

MUSEU DE TOPOGRAFIA PROF. LAUREANO IBRAHIM CHAFFE DEPARTAMENTO DE GEODÉSIA – UFRGS

DATUM GEODÉSICO

Texto original de:
[Wikipédia, a enciclopédia livre](#)

Ampliação e ilustração de autoria de;
[Iran Carlos Stalliviere Corrêa](#)
Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe – Porto Alegre-RS

O Datum

"**DAatum**", do latim dado, detalhe, pormenor (*plural data*) em cartografia refere-se ao modelo matemático teórico da representação da superfície da Terra ao nível do mar, utilizado pelos cartógrafos numa dada carta ou mapa. Devido a existência de vários datum em utilização simultânea, na legenda das cartas deverá estar indicado qual o datum utilizado.

De uma forma muito simplificada, o datum indica o ponto de referência a partir do qual a representação gráfica dos paralelos e meridianos, e conseqüentemente de todo o resto que for desenhado na carta, está relacionado.

A diferença entre os **data** são baseadas em modelos matemáticos distintos da forma e dimensões da Terra e do fator adicional da projeção, seja por razões históricas, seja para garantir uma representação gráfica mais proporcionada; tomando como exemplo o Japão, onde usam um ponto de projeção que não está no centro da terra, mas em algum lugar sob o Japão, isto permite uma menor distorção na projeção de uma esfera sobre o plano, quando o Japão é representado, mas no entanto o uso dessa mesma projeção para os EUA resultaria em um mapa muito estranho!

A importância do **datum** prende-se com a necessidade de projetar um corpo curvo e a três dimensões (a Terra), num plano a duas dimensões, mantendo no entanto os cruzamentos em ângulo retos dos meridianos e paralelos (o mapa). A primeira abordagem de sucesso foi

a famosa projeção de Mercator, em que a Terra é transformada num cilindro que toca a superfície terrestre no equador (Latitude 0° 0' 0").

Posteriormente surgiram outras em que um cone intercepta a Terra em duas latitudes com pontos acima do pólo, e outra ainda é a de um cilindro tocando a Terra numa determinada latitude ou longitude. Todas estas projeções criam representações gráficas diferentes, ou seja, **data** diferentes.

A maioria dos mapas dos serviços cartográficos nos EUA utilizam o **datum CONUS NAD-27** que usa os modelos matemáticos e a projeção cônica de Clarke de 1866. Mapas posteriores utilizam o **datum NAD-83** e usam a projeção UTM. Esta projeção, a partir do centro da Terra, gerou a parte universal do UTM.

A projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) toca a Terra em várias longitudes, denominadas Meridianos Centrais e usa um ponto de projeção no centro da Terra. O modelo matemático (**datum**) é **WGS-84** que define um elipsóide. O **datum WGS84** foi criado a partir do datum de Clarke de 1866 usado pela maioria dos mapas USGS. O **datum WGS84** (e o virtualmente idêntico **NAD-83**) especificam que a terra é mais achatada nos polos, de modo que uma medida efetuada do equador para o norte é mais ou menos 200m maior do que aquela medida com o modelo de 1866 de Clarke, para pontos nos EUA.

Caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro SAD69

Segundo as Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em Território Brasileiro, anexo à Resolução COCAR nº 02/83, de 21/07/1983, o Sistema Geodésico Brasileiro-SGB é definido a partir do conjunto de pontos geodésicos implantados na porção terrestre delimitada pelas fronteiras do país. Para o SGB, a imagem geométrica da Terra é definida pelo elipsóide do sistema geodésico de referência-SGR-67, aceito e recomendado pela UGGI, em Lucerna, no ano de 1967.

