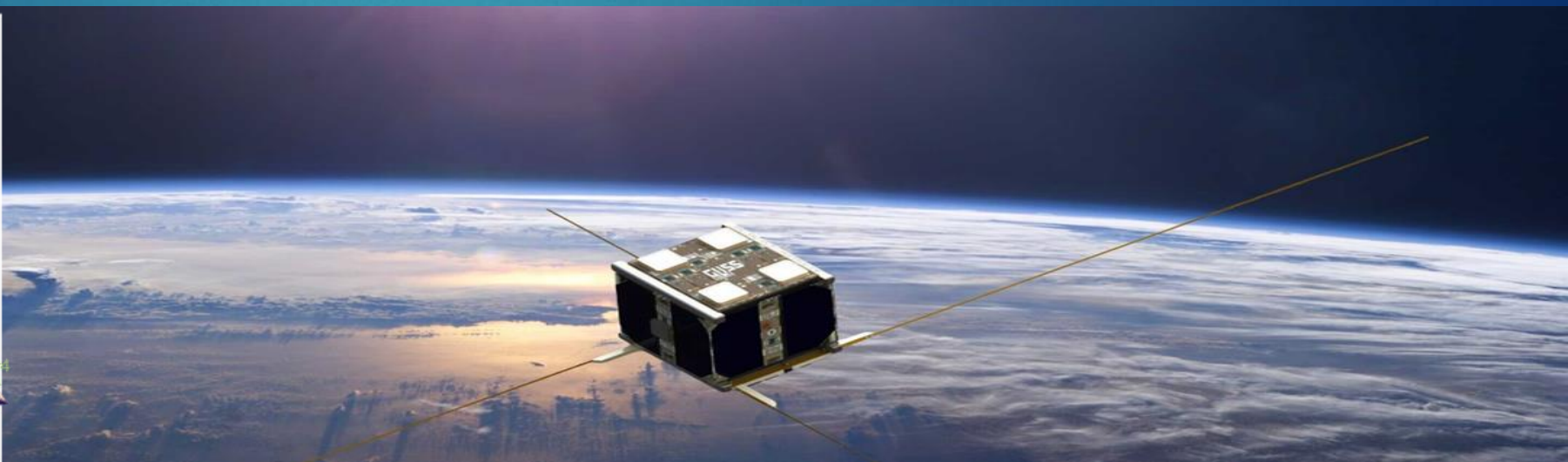
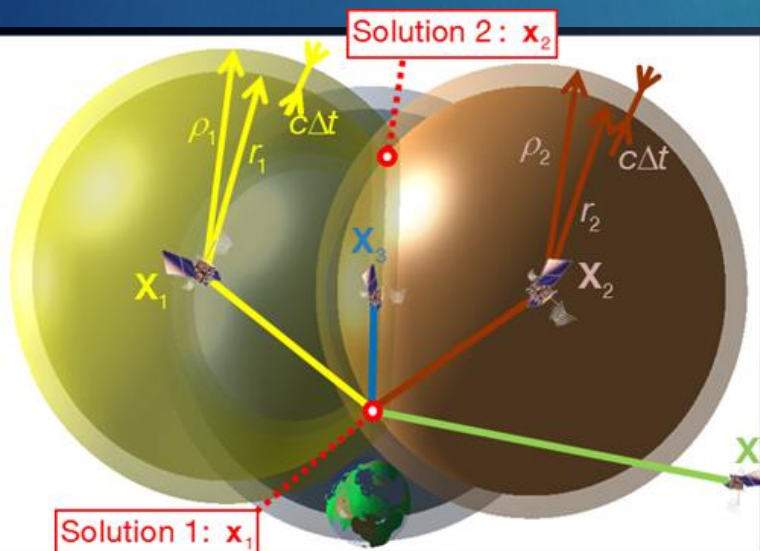
Geodésia Física

- Desenvolve estudos sobre o **desvio da vertical** e **anomalias da gravidade terrestre**, que possibilitam a **determinação da figura geométrica** que melhor corresponda à **superfície terrestre**.



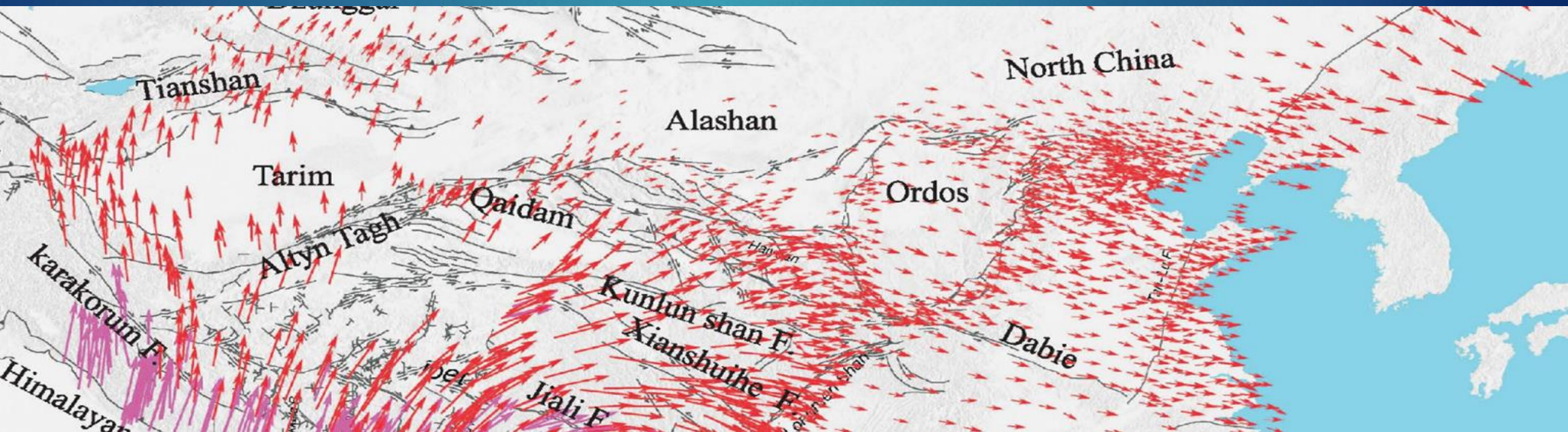
Geodésia Celeste

- Proporciona o **posicionamento de pontos** na superfície terrestre a partir de medidas efetuadas por **satélites artificiais**. O sistema mais conhecido e difundido em todo o mundo é o **GPS** (Global Positioning System)



Geodésia Geodinâmica

- ▶ Está vinculadas aos **estudos** e entendimento das **movimentações das placas tectônicas**, bem como a determinação de esforços desses corpos.



Introdução à Geodésia – Tipos de Superfícies



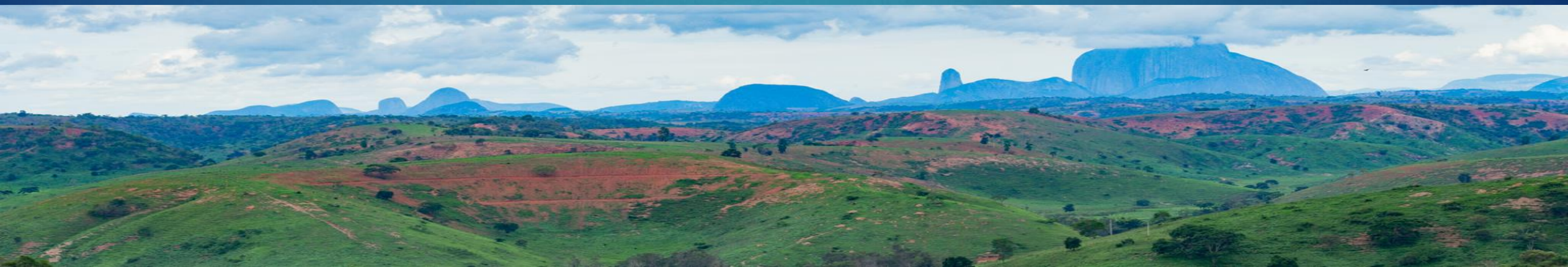
Concepção de HOMERO, poeta grego, (900 AC)

Introdução à Geodésia – Tipos de Superfícies

- ▶ No estudo da forma e dimensão da Terra, podemos considerar quatro tipos de superfícies ou modelos para a sua representação. São eles:
 - MODELO REAL;
 - MODELO GEOIDAL;
 - MODELO ELIPSOIDAL;
 - MODELO ESFÉRICO

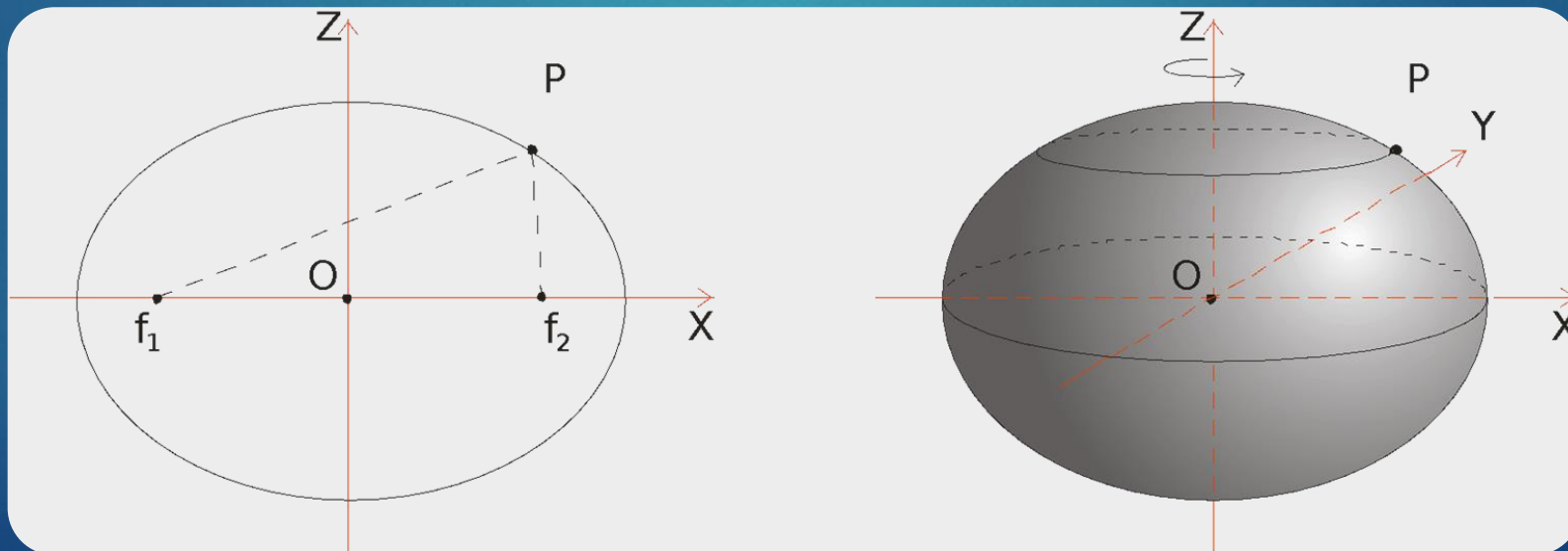
Tipos de Superfícies – Modelo Real

- ▶ A superfície física da Terra (superfície topográfica ou superfície real) **é uma superfície entre as massas sólidas ou fluídas e a atmosfera**. Esta superfície contendo os continentes e o fundo do mar é irregular e incapaz de ser representada por uma simples relação matemática.



