



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DISCIPLINA GEOMÁTICA II- ENG 05272

APOSTILA

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE GEOTECNOLOGIAS

MÓDULO 01 – ELEMENTOS DE CARTOGRAFIA

AULA 02- SISTEMAS DE REFERÊNCIA GEODÉSICOS

AUTORES:

DR. ALEXANDRE ROSA DOS SANTOS

Ma. ROSANE GOMES DA SILVA

Ma. KAÍSE BARBOSA DE SOUZA

Alegre- ES

Agosto de 2016

CAPÍTULO 2- SISTEMAS DE REFERÊNCIA

SUMÁRIO

1. REPRESENTAÇÃO DA SUPERFÍCIE TERRESTRE	3
2. SISTEMAS DE REFERENCIA GEODESICOS	7
2.1. Sistema geodésico brasileiro	8
3. A escolha de uma superfície adequada de referência para o mapeamento	9

1. REPRESENTAÇÃO DA SUPERFÍCIE TERRESTRE

Entender a forma da Terra é essencial para proceder com a sua representação em qualquer documento cartográfico. A forma e dimensão da Terra devem ser bem definidas, pois irão influenciar todas as operações que envolvam posicionamento sob a superfície terrestre (MENEZES; FERNANDES, 2013).

O posicionamento de pontos da superfície física da Terra exige a utilização de um modelo terrestre. Desse modo, uma preocupação dos geodestas é a determinação dos parâmetros geométricos e físicos do modelo adequado ao posicionamento e à representação do campo de gravidade teórico. Um dos objetivos da Geodésia é o apoio básico nos trabalhos de mapeamento. Um modelo internacionalmente aceito e usado promove a cooperação entre países e constitui a base na qual podem ser apoiados os grandes projetos. Isto significa que a permanência ou, pelo menos a perenidade, é tão importante quanto a precisão para um modelo terrestre.

A complexidade da geometria e da distribuição da massa terrestre conduzem a utilização de dois modelos: o elipsoidal e o geoidal. A determinação das coordenadas de pontos na superfície terrestre e a descrição do campo de gravidade externo envolvem três superfícies: a superfície física da Terra, a superfície geoidal e a superfície elipsoidal, descritas na sequência:

Superfície Física da Terra

É a superfície limitante do relevo topográfico continental ou oceânico. É sobre ela que são realizadas as medições geodésicas de distâncias de ângulos, entre outras. É totalmente irregular e única, não existindo figura ou definição matemática capaz de representá-la com perfeição (MENEZES; FERNANDES, 2013).

Superfície Geoidal

É a superfície do nível médio dos mares, supostamente prolongada sob os continentes. Desse modo, ora ele está acima, ora abaixo da superfície definida como superfície topográfica da Terra, ou seja, a superfície definida pela massa terrestre (ROBINSON, 1995). O geoide é a superfície que mais se aproxima da forma real da Terra, podendo ser determinado com medidas gravimétricas, ou seja, medidas da força de atração da gravidade. A Figura 1 representa como é a representação do planeta Terra, por meio do Geoide.

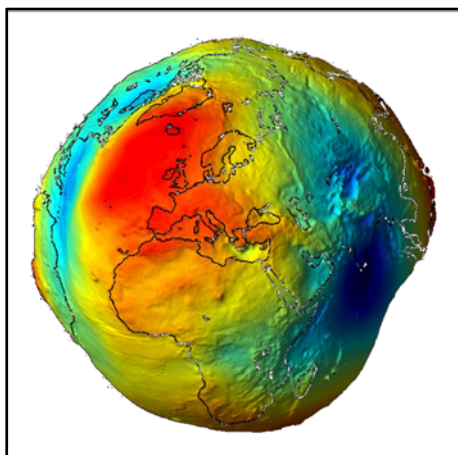


Figura 1. Representação do Geoide, determinada pela superfície equipotencial ao nível médio dos mares.

O geóide é definido pela superfície física ao longo da qual o potencial gravitacional é constante e a direção da gravidade é perpendicular (superfície equipotencial), conforme esquematizado por meio da Figura 2.

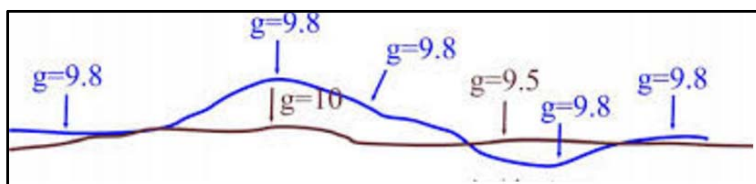


Figura 2. Representação das forças gravitacionais da superfície real terrestre (em marrom), em relação à superfície geoidal (em azul).

A altitude determinada com origem na superfície do geóide, é denominada de altitude ortométrica ou geoidal (H). O ponto de origem para tomada dessa altitude, é denominado datum vertical, o qual é definido a partir do nível do mar medido em mareógrafo (Figura 3).