O **South American Datum** (SAD) foi estabelecido como o sistema geodésico regional para a América do Sul, desde 1969. O SGB integra o **SAD-69**. Ele é definido a partir dos parâmetros:

- Elipsóide SGR-67

Orientação geocêntrica

- eixo de rotação paralelo ao eixo de rotação da Terra; plano meridiano origem paralelo ao meridiano de Greenwich;

- orientação topocêntrica: considerado como **datum planimétrico**, o Vértice Chuá da cadeia de triangulação do paralelo 20° Sul, em Minas Gerais :
- latitude geodésica= 19° 45' 41,6527" S
- latitude astronômica= 19° 45' 41,34" S
- longitude geodésica= 48° 06' 04,0639" W
- longitude astronômica= 48° 06' 07,80" W
- azimute geodésico= 271° 30' 04,05"SWNE
- azimute astronômico= 271° 30' 05,42" SWNE para VT-Uberaba
- ondulação geoidal N = 0,0m
- **Datum altimétrico** do SGB: coincide com a superfície equipotencial que contém o nível médio do mar, definido pelas observações maregráficas tomadas em Imbituba, no litoral de Santa Catarina.

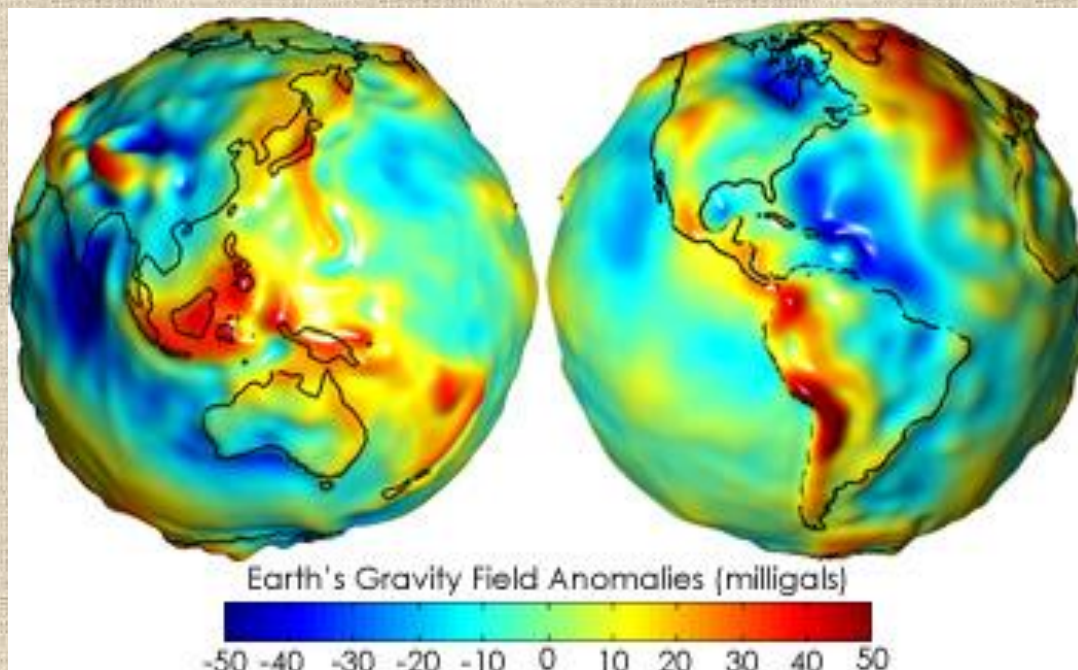
Forma da Terra

A forma de nosso planeta (formato e dimensões) é um tema que vem sendo pesquisado ao longo dos anos em várias partes do mundo. Muitas foram as interpretações e conceitos desenvolvidos para definir qual seria a forma da Terra. Pitágoras em 528 a.C. introduziu o conceito de **forma esférica** para o planeta, e a partir daí sucessivas teorias foram desenvolvidas até alcançarmos o conceito que é hoje bem aceito no meio científico internacional.

A superfície terrestre sofre frequentes alterações devido à natureza (movimentos tectônicos, condições climáticas, erosão, etc.) e à ação do homem, portanto, não serve para definir forma sistemática da Terra.

A fim de simplificar o cálculo de coordenadas da superfície terrestre foram adotadas algumas superfícies matemáticas simples. Uma primeira aproximação é a esfera achatada nos pólos (**elipsóide**).