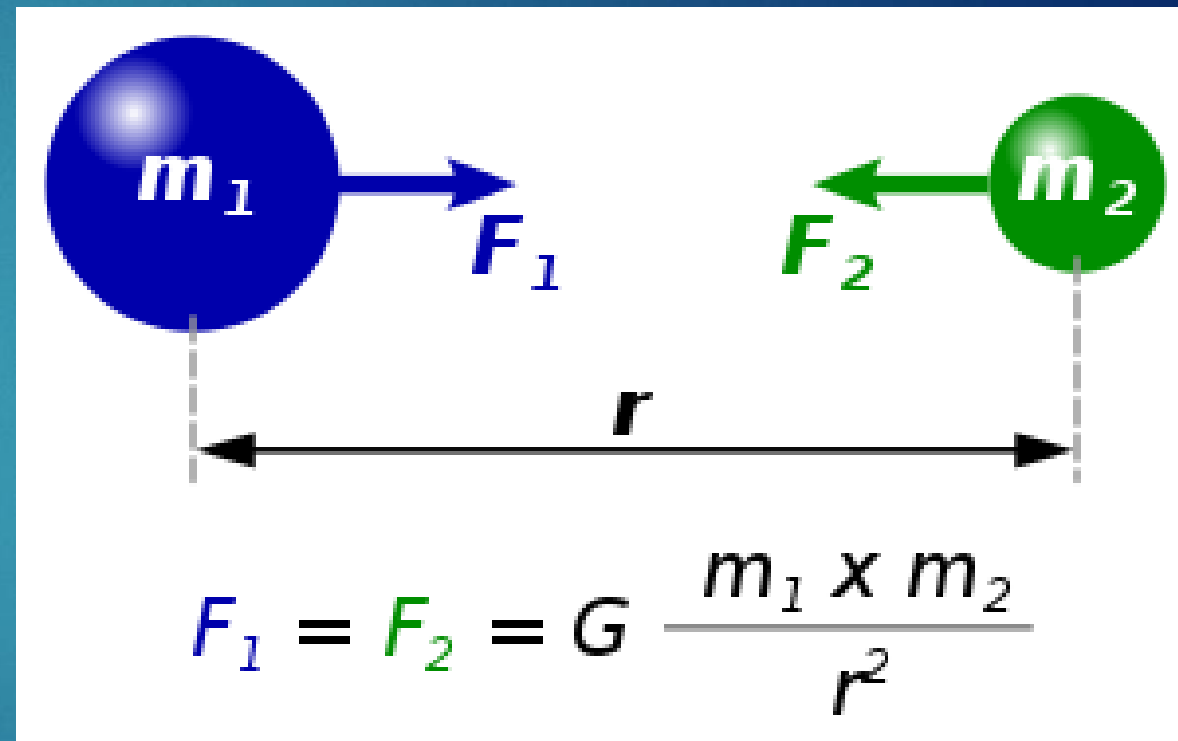
Tipos de Superfícies – Modelo Elipsoidal

- Esta superfície é limitante de um **elipsóide de revolução**, figura matemática gerada pela **rotação** de uma **elipse** em torno de seu eixo menor. É a superfície ao longo da qual são realizados os cálculos geodésicos.



Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal

- A lei da gravitação universal afirma que, se dois corpos possuem **massa**, ambos estão submetidos a uma **força de atração mútua** proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de gravidade



Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal

A lei da gravitação de Newton

força de atração entre corpos de massas m_1 e m_2

massa do corpo 1

produto

massa do corpo 2

dividido por

ao quadrado

distância entre os corpos

constante gravitacional

igualdade

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal



Quanto **maior** for a **massa** dos corpos, que se encontram a uma dada distância, **maior** será a atração gravitacional entre eles.

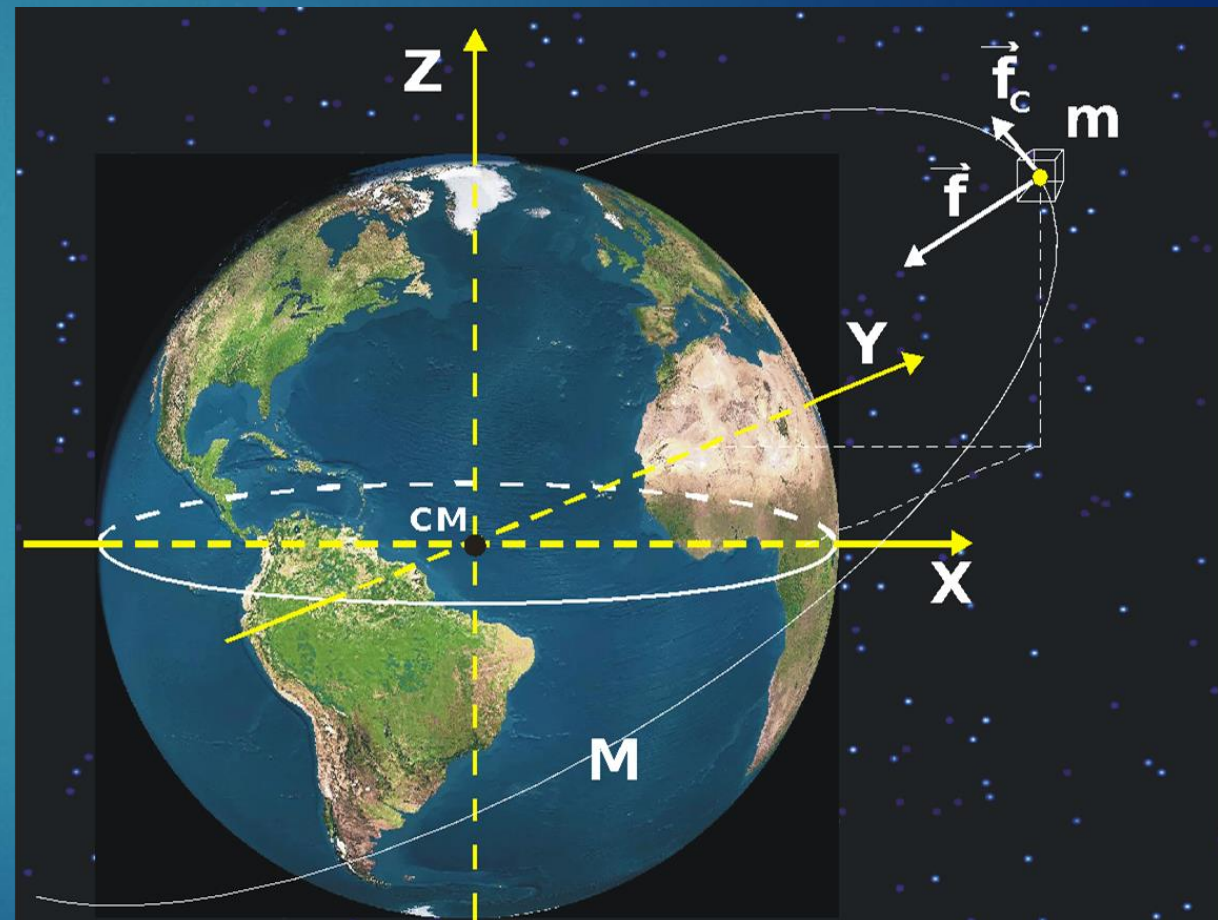
Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal



Para uma massa fixa, Quanto **menor** for a **distância** entre os corpos, **maior** será a atração gravitacional entre eles.

Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal

- ▶ Uma superfície Geoidal corresponde a uma superfície equipotencial.
- ▶ Em matemática e física refere-se a uma região no espaço onde todos os pontos estão com o mesmo potencial, ou seja, o valor observado da grandeza em todos os pontos da superfície é o mesmo.



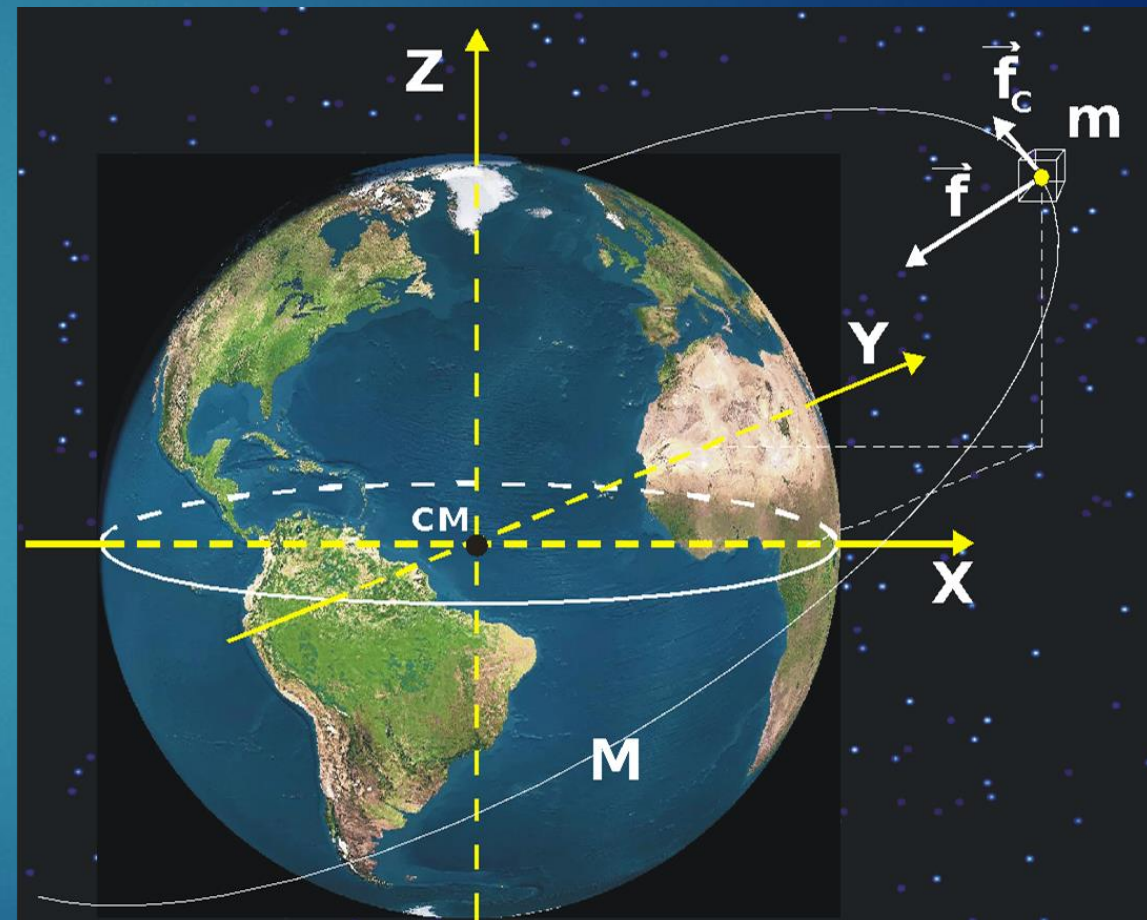
Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal

- No caso do modelo Geoidal, todos os pontos na superfície possuem o mesmo valor de gravidade (g) observado para um corpo de massa unitária ($m_2 = 1$).

$$\vec{f}_c = r \times \omega^2 \quad \text{Força centrífuga}$$

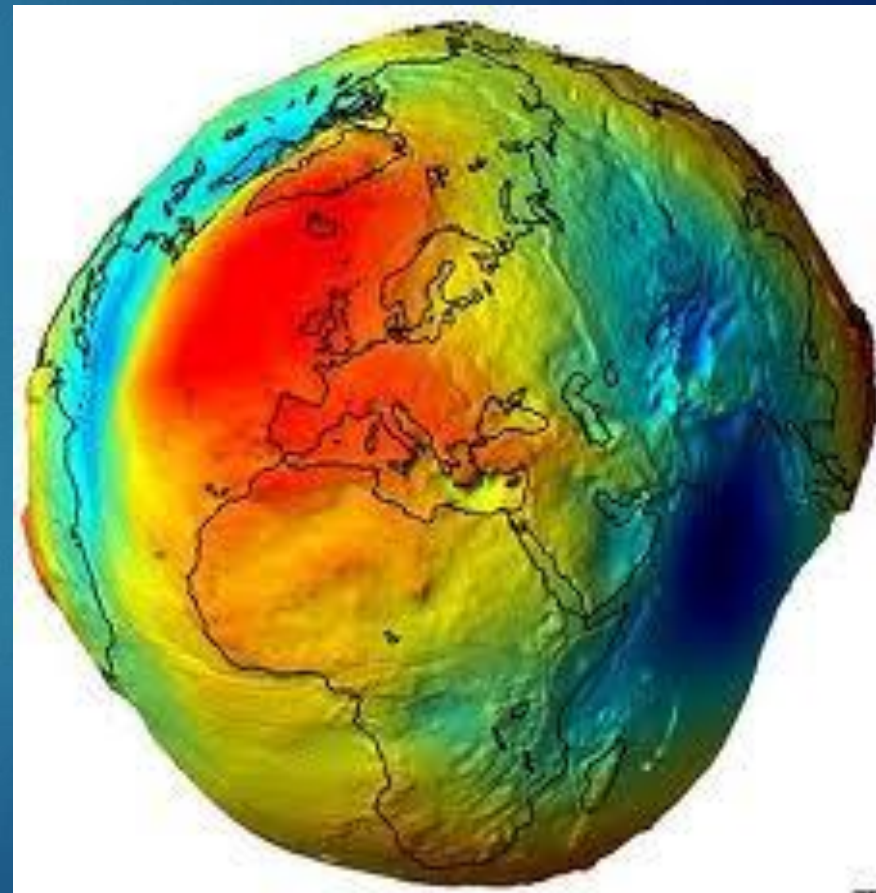
$$\vec{f} = \frac{k \times M}{r^2} \quad \text{Força de atração}$$

$$\vec{g} = \vec{f}_c + \vec{f} \quad \text{Força da gravidade}$$



Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal

- ▶ Entre as infinitas superfícies equipotenciais, a que mais se aproxima do **nível médio dos mares não perturbados** corresponde ao **geóide**.
- ▶ Os corpos vinculados a Terra acham-se sujeitos a uma força que resulta da força de atração e da força centrífuga decorrente do movimento de rotação da Terra. Esta superfície é utilizada como referência para as altitudes no Brasil.



Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal

- ▶ O **modelo Geoidal** apresenta uma **geometria complexa** de se reproduzir matematicamente. Assim, utilizamos uma **aproximação** denominada de **Terra Normal** que basicamente corresponde a um elipsoide contemplando a massa da Terra Real e a sua velocidade angular.
- ▶ As medidas de gravidade teórica (g^T) obtidas com esse modelo podem ser diferentes das medidas de gravidade real (g^R) obtidas em campo por meio de instrumentos apropriados. Essas diferenças correspondes às Anomalias Gravitacionais (a).

$$a = g^T - g^R \quad \text{Anomalia Gravitacional (a)}$$

Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal

- ▶ Nos trabalhos de engenharia podem-se adotar referenciais arbitrados ou não. O objetivo da obra definirá o tipo de referência a ser adotado.
- ▶ Em todos os casos, vértices altimétricos deverão ser implantados em campo e suas diferenças de nível em relação ao referencial deverão ser conhecidas.
- ▶ No Brasil, em todos os trabalhos de topografia e cartografia, devem-se utilizar os referenciais altimétrico e planimétrico especificado pelo Sistema Geodésico Brasileiro – SGB



Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal

- ▶ A rede geodésica brasileira é formada por **duas redes distintas**, uma **planimétrica** e outra **altimétrica**.
- ▶ A rede altimétrica possui como vértice de origem o **marégrafo de Imbituba/SC**.



Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal



Tipos de Superfícies – Modelo Geoidal



<i>Estação :</i>	4X	<i>Nome da Estação :</i>	4X	<i>Tipo :</i>	Referência de Nível - RN
<i>Município :</i>	IMBITUBA			<i>UF :</i>	SC
<i>Última Visita:</i>	23/3/2013	<i>Situação Marco Principal :</i>	Bom		
<i>Conexões :</i>	EG : 8120367				

DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
<i>Latitude</i>	28 ° 14 ' 14 " S	<i>Altitude Ortométrica(m)</i>	8,6362	<i>Gravidade(mGal)</i>	979.166,69
<i>Longitude</i>	48 ° 39 ' 21 " W	<i>Fonte</i>	Nivelamento Geométrico	<i>Datum</i>	RGFB
<i>Fonte</i>	GPS Navegação	<i>Sigma Altitude(m)</i>	0	<i>Data Medição</i>	23/3/2013
<i>Origem</i>		<i>Datum</i>	Imbituba	<i>Data Cálculo</i>	6/6/2013
<i>Datum</i>	SIRGAS2000	<i>Data Medição</i>	28/11/1995		
<i>Data Medição</i>	23/3/2013	<i>Data Cálculo</i>	15/6/2011		
<i>Data Cálculo</i>					
<i>Sigma Latitude(m)</i>					
<i>Sigma Longitude(m)</i>					
<i>UTM(N)</i>	6.874.292				
<i>UTM(E)</i>	730.013				
<i>MC</i>	-51				



Tipos de Superfícies – Modelo Esférico

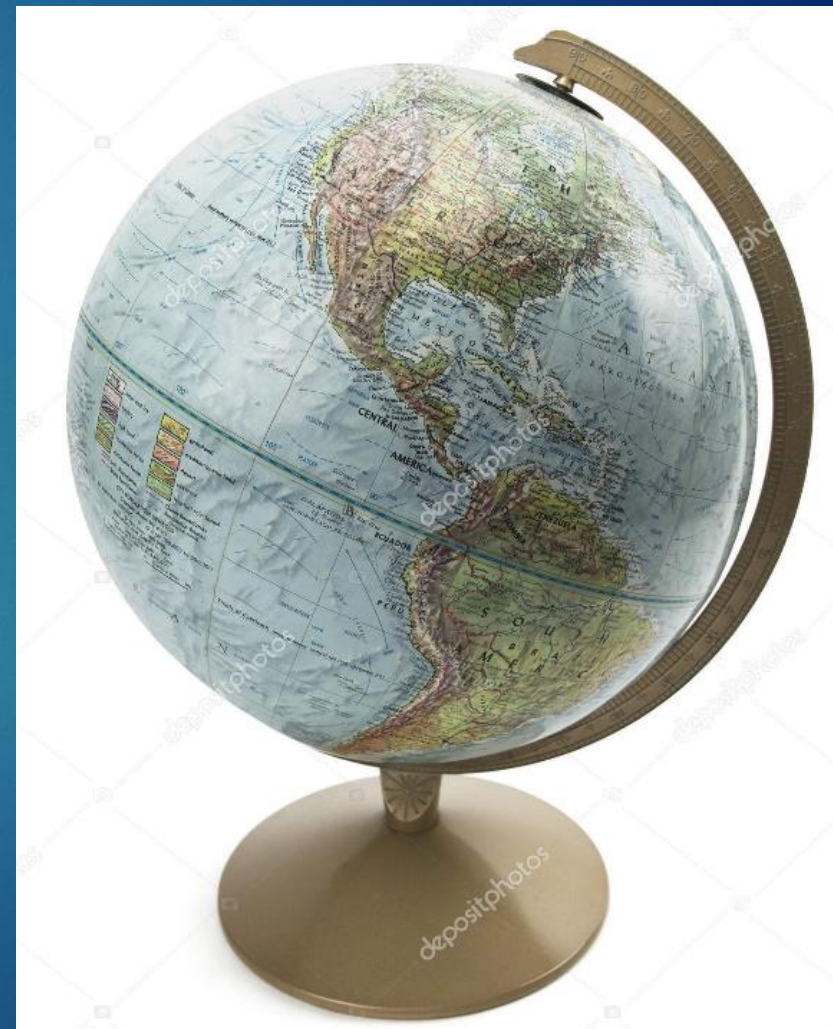
- ▶ Esta superfície é obtida pela rotação de um círculo em torno de um dos seu eixos. É a superfície mais simplista que se dispõe para representar a terra real.
- ▶ O comprimento do raio da esfera é obtido por meio de relações envolvendo o elipsóide utilizado na representação da terra real.

$$R_m = \sqrt{M \times N}$$

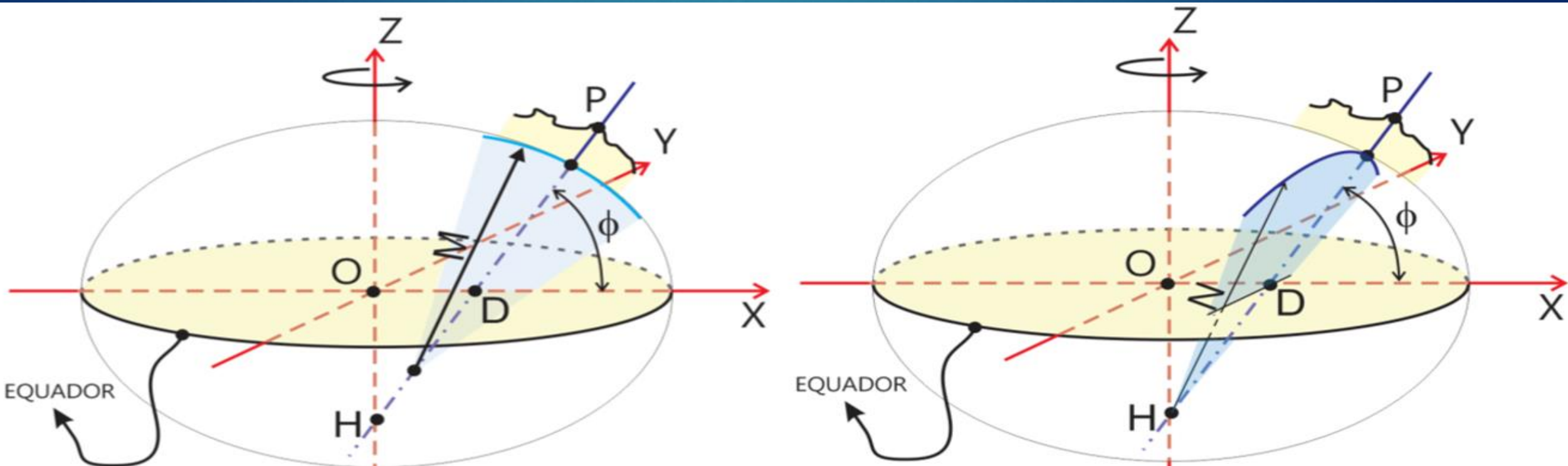
Onde:

M: Raio de curvatura da seção meridiana do ponto

N: raio de curvatura do primeiro vertical do ponto (a 90° do meridiano do ponto)



Tipos de Superfícies – Modelo Esférico



$$M = \frac{a \times (1 - e^2)}{(1 - e^2 \times \sin^2 \varphi)^{3/2}} \quad e \quad N = \frac{a}{(1 - e^2 \times \sin^2 \varphi)^{1/2}}$$

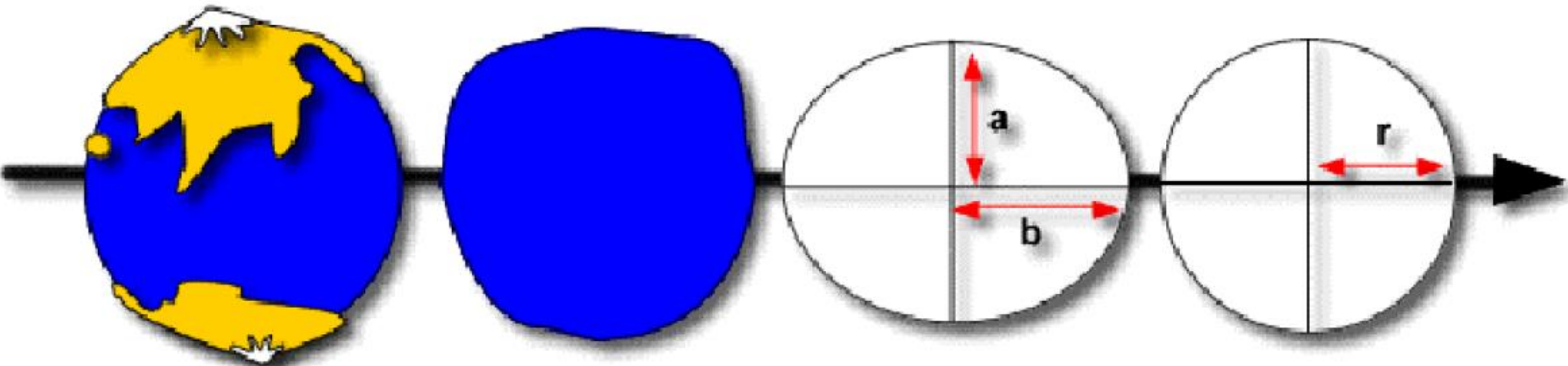
M: Raio de curvatura na seção meridiana
N: Raio de curvatura na seção transversa
a: Semieixo maior do elipsoide
e: Primeira excentricidade ao quadrado
φ: Latitude do local