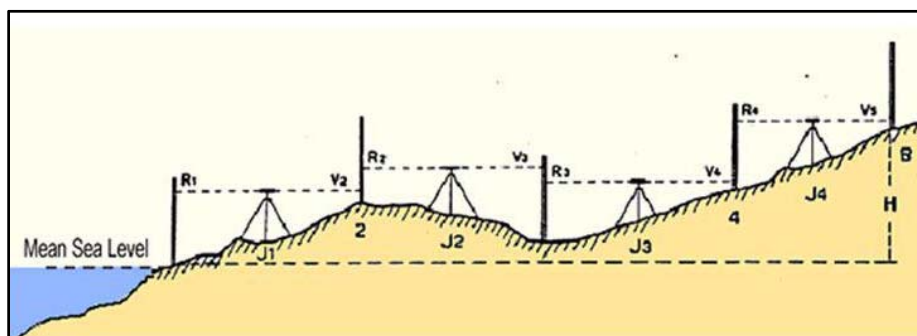


Figura 3. Medida da altura ortométrica ou geoidal, a partir do datum vertical determinado por um mareógrafo.

O datum vertical oficial do Brasil é definido pelo mareógrafo de Imbituba, em Santa Catarina.

Superfície elipsoidal

O geoide é uma figura indefinida matematicamente, porém, para um mapeamento preciso de grandes áreas (mapeamento geodésico), é necessária a consideração de uma figura geométrica regular, **matematicamente** definida.

Essa limitação pode ser superada pela transferência dos dados para uma figura geométrica que mais se aproxime do geoide. Essa figura é um elipsoide de revolução, obtida a partir de uma elipse rotacionada em torno do seu eixo menor (Figura 4).

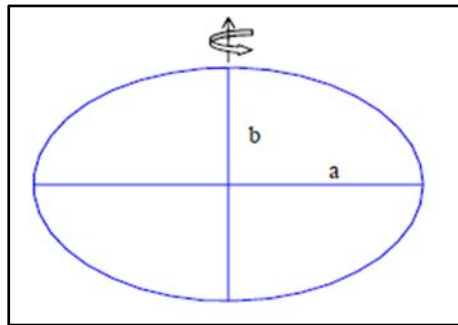


Figura 4. Elipsoide de revolução, eixo maior-a, eixo menor-b.

A razão que exprime o achatamento ou elipticidade é dada por:

$$f = \frac{(a - b)}{a}$$

Em que:

a: Eixo maior da elipse

b: Eixo menor da elipse

Para a Terra, essa razão oscila em torno de 1/300!!!

A altitude determinada com origem na superfície do elipsoide, é denominada de altitude elipsoidal (h). O ponto de origem para tomada dessa altitude, é denominado datum horizontal, e é definido pelo ponto de máxima coincidência entre o elipsoide, o geoide e a superfície real da Terra (Figura 5).

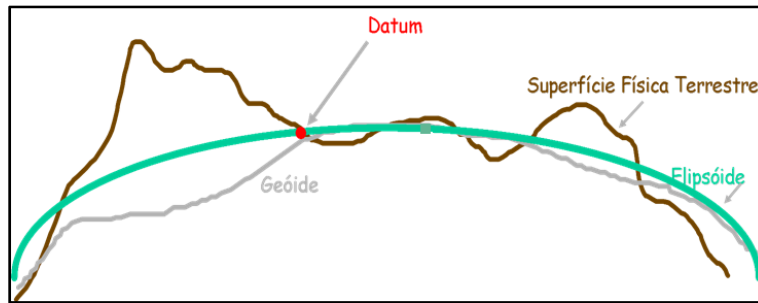


Figura 5. Datum horizontal, definido a partir do ponto de máxima coincidência entre geóide, elipsóide e superfície terrestre.

O desnível geoidal pode ser definido pela diferença entre a altitude elipsoidal e a geoidal ($N=H-h$), Figura 6.

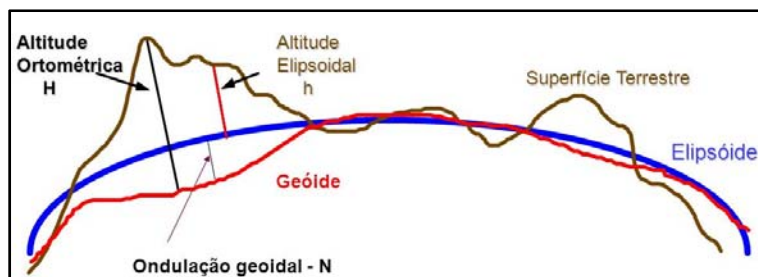


Figura 6. Relação entre as alturas ortométrica e elipsoidal.

