

	TOPOGRAFIA II	
	Aula teórica 01: Introdução à altimetria	
	Prof. Dr. Alexandre Bernardino Lopes	

1 – INTRODUÇÃO À ALTIMETRIA

Conteúdo em vídeo.

Parte 1 - <https://www.youtube.com/watch?v=LqNf7JQh2-8>

Parte 2 - <https://www.youtube.com/watch?v=x790gKAFmiU>

Definição

A altimetria tem como objetivo a representação do relevo. A NBR 13133 define levantamento topográfico altimétrico como:

“Levantamento que objetiva, exclusivamente, a determinação das alturas relativas a uma superfície de referência, dos pontos de apoio e/ou dos pontos de detalhes, pressupondo-se o conhecimento de suas posições planimétricas, visando à representação altimétrica da superfície levantada.”

Definições importantes no contexto da altimetria.

A seguir serão apresentadas algumas definições importantes para a continuidade do curso, estas definições têm como objetivo familiarizar o leitor com os termos corretos usados na altimetria.

A vertical

A vertical é uma linha perpendicular às superfícies equipotenciais, ou seja, é tangente a linha de força do campo de gravidade da Terra real que passa pelo ponto (Figura 01). No caso da superfície equipotencial ser o geóide, a vertical é perpendicular a esta superfície. Na prática a vertical é materializada pelo fio de prumo de um teodolito nivelado.

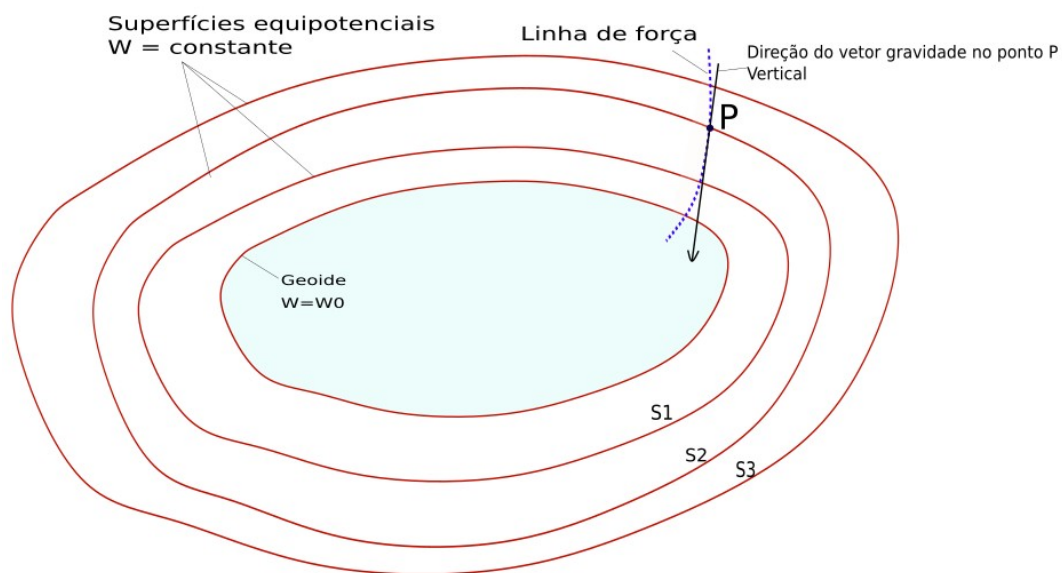


Figura 01 – Vertical
(Fonte: Adaptada de MORITZ, 1980)

Superfície de Nível ou referência

O estudo do relevo consiste na determinação das alturas de seus pontos característicos, que por sua vez estão relacionados com uma superfície de nível.

A superfície de nível pode ser arbitrária e as alturas dos diferentes pontos (comprimento da perpendicular do ponto sobre um plano horizontal) são denominadas cotas ou alturas relativas (COMASTRI & TULER, 1999). Como pode ser observado na figura 02 foram escolhidas duas Superfície de Nível de Comparação (SNC) diferentes para os mesmos pontos (A, B e C) mudando portanto o valor das cotas, sem alterar as diferenças de nível entre estes pontos.