Tipos de Superfícies

+

Complexidade

-



Superfície
terrestre

Geóide

Elipsóide

Esfera

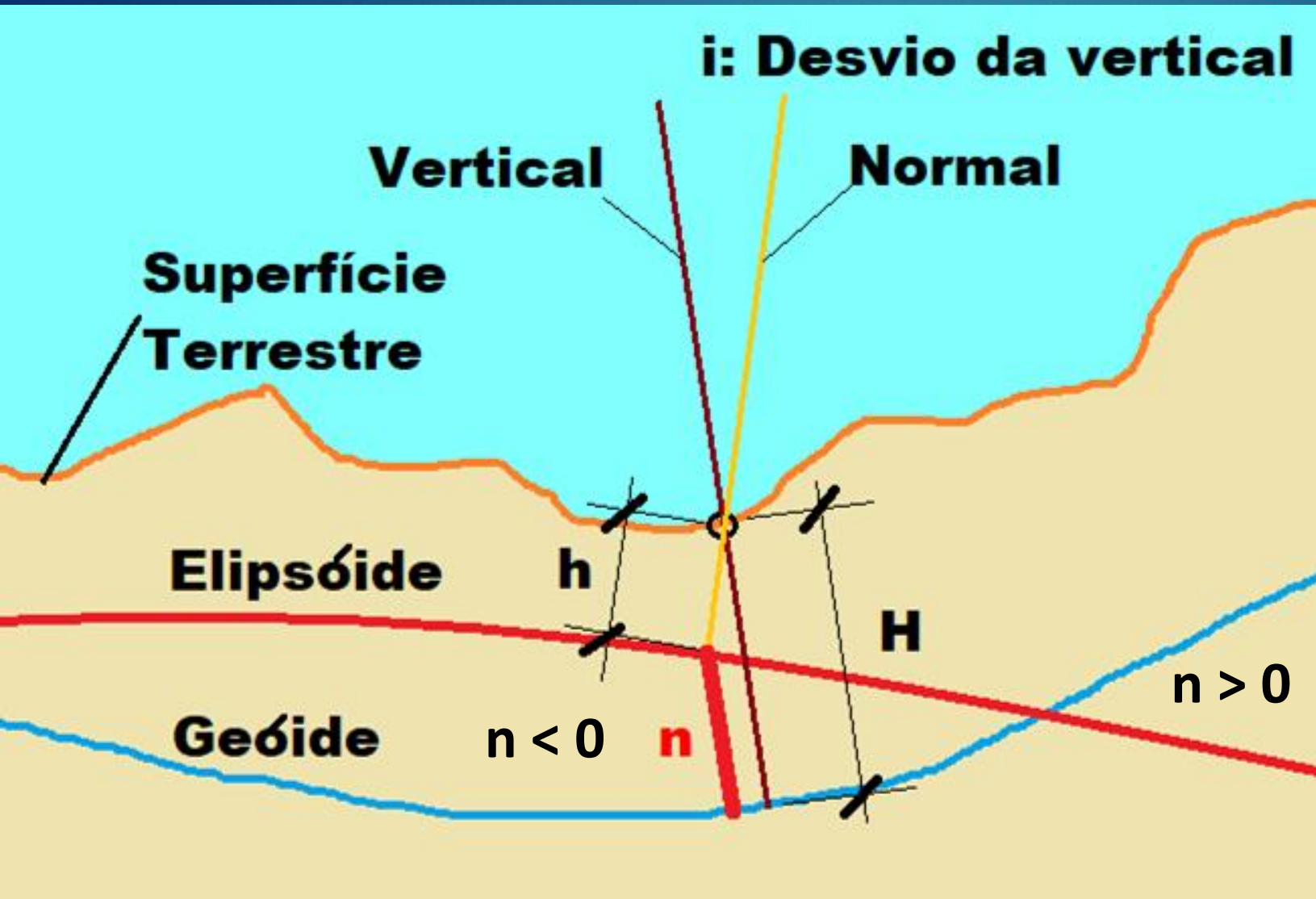
Tipos de Superfícies – Altitudes

- Conceitualmente, altitude é definida como a distância entre um ponto na superfície física terrestre tomada sobre a vertical ou normal desse ponto até a superfície do geoide ou elipsóide, respectivamente.



- As altitudes tomadas sobre a vertical de um ponto em relação ao geoide são designadas de altitude ortométrica (H), enquanto aquelas tomadas sobre a normal em relação ao elipsóide são designadas de geométricas ou elipsoidais (h). Os pés da normal (P'') e vertical (P') não são coincidentes, existindo entre eles uma distância conhecida como ondulação geoidal (n).

Tipos de Superfícies - Altitudes



H: Altitude Ortométrica
h: Altitude Elipsoidal
n: Ondulação Geoidal

$$H \cong h + n$$

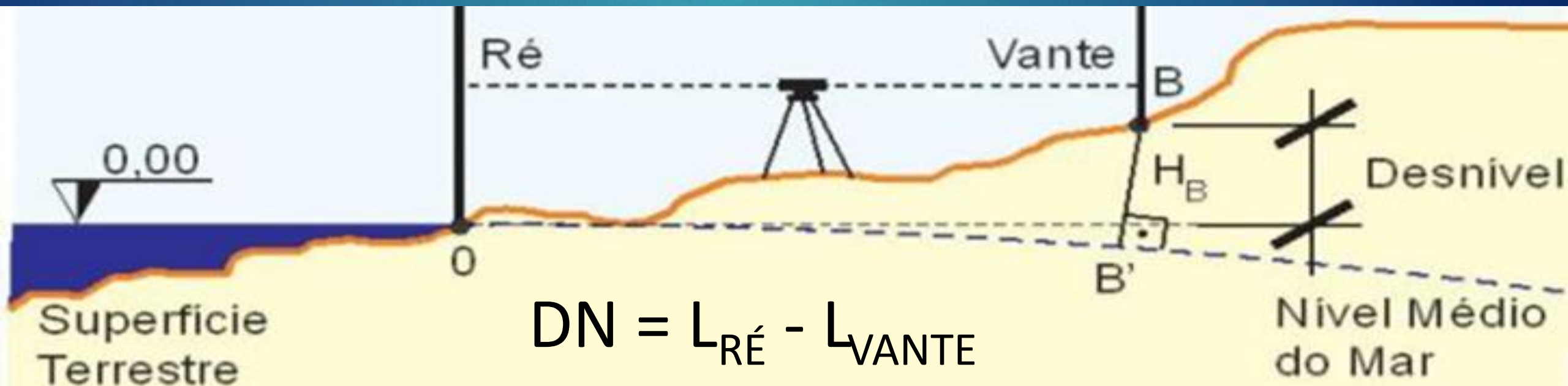
Como o ângulo entre a Vertical e a Normal (i) é pequeno, e seu valor máximo no planeta é igual a 70", pode-se representar H por:

$$H = h - n$$

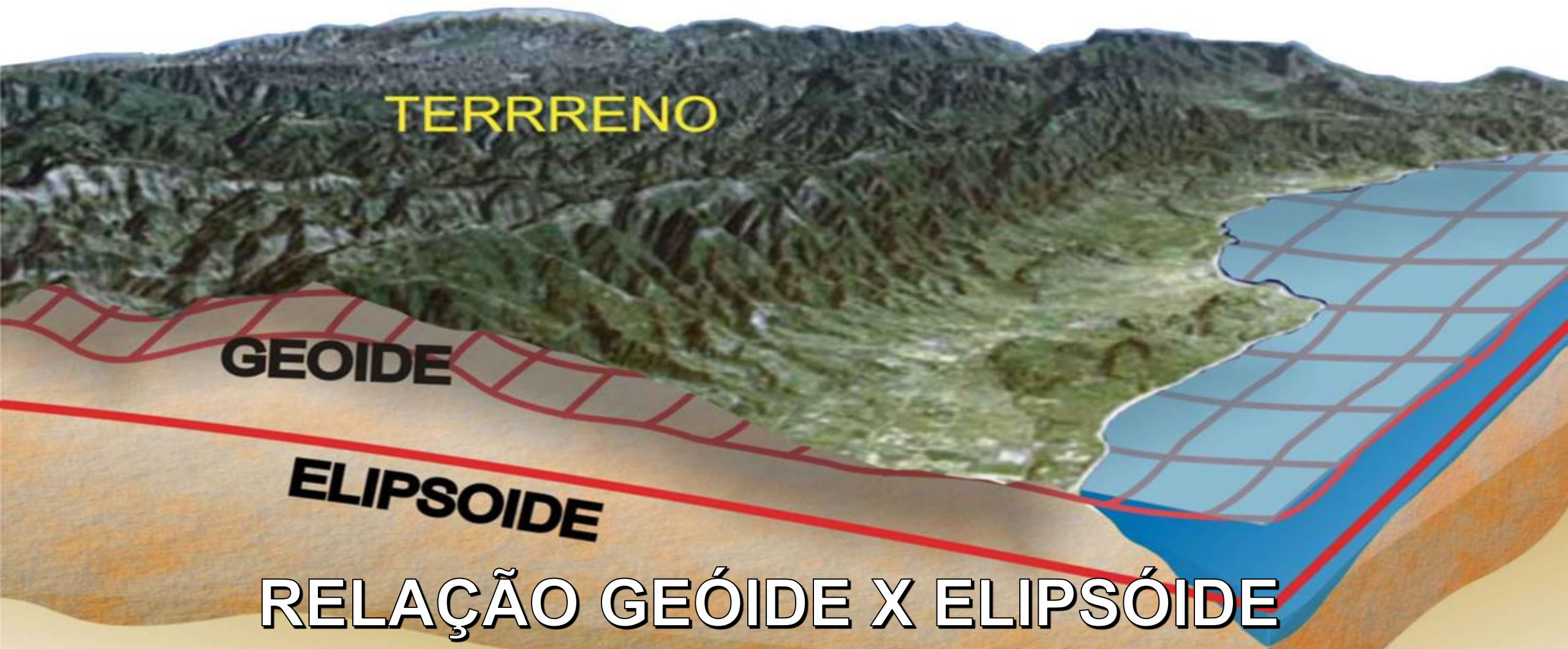
Por que o sinal mudou?