Segundo o conceito introduzido pelo matemático alemão Carl Friedrich Gauss (1777-1855), a forma do planeta, é o **GEÓIDE** que corresponde à superfície do nível médio do mar homogêneo (ausência de correntezas, ventos, variação de densidade da água, etc.) supostamente prolongada por sob os continentes. Essa superfície se deve, principalmente, às forças de atração (gravidade) e força centrífuga (rotação da Terra).



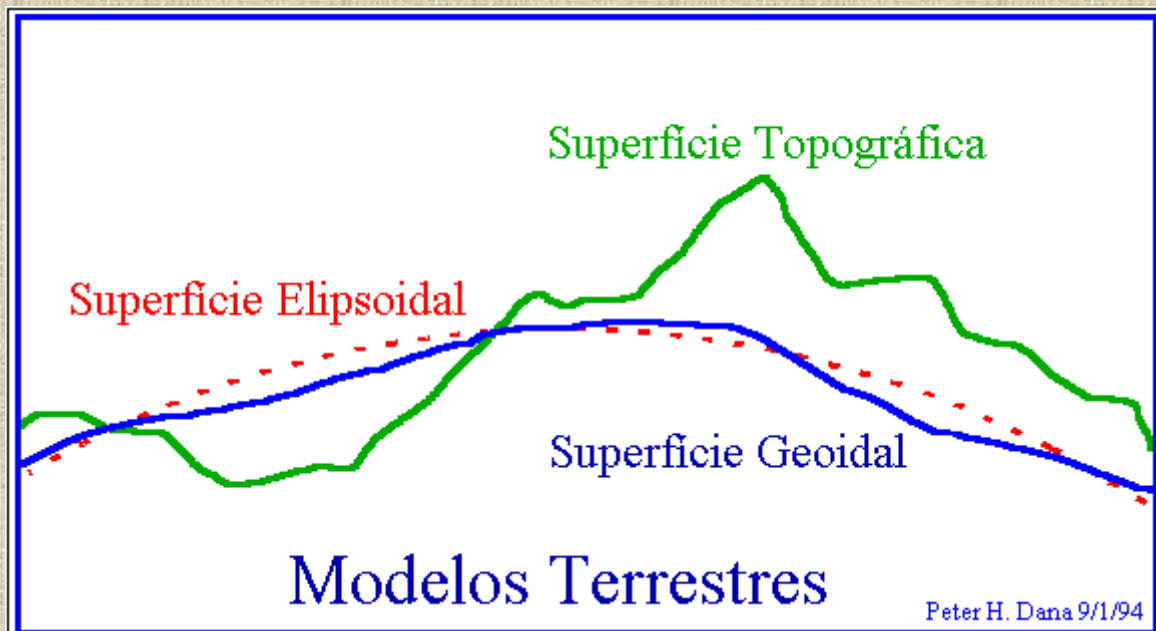
Forma do Geóide

Os diferentes materiais que compõem a superfície terrestre possuem diferentes densidades, fazendo com que a força gravitacional atue com maior ou menor intensidade em locais diferentes.

As águas dos oceanos procuram uma situação de equilíbrio, ajustando-se às forças que atuam sobre elas, inclusive no seu suposto prolongamento. A interação (compensação gravitacional) de forças buscando equilíbrio faz com que o **geóide** tenha o mesmo potencial gravimétrico em todos os pontos de sua superfície.

É preciso buscar um modelo mais simples para representar o nosso planeta. Para contornar o problema que acabamos de abordar lançou-se mão de uma figura geométrica chamada **Elipse** que ao girar em torno do seu eixo menor forma um volume, o **Elipsóide de Revolução**, achatado nos polos. Assim, o elipsóide é a superfície de referência utilizada nos cálculos que fornecem subsídios para a elaboração de uma representação cartográfica.

Muitos foram os intentos realizados para calcular as dimensões do elipsóide de revolução que mais se aproxima da forma real da Terra, e muitos foram os resultados obtidos. Em geral, cada país ou grupo de países adotou um elipsóide como referência para os trabalhos geodésicos e topográficos, que mais se aproximasse do geóide na região considerada.