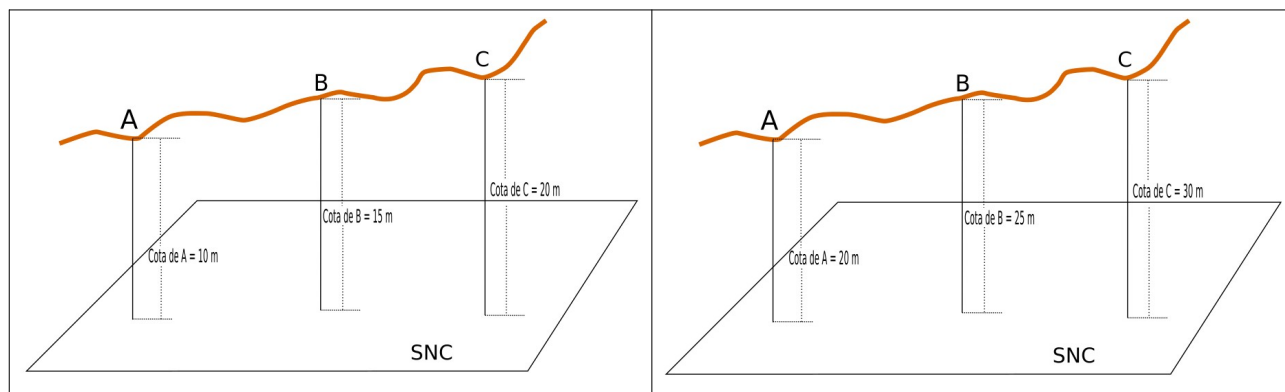


Figura 02 – Superfície de Nível de Comparação
(Fonte: Adaptada de COMASTRI & TULER, 1999)

Vale ressaltar que quando se adota uma SNC arbitrária o nivelamento não possui nenhuma conexão com um *Datum*.

Diferenças de Nível

Diferença de nível é a distância vertical que separa os pontos topográficos considerados.

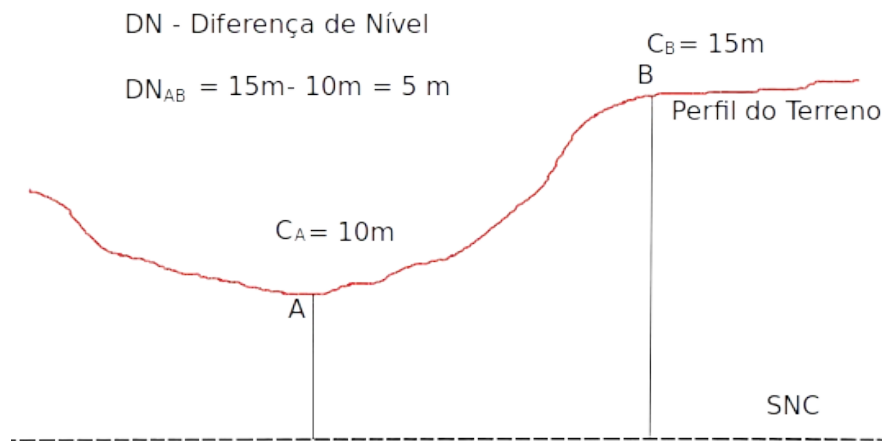


Figura 03 – Diferença de Nível entre os pontos A e B.

Curvas de nível

As curvas de nível são definidas como linhas que unem pontos com mesma cota ou altitude e são amplamente utilizadas para representação do relevo em topografia, embora existam outras formas de se representar o relevo, como mapa de cores. O estudo das curvas de nível serão aprofundadas posteriormente.

A representação do terreno ilustrada na figura 04 foi determinada a partir dos dados cedidos por SILVA, 2017, sendo que o mapa de cores foi gerado no Qgis (QGIZ, 2020) e as curvas de nível no sistema posição (<http://www.posicao.com.br/>), com licença cedida para a UFPR.