Tipos de Superfícies – Altitudes

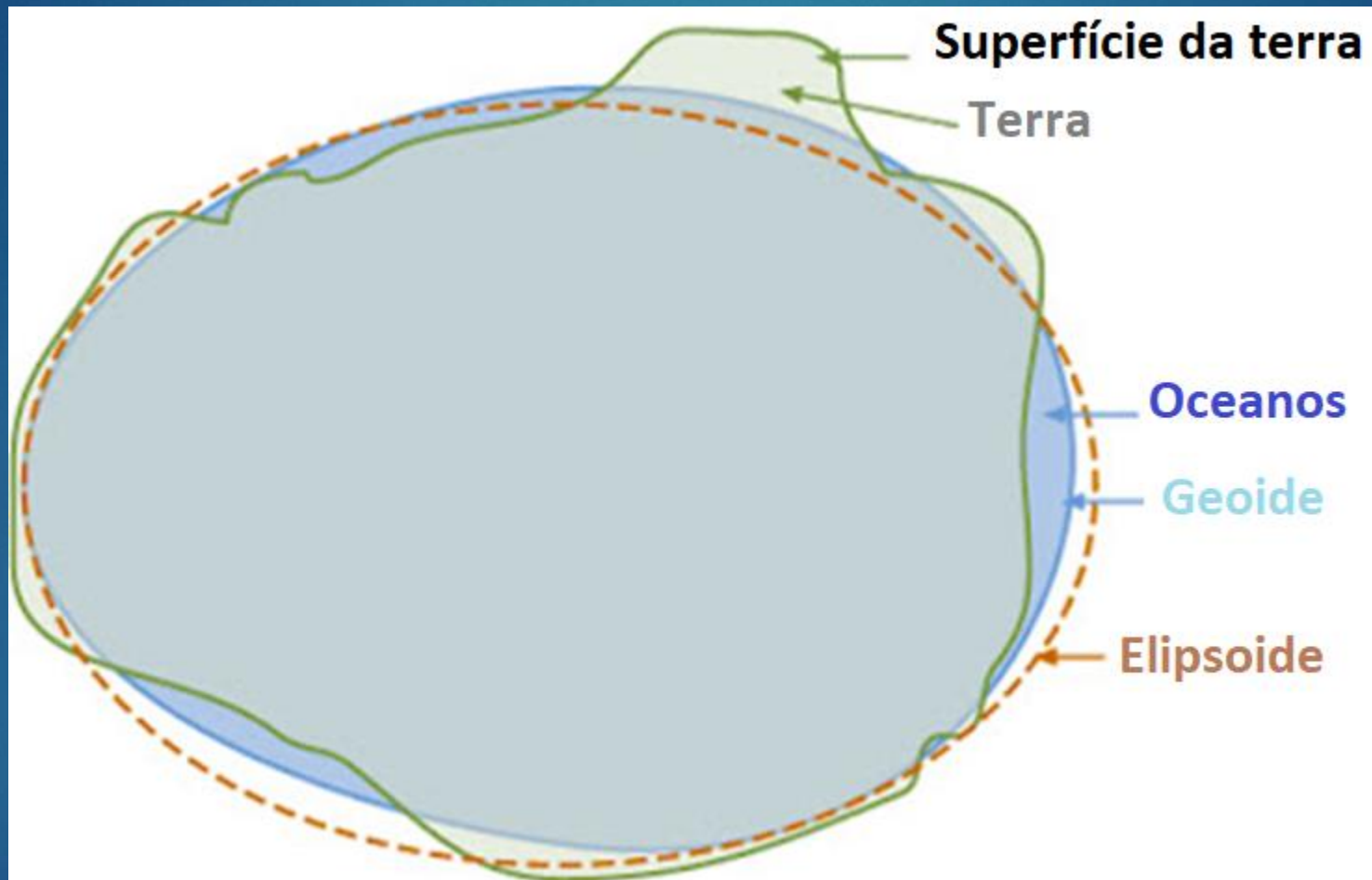
- ▶ A diferença de nível entre dois pontos distintos pode ser obtida por meio do nivelamento geométrico, onde duas miras são colocadas nas extremidades do vão a ser nivelado e efetuam-se as leituras nas miras. A diferença entre a leitura de vante e de ré caracteriza o desnível.



Tipos de Superfícies - Altitudes



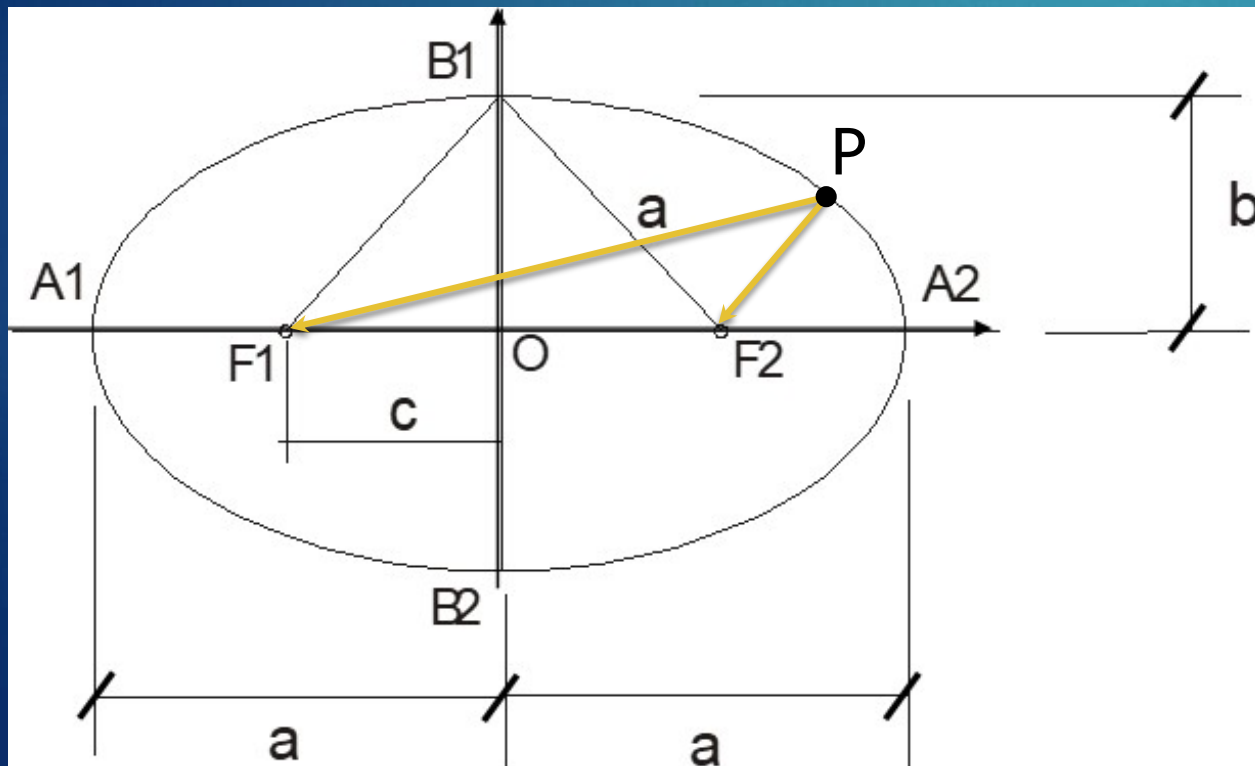
Tipos de Superfícies - Altitudes



RELAÇÃO GEÓIDE X ELIPSÓIDE

Geometria do Elipsoide

- O elipsoide é originário da figura geométrica denominada elipse por meio da rotação desta em torno de um dos seus eixos.



Onde:

a = semieixo maior da elipse

b = semieixo menor da elipse

Propriedade: $F_1P + F_2P = \text{constante} = 2a$

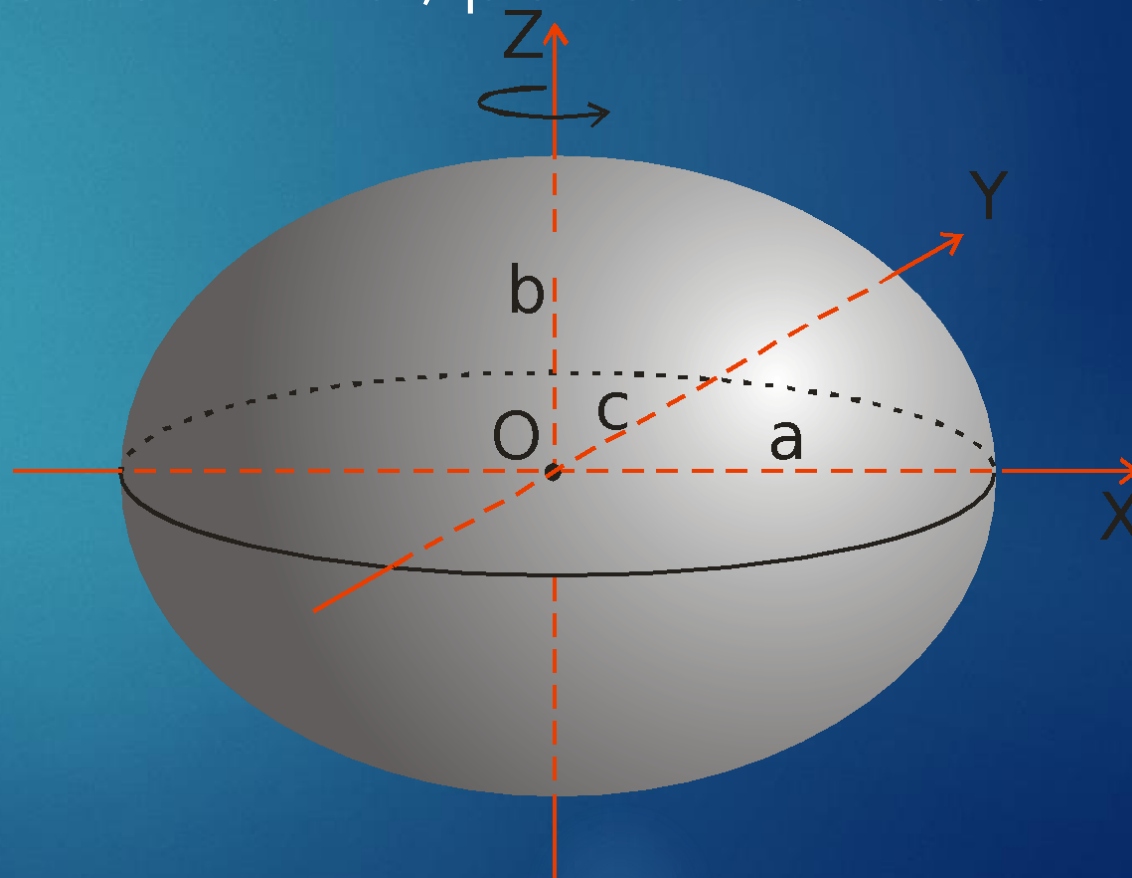
Fórmula geral:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$$

Geometria do Elipsoide

- O elipsóide representado é dito escaleno, que na literatura geodésica é denominado elipsóide triaxial, por conter três eixos desiguais.

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{c^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$$

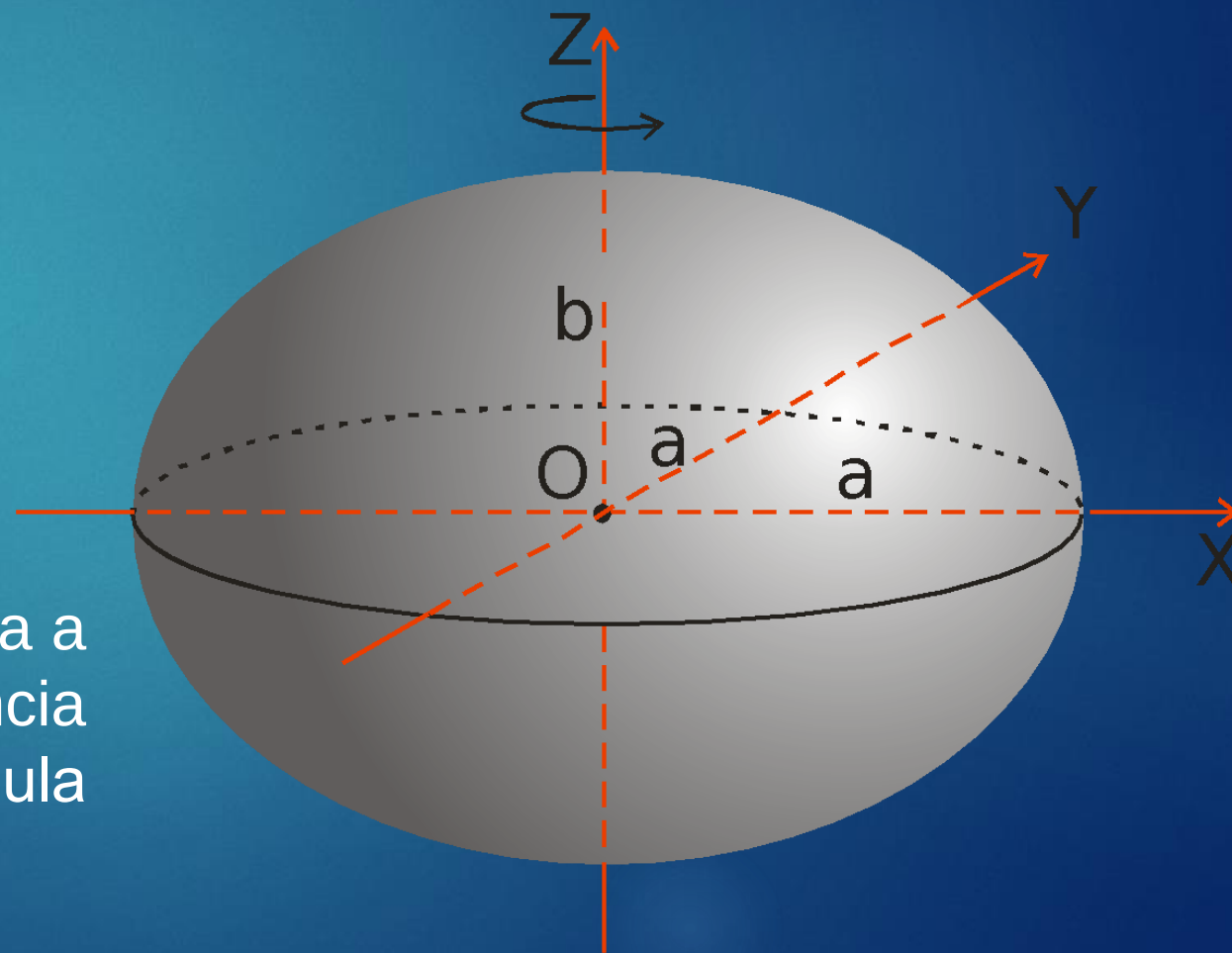


Geometria do Elipsoide

- O elipsóide biaxial ou elipsóide de revolução é obtido fazendo-se $a = c$

$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$$

O elipsoide de revolução é a base para a geração de sistemas de referência geodésicos, pois é a “fórmula matemática” da Terra.