A forma e tamanho de um elipsóide bem como sua posição relativa ao geóide definem um sistema geodésico (também designado por **datum geodésico**). No caso brasileiro adota-se o Sistema Geodésico Sul Americano - **SAD 69**, com as seguintes características:

- **Elipsóide de referência - UGGI 67** (isto é, o recomendado pela União Geodésica e Geofísica Internacional em 1967) definido por:

- semi-eixo maior - a: 6.378.160 m
- achatamento - f: 1/298,25

- **Origem das coordenadas (ou Datum planimétrico):**

- estação : Vértice Chuá (MG)
- altura geoidal : 0 m
- coordenadas: Latitude: 19° 45' 41,6527" S
Longitude: 48° 06' 04,0639" W
- azimute geodésico para o Vértice Uberaba : 271° 30' 04,05"

O **Sistema Geodésico Brasileiro** (SGB) é constituído por cerca de 70.000 estações implantadas pelo IBGE em todo o Território Brasileiro, divididas em três redes:

- Planimétrica: latitude e longitude de alta precisão
- Altimétrica: altitudes de alta precisão
- Gravimétrica: valores precisos de aceleração da gravidade

Para origem das altitudes (ou **Datum altimétrico** ou **Datum vertical**) foram adotados:

Porto de Santana - correspondente ao nível médio determinado por um marégrafo instalado no Porto de Santana (AP) para referenciar a rede altimétrica do Estado do Amapá que ainda não está conectada ao restante do País.

Imbituba - correspondente ao nível médio determinado por um marégrafo instalado no Porto de Imbituba (SC), utilizada como origem para toda rede altimétrica nacional à exceção do estado do Amapá.



Projeção, datum e SIG.

Um dos principais motivos de dores de cabeça para quem trabalha com softwares de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são as projeções e **data** cartográficos.

A relação interdisciplinar forte que existe entre a Cartografia e o Geoprocessamento é o espaço geográfico. Para representar processos que ocorrem num espaço geográfico precisamos da Cartografia e o Geoprocessamento trata e analisa, geralmente dentro de um SIG, estes mesmos processos dentro do espaço geográfico.

Também se percebe que um dos principais motivos para esta dificuldade é a falta de conhecimento da grande parte dos usuários sobre os conceitos básicos da Cartografia. Isso se deve principalmente pela densidade de termos, matemática e teoria por trás de tais conceitos.

Porém utilizá-los de forma errônea pode complicar o andamento do projeto, como o apresentado abaixo em que a construção da ponte foi efetuada por duas frentes de serviço e cada uma utilizando **data** diferentes...



Se as equipes tivesse utilizado o mesmo **datum** teriam se encontrado....



SISTEMAS DE REFERÊNCIAS: EVOLUÇÃO NO BRASIL

Historicamente, no Brasil já foram oficialmente adotados quatro sistemas de referenciais geodésicos:

Córrego Alegre

Na década de 50 foi adotado o Sistema Geodésico Córrego Alegre, o qual tinha como vértice o ponto **Córrego Alegre** e o **elipsóide Internacional de Hayford de 1924** como superfície de referência, sendo seu posicionamento e orientação determinados astronômicamente.

Coordenadas:

- latitude = $19^{\circ} 50' 14,91''$ S
- longitude = $48^{\circ} 57' 41,98''$ W
- h = 683,81 metros

Astro Datum Chuá

A partir de estudos gravimétricos, na região do ponto Córrego Alegre, foi escolhido um novo ponto, no **vértice de Chuá**. Este sistema foi estabelecido pelo IBGE em caráter provisório, como um ensaio para a implantação do **Datum SAD69**. Foram ignoradas as componentes do desvio da vertical no processo de ajustamento das coordenadas do Datum.

SAD69

O sistema geodésico **SAD69** foi oficialmente adotado no Brasil em 1979. A imagem geométrica da Terra é definida pelo Elipsóide de Referência Internacional de 1967, aceito pela Assembléia Geral da Associação Geodésica Internacional que teve lugar em Lucerne, no ano de 1967.