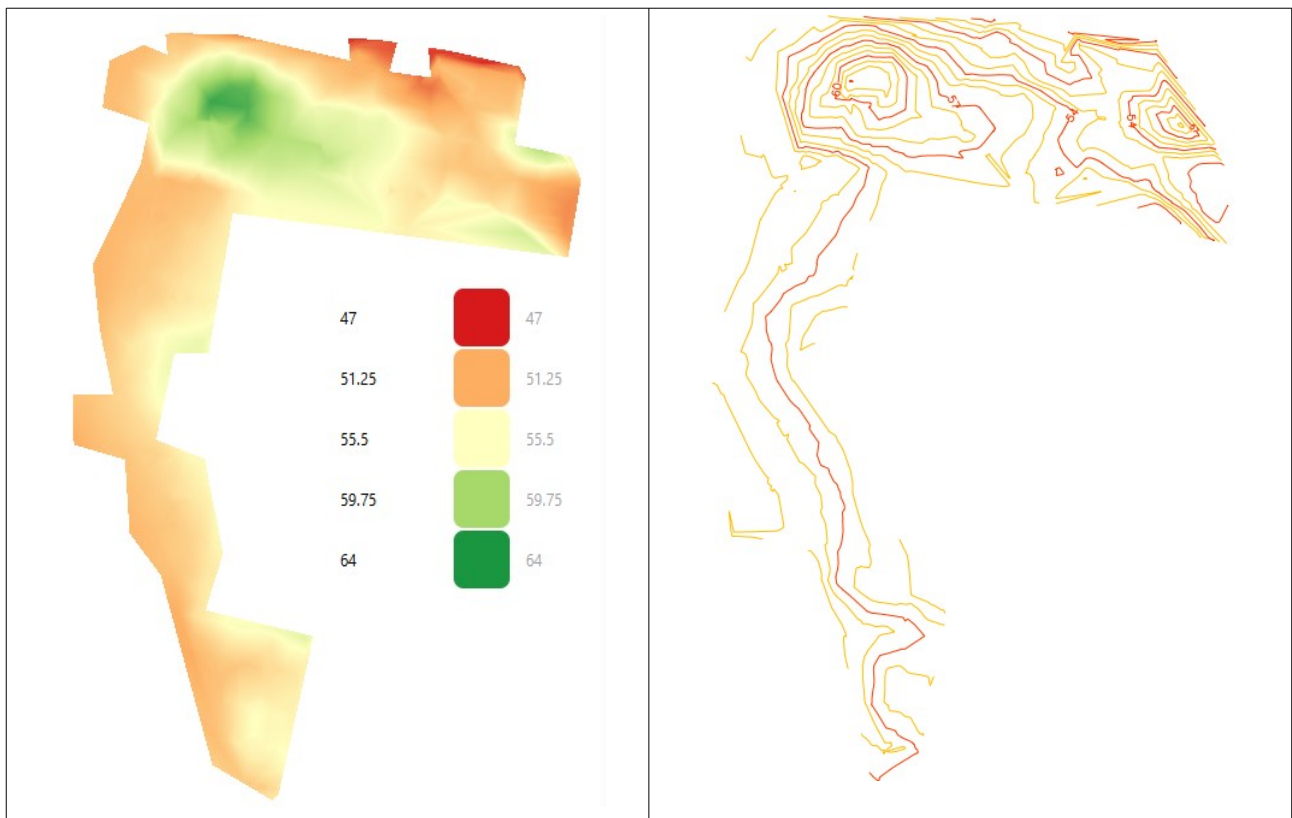


Figura 04 – Representação do relevo por mapas de cores e curvas de nível.
(Fonte: Figuras geradas a partir dos dados cedidos por Silva, 2017)

Neste site é possível obter informações de cada RN em todo território nacional.

Altitude ortométrica

Altitude ortométrica é a distância de um ponto P na superfície da Terra até ao geóide contada ao longo da vertical.

Matematicamente a altitude ortométrica é expressa por:

$$H = \frac{C}{\bar{g}} \quad (2)$$

onde, C é o número geopotencial e $\bar{g}$ é a gravidade média entre a superfície física e o geóide.

Altitude geométrica

A altitude geométrica (h) é a distância de um ponto P na superfície da Terra até o elipsóide, contada ao longo da normal.

Define-se normal como a reta tangente a linha de força do campo de gravidade da Terra normal ou teórica que passa por um ponto. A reta normal é perpendicular ao elipsóide.

A altitude geométrica e ortométrica e a relação entre elas é mostrada na Figura 06.

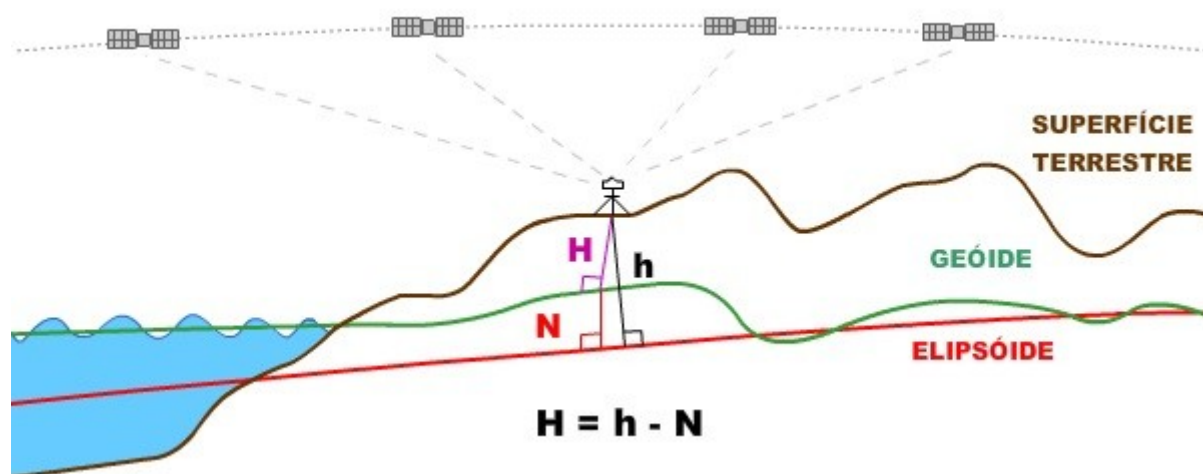


Figura 06 – Altitudes geométrica e ortométrica.
(Fonte: IBGE, 2020)

Altitude