Geometria do Elipsoide

- ▶ Para definirmos um elipsoide de revolução, podemos fazê-lo de duas formas, ou seja:
 - a e b (conhecendo-se os dois semieixos)
 - a e α (conhecendo-se o semieixo maior e o achatamento). O achatamento, também pode ser definido, em algumas literaturas, com a letra f.

$$\alpha = \frac{a - b}{a} \quad \therefore \quad \alpha = 1 - \frac{b}{a}$$

Geometria do Elipsoide

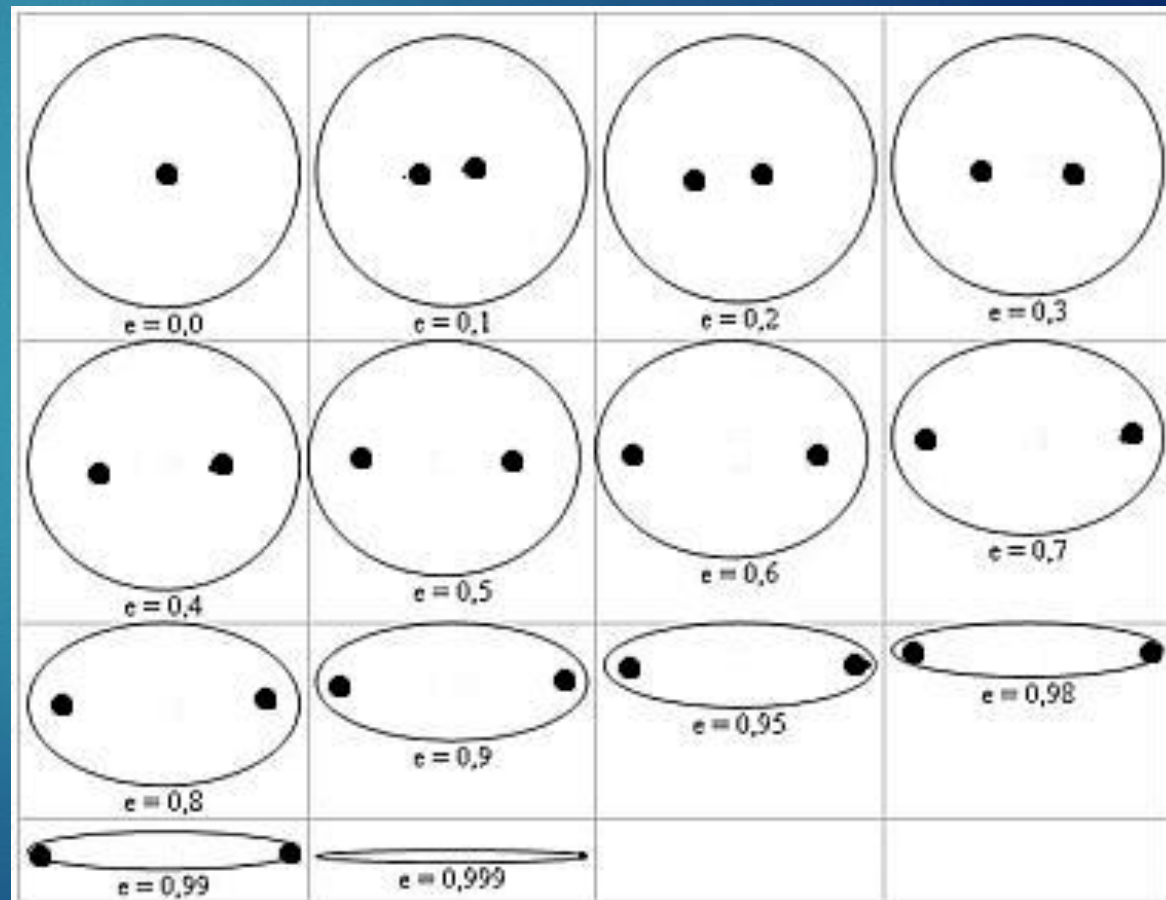
- ▶ Excentricidade é a divergência de uma elipse em relação a uma circunferência.

1a. Excentricidade (e)

$$e^2 = 1 - \frac{b^2}{a^2}$$

2a. Excentricidade (e')

$$e'^2 = \frac{a^2}{b^2} - 1$$



Geometria do Elipsoide

- Relação entre Excentricidade e Achatamento

$$e^2 = \alpha.(2 - \alpha)$$

- Relação entre a 2ª. Excentricidade e a 1ª. Excentricidade

$$e'^2 = \frac{e^2}{(1 - e^2)}$$

Geometria do Elipsoide

- Alguns elipsoides terrestres utilizados em geodésia

Nome/Autor	Ano	a (m)	α	País que utiliza
BESSEL	1841	6.377.397,0	1/299,15	Alemanha
CLARKE	1866	6.378.206,0	1/294,98	E.U.A.
REF. INT. 1967	1967	6.378.160,0	1/298,25	BRASIL - IBGE
HAYFORD	1909	6.378.388,0	1/297,00	BRASIL (anterior)
GRS 80	1980	6.378.137,0	1/298,257223563	Usado p/ sist. GPS

Geometria do Elipsoide

- Para um elipsóide de revolução de semieixo maior e achatamento iguais a 6.378.160m e 1/298,25, calcular o valor de b , e^2 e e'^2 .

FÓRMULAS

$$\alpha = \frac{a-b}{a} \text{ ou } \alpha = 1 - \frac{b}{a}$$

$$e^2 = 1 - \frac{b^2}{a^2}$$

$$e'^2 = \frac{a^2}{b^2} - 1$$

CÁLCULOS

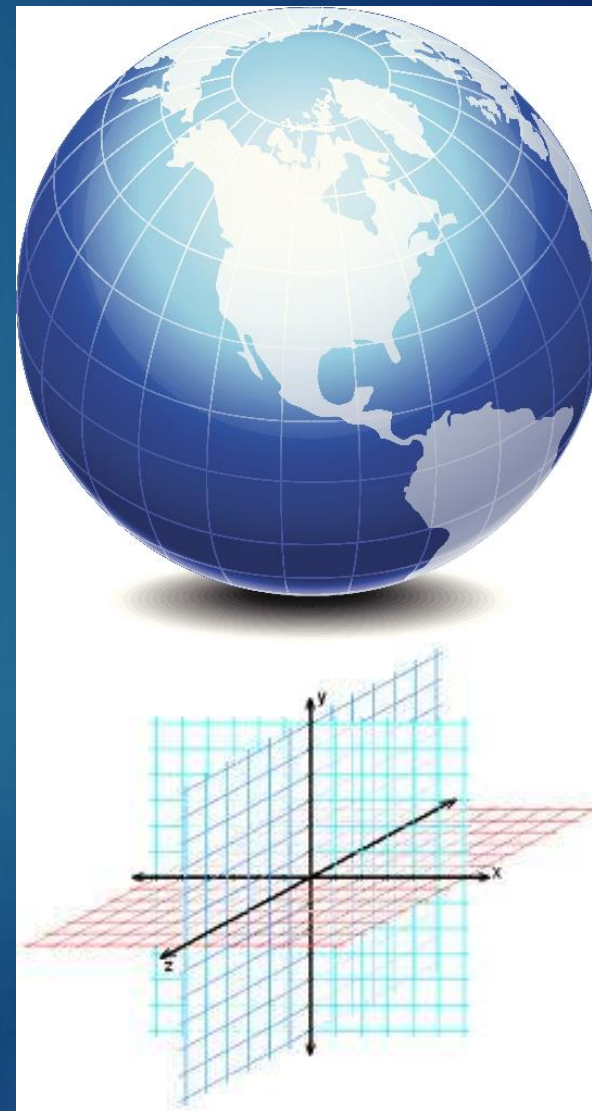
$$b = a - (f \times a) = 6378160 - \left(\frac{1}{298,25} \times 6378160 \right) = 6356774,72\text{m}$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = \frac{6378160^2 - 6356774,72^2}{6378160^2} = 0,006694542$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} = \frac{6378160^2 - 6356774,72^2}{6356774,72^2} = 0,00673966054$$

Sistemas de referência geodésicos

- ▶ Entende-se como sistema de referência o conjunto de informações que permitem o posicionamento de pontos sobre uma superfície de referência.
- ▶ Nesse contexto, uma superfície de referência corresponde a aquela superfície onde se encontram as feições geográficas de interesse imediato da cartografia e da topografia.
- ▶ No caso específico da geodesia, em um primeiro momento, a superfície de referência corresponderá à Superfície Física da Terra. Contudo, após simplificações do espaço geográfico real, utilizar-se-á um modelo terrestre mais apropriado.



Sistemas de referência geodésicos

- ▶ Um sistema de referência geodésico consiste em:
 - escolha de uma superfície de referência (seleção de um elipsoide);
 - orientação do elipsoide em relação à terra real (estabelecimento do referencial horizontal);
 - seleção de um Geoide (estabelecimento do referencial vertical);
 - materialização desses dois referencias, por meio de marcos (SAT's e RN's), na superfície física terrestre para servirem como pontos de amarrações para os trabalhos de topografia, geodésia e cartografia (Realização do sistema).



Sistemas de referência geodésicos



Sistemas de referência geodésicos



Sistemas de referência geodésicos

← → ↻ ibge.gov.br

gov.br CORONAVÍRUS (COVID-19) ACESSO À INFORMAÇÃO PARTICIPE LEGISLAÇÃO ÓRGÃOS DO GOVERNO

IBGE

☰ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Buscar

IBGE

× Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Buscar

População
213.674.209
Estimada

Inf
IPCA
0,8
ago

Estatísticas	Organização do território	Redes Geodésicas
Geociências	Posicionamento geodésico	SIRGAS
Painel de Indicadores	Atlas	Serviços para posicionamento geodésico
Cidades e Estados	Modelos digitais de superfície	
Nossos Sites	Cartas e Mapas	
Próximas Divulgações	Imagens do território	
Acesso à Informação	Informações ambientais	
	Métodos e documentos de referência	
	Todos os Produtos	
	Downloads	

Sistemas de referência geodésicos

Redes Geodésicas

Descrição ▾

Principais produtos deste tema:

Mapa das Redes do Sistema Geodésico Brasileiro

Rede Altimétrica

Rede Gravimétrica

BDG - Banco de dados geodésicos

RMPG - Rede Maregráfica Permanente para Geodésia

Rede Planialtimétrica

RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS



Sistemas de referência geodésicos



≡ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

[🏠](#) > [Geociências](#) > [Posicionamento geodésico](#) > [Redes Geodésicas](#) > [BDG - Banco de dados geodésicos](#)