O referencial altimétrico coincide com a superfície equipotencial que contém o nível médio do mar, definido pelas observações maregráficas tomadas na baía de Imbituba, no litoral do Estado de Santa Catarina.

Foram determinados os parâmetros topocêntricos das componentes do desvio da vertical e ondulação geoidal no vértice Chuá.

Coordenadas

- latitude : 19° 45' 41,6527" S
- longitude: 48° 06' 04,0639" W
- altitude ortométrica: 763,28 m
- azimute (Chuí - Uberaba): 271° 30' 04,05"

SAD69 - Realização 1996

Em 1996 foi concluído pelo IBGE o reajustamento da rede geodésica brasileira, utilizando-se das novas técnicas de posicionamento por satélites GPS. Juntamente com as observações GPS também participaram do reajustamento os pontos da rede clássica. A ligação entre as duas redes foi feita através de 49 estações da rede clássica, as quais foram observadas por GPS. Esse ajustamento forneceu também o desvio padrão das coordenadas das estações.

WGS84

O **WGS84** é a quarta versão do sistema de referência geodésico global estabelecido pelo Departamento de Defesa Americano (DoD) desde 1960 com o objetivo de fornecer posicionamento e navegação em qualquer parte do mundo. Ele é o sistema de referência das efemérides operacionais do sistema GPS. Daí a importância do **WGS84** frente aos demais sistemas de referência.

No Brasil, os parâmetros de conversão entre **SAD69** e **WGS84** foram apresentados oficialmente pelo IBGE em 1989. Uma das principais características do **WGS84** diante do **SAD69** é este ser um sistema geocêntrico, ao contrário do sistema topocêntrico do SAD69.

SIRGAS

O **SIRGAS** (Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul) foi criado em outubro de 1993, contando com a participação dos países da América do Sul, representados por suas agências nacionais, tendo como principal objetivo estabelecer um sistema de referência geocêntrico para a América do Sul. A adoção do **SIRGAS** segue uma tendência atual, tendo em vista as potencialidades do GPS e as facilidades para os usuários, pois, com esse sistema geocêntrico, as coordenadas obtidas com GPS, relativamente a esta rede, podem ser aplicadas diretamente aos levantamentos cartográficos, evitando a necessidade de transformações e integração entre os dois referenciais (Dalazoana; Freitas, 2000).

Utilizando a concepção de um Sistema de Referência Moderno, onde a componente "tempo" é a acrescentada, as coordenadas e vetor velocidades dos vértices são referidos a uma determinada época. O elipsóide utilizado é o **GRS-80** (Geodetic Reference System 1980), sendo considerado idêntico ao WGS84 em questões de ordem prática, como é o caso do mapeamento. As constantes dos dois elipsóides são idênticas, com exceção de uma pequena variação no achatamento terrestre ($f_{\text{WGS84}} = 1/298,257223563$, $f_{\text{GRS80}} = 1/298,257222101$).

O pós-processamento de um rastreamento GPS realizado com efemérides precisas, proporcionam coordenadas em **ITRFyy** e ou **SIRGAS**, dependendo da estação de referência (ou injunção) no posicionamento relativo for ITRF e ou SIRGAS, respectivamente. Nos demais casos, como por exemplo, no posicionamento diferencial pós-processado com efemérides operacionais e o posicionamento em tempo real, as coordenadas resultantes estarão referidas ao WGS84.

No Brasil, fazem parte das estações **SIRGAS**, 9 estações da **RBMC** (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo). Foi oficialmente adotado como Referencial Geodésico Brasileiro em 2005, através da Resolução do Presidente do IBGE N°1/2005, onde é alterada a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro, estando atualmente em um período de transição de 10 anos, onde o **SAD69** ainda poderá ser utilizado pela comunidade, com a recomendação de que novos trabalhos sejam feitos já no novo sistema (Resolução do RJ, IBGE).