Importante lembrar: Medições de altimetria feitas com aparelhos que têm como suporte mensuração de superfícies elipsoidais (Superfícies matematicamente definidas), são altitudes elipsoidais e não geoidais. Por ex.: GPS

2. SISTEMAS DE REFERENCIA GEODESICOS

Para evitar o uso indiscriminado de modelos, os sistemas de referência geodésicos são determinados pelos grupos de trabalho formados por especialistas indicados e aprovados pela IAG (International Association of Geodesy). Os canais de comunicação são formalizados através da ICSU (International Council of Scientific Union) da UNESCO (United Nations of Education, Scientific and Cultural Organization). A organização internacional responsável pela aprovação e recomendação dos Sistemas Geodésicos de Referência é a IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) através da IAG. Cabe ao organismo competente de cada país a adoção e o apoio aos usuários nacionais. No Brasil, o órgão responsável é o IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Um sistema de referência:

- Deve ser definido com clareza e acessível para uma grande área;
- Deve contemplar os aspectos de natureza física associados ao planeta Terra;
- Deve ser materializado.

Sobre um sistema de referência podem ser definidos diversos tipos de sistemas de coordenadas, sobre os quais se efetuam os cálculos envolvendo posições, distâncias, desníveis e ângulos.

Para um bom ajuste, cada país ou região adotou um elipsoide de referência diferente e com melhor ajuste às suas dimensões. Ao utilizar um **ELIPSOIDE** numa determinada posição, cria-se uma nova superfície, ou seja, um novo **DATUM**.

Para a definição de um datum é necessário conter 3 elementos:

1. A forma e tamanho de um elipsoide
2. A posição do elipsóide relativa ao geoide
3. Parâmetros de conversão para o datum internacional WGS 84:
 - Delta X, Delta Y, Delta Z
 - Rotação e escala

2.1.Sistema geodésico brasileiro

Alguns sistemas geodésicos de referência já foram adotados no Brasil, como o elipsoide internacional de Hayfords (1924), com a origem das coordenadas estabelecida a partir do datum de Córrego Alegre-MG. Em 1977, o sistema geodésico brasileiro foi modificado para o South American Datum de 1969 (SAD-69), que adota o elipsoide de referencia de 67 e datum Chuá-MG. Atualmente, o sistema adotado é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas de 2000 (SIRGAS 2000).

Suas principais características são:

1. Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional - ITRS (International Terrestrial Reference System);
2. Figura geométrica para a Terra: Elipsóide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (Geodetic Reference System 1980 – GRS80);
3. Origem: Centro de massa da Terra;
4. Materialização: Estabelecida por intermédio de todas as estações que compõem a Rede Geodésica Brasileira, implantadas a partir das estações de referência.

OBS.: O elipsoide utilizado pelo sistema SIRGAS 2000 coincide com o elipsoide relacionado ao sistema internacional WGS 84!!! Ou seja, os pontos em ambos os sistemas são coincidentes!!!

3. A escolha de uma superfície adequada de referência para o mapeamento

O conhecimento da forma e tamanho da Terra é necessário para descrevê-la momentaneamente, visando às necessidades de mapeamento. É possível simplificar o problema apresentado e considerar três diferentes formas de representar a forma e o tamanho da Terra para diferentes propósitos (MENEZES; FERNANDES, 2013):

1. Um plano tangente à superfície terrestre

Superfície plana: Desenvolvimento de cartografia cadastral, de áreas urbanas, plantas e outras formas de representação, em escalas variando de 1:500 até 1:10.000.

2. Uma esfera perfeita de raio apropriado

Hipótese esférica: Em termos cartográficos práticos, assume-se a escala média de 1:5.000.000 como possível de representar a Terra como uma esfera.

3. Um elipsoide de revolução de dimensões e achatamento adequados

Hipótese elipsóidica: Apropriada a todas as escalas de mapeamento topográfico e de navegação, assim como para todas as cartas temáticas e especiais que se apoiem nesses levantamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MATOS, J. Geodesia e sistemas de referencia. Instituto superior técnico: departamento de engenharia civil e arquitetura. V 1, 2007.

MENEZES, P. M. L. e FERNANDES, M.C. Roteiro de Cartografia. São Paulo: Oficina de Textos, 1ª Ed., no prelo, 2013.

NOWATZKI, A. Formas da Terra. Disponível em: <<http://professoralexeinowatzki.webnode.com.br/astrologia/formas-da-terra/>> Acesso em: 15 ago. 2016.

ROBISON, A. H.; MORRISON, J. L.; MUEHRCKE, P. C.; KIMERLING, A. J. Elements of cartography . 6.ed. New York: John Willey & Sons, 1995. 544p.

SÁ, N. C.; Elementos de Geodesia. Universidade de São Paulo. Departamento de geofísica: Instituto de astronomia, geofísica e ciências atmosféricas.