BDG - Banco de dados geodésicos

O que é

Acesso ao produto

Publicações

Saiba mais

Acesso ao produto - Banco de Dados Geodésicos

Banco de Dados Geodésicos

Aplicativo

Tutorial

Sistemas de referência geodésicos

IBGE

Banco de Dados Geodésicos - BDG

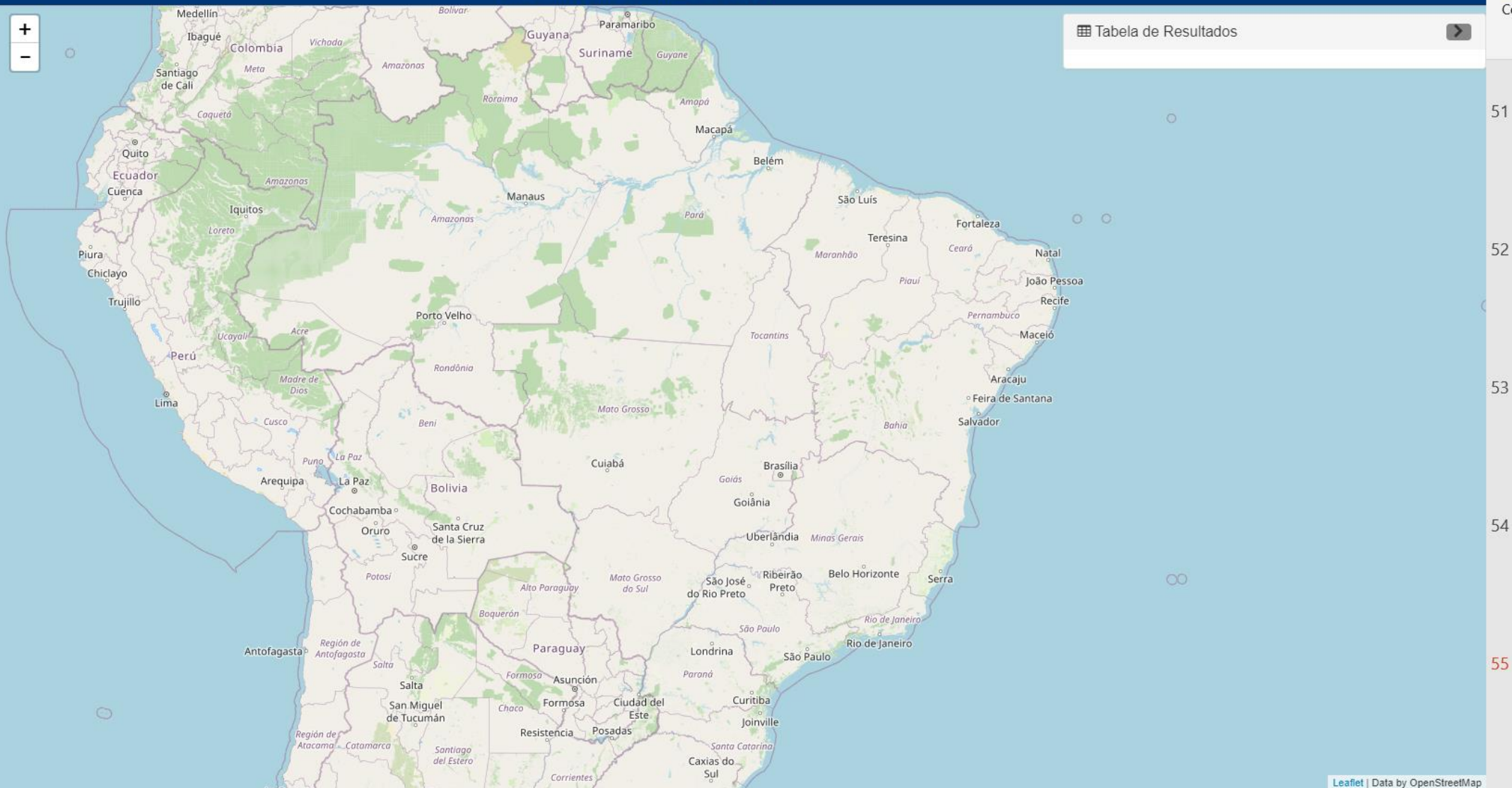
Q Pesquisas

Camadas

Mapa Base

Ferramentas

Tabela de Resultados



Sistemas de referência geodésicos



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	93649	Nome da Estação :	93649	Tipo :	Estação GPS
Município :	SANTA ISABEL DO RIO NEGRO			UF :	AM
Última Visita:	02/07/2004	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	17/07/2017

Inscrição chapa :

DADOS PLANIALTIMÉTRICOS

Latitude	00° 48' 20,50304" N
Longitude	66° 00' 18,56712" W
Altitude Geométrica(m)	2.974,186
Fonte	GPS Geodésico
Origem	Ajustada
Datum	SIRGAS2000
Data Medição	02/07/2004
Data Cálculo	23/11/2004
Sigma Latitude(m)	0,004
Sigma Longitude(m)	0,007
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,023
UTM(N)	89.176,195
UTM(E)	833.371,058
MC	-69

DADOS ALTIMÉTRICOS

Altitude Ortométrica(m)
Fonte
Sigma Altitude(m)
Datum
Data Medição
Data Cálculo

DADOS GRAVIMÉTRICOS

Gravidade(mGal)
Datum
Data Medição
Data Cálculo

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ª edição disponível em :

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf>

- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em :

ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf

- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em :

<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html>

- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em :

ftp://geofp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf

Sistemas de referência geodésicos



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	2833Z	Nome da Estação :	2833Z	Tipo :	Referência de Nível - RN
Município :	NOVA FRIBURGO			UF :	RJ
Última Visita :	08/03/2013	Situação Marco Principal :	BOM	Última Atualização :	30/07/2018
Inscrição chapa : RN 2833Z					

DADOS PLANIMÉTRICOS

Latitude	22° 16' 53,00" S
Longitude	42° 31' 54,00" W
Fonte	GPS Navegação
Origem	
Datum	SIRGAS2000
Data Medição	20/08/2009
Data Cálculo	
Sigma Latitude(m)	
Sigma Longitude(m)	
UTM(N)	7.533.949
UTM(E)	754.334
MC	-45

DADOS ALTIMÉTRICOS

Altitude Normal(m)	847,1983
Fonte	Nivelamento Geométrico
Sigma Altitude(m)	0,072
Datum	Imbituba
Data Medição	29/07/1986
Data Cálculo	30/07/2018
Número Geopotencial (m ² /s ²)	8.291,060

DADOS GRAVIMÉTRICOS

Gravidade(mGal)	
Datum	
Data Medição	
Data Cálculo	

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ª edição disponível em : <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em : http://geofrp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em : <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html>
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em : http://geofrp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf

Foto(s)



 Pesquisas

Camadas

GPS

RN

EG

VT

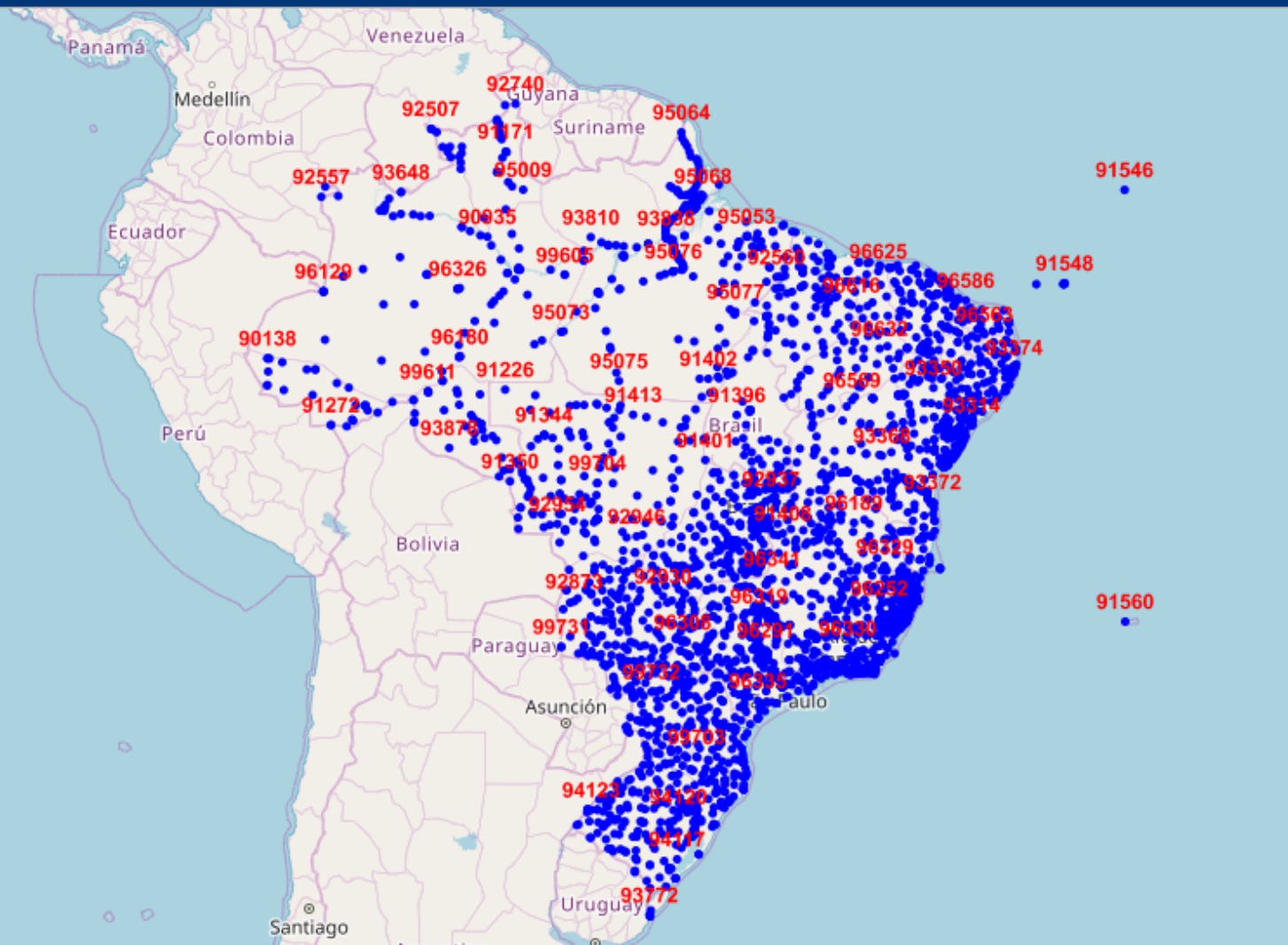
EP

DOPPLER

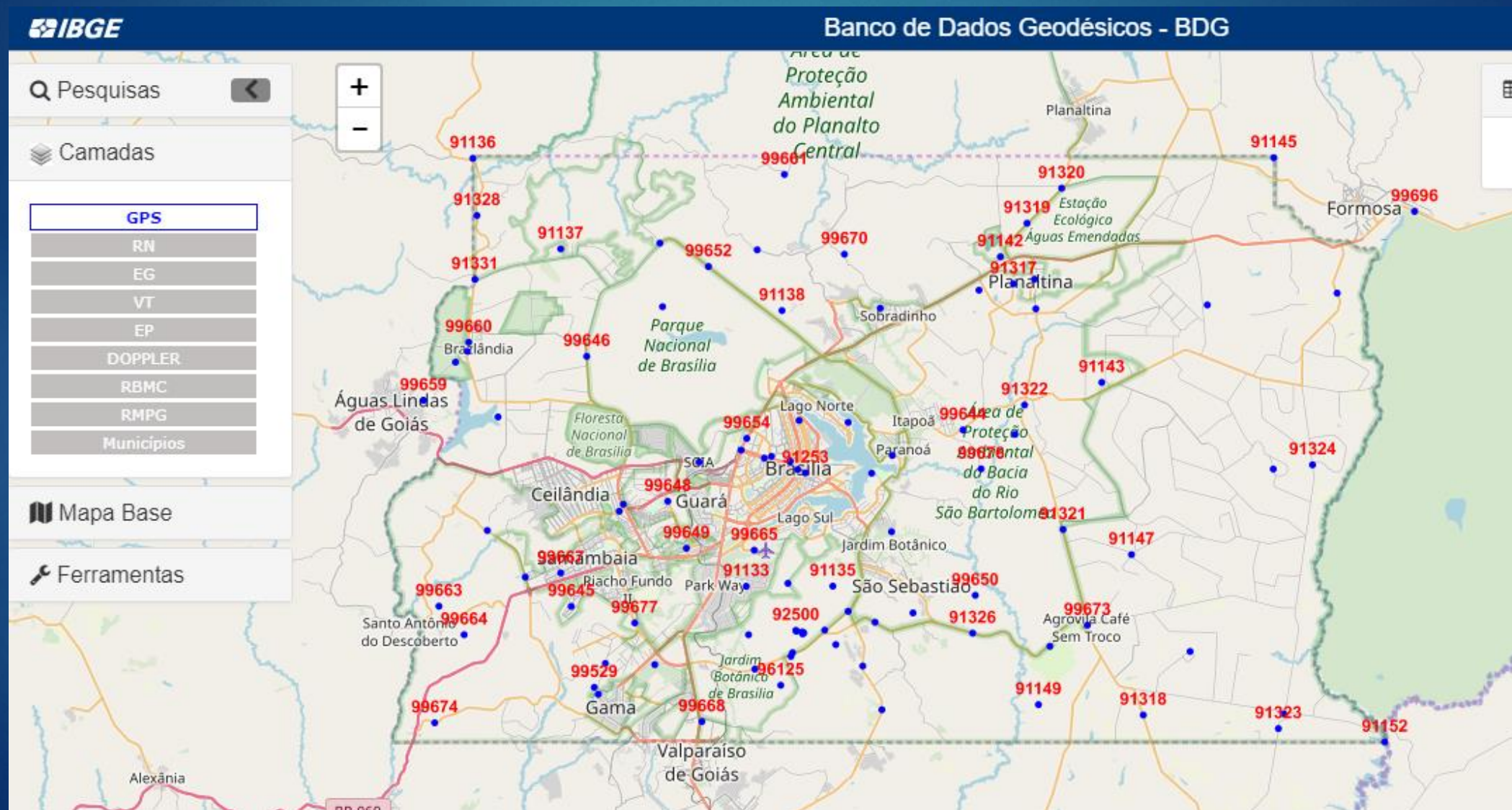
Municípios

Mapa Base

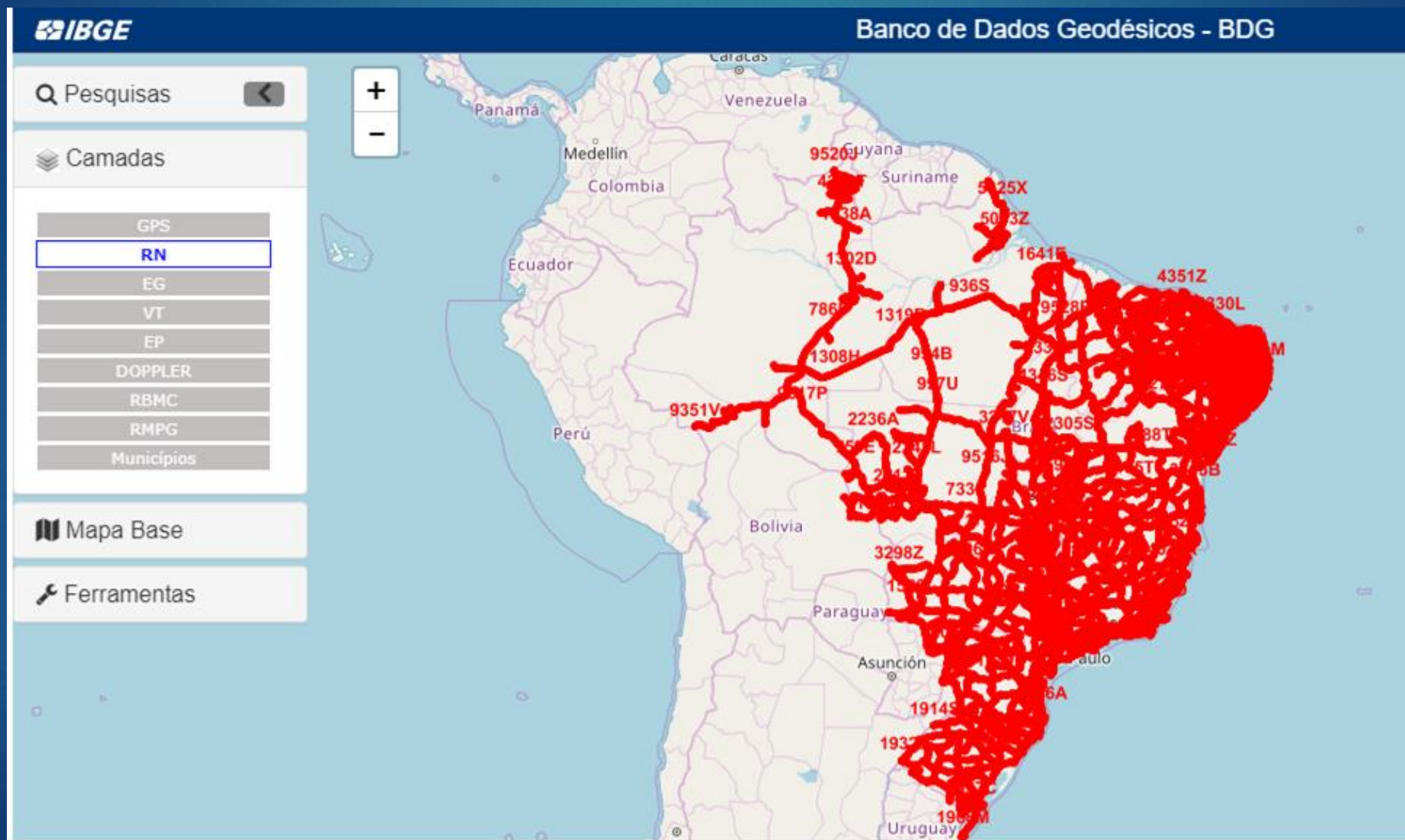
 Ferramentas



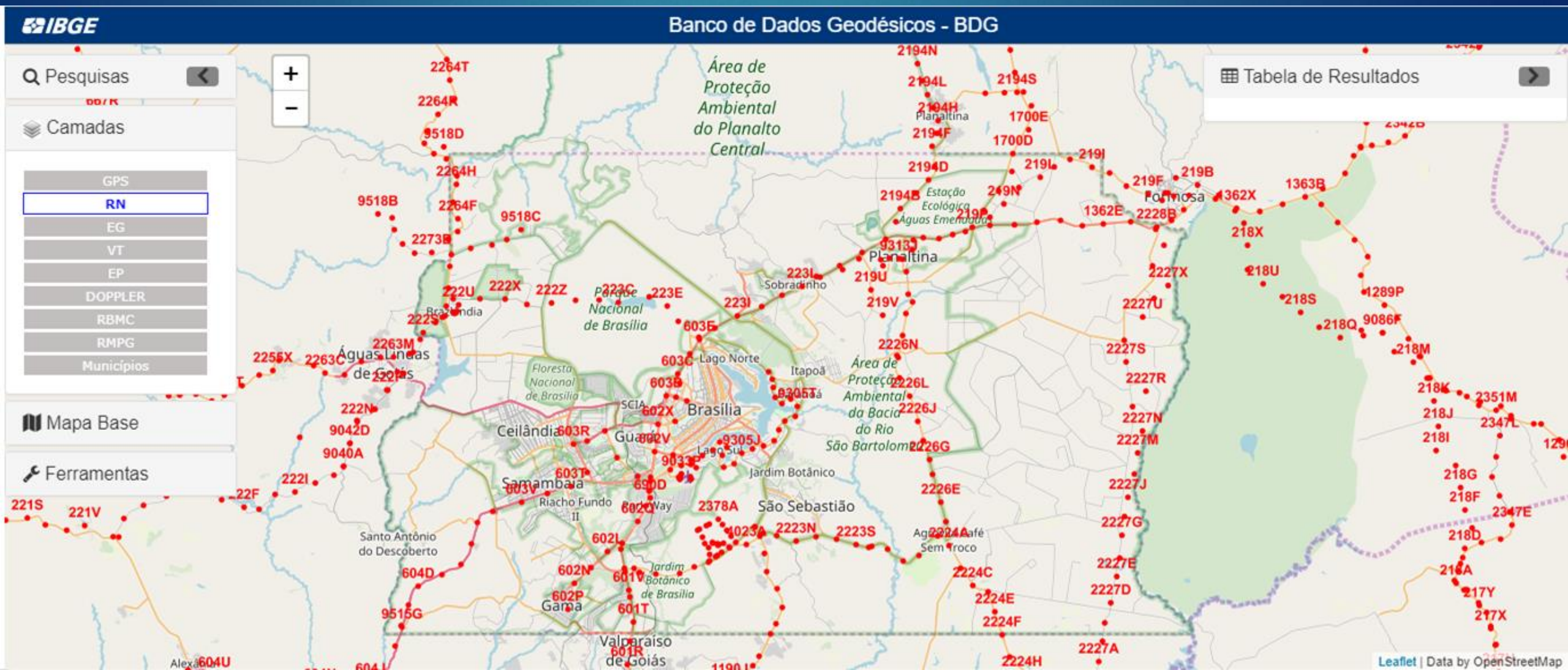
Sistemas de referência geodésicos



Sistemas de referência geodésicos

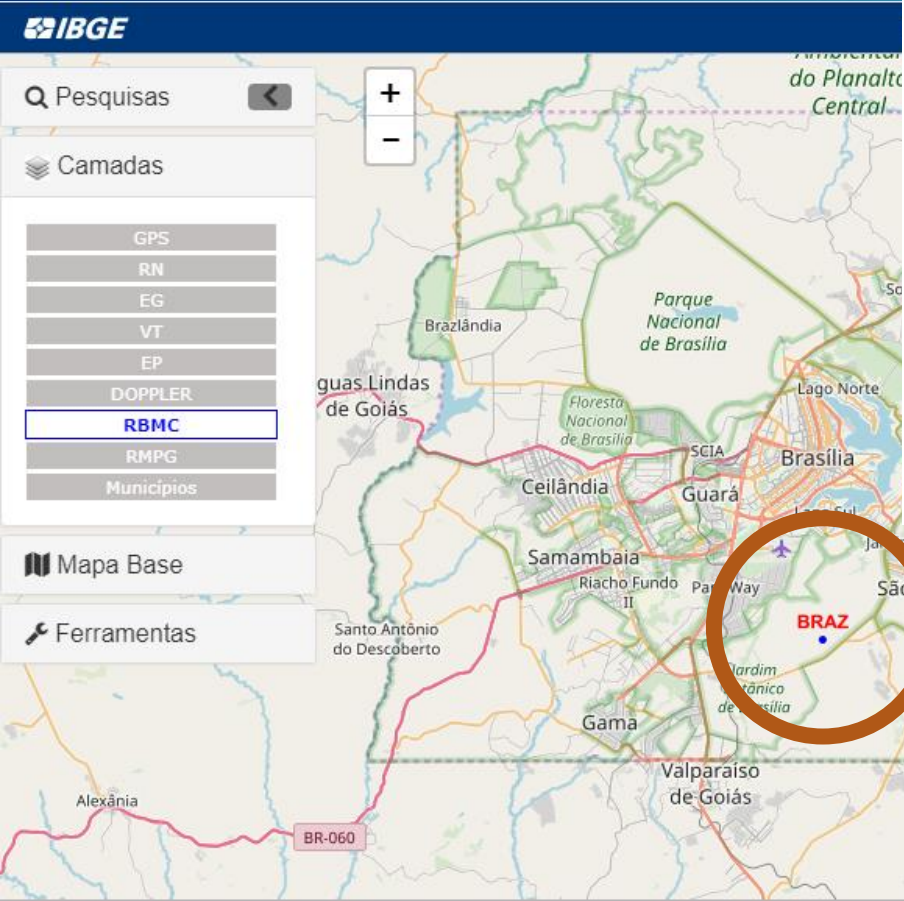


Sistemas de referência geodésicos





Sistemas de referência geodésicos



91200 Relatório de Estação Geodésica (REG) Relatório de Informação de Estação RBMC

Estação :	91200	UF :	DF
Município :	Brasília	Visita :	12/07/2005
Situação :	Bom	Coordenadas :	15° 56' 50,91123" S 47° 52' 40,32834" W GPS Geodésico

Localização : No canto nordeste do Bloco G das instalações do IBGE, na Reserva Ecológica do Roncador (RECOR) em Brasília-DF.

Conexões : RN: 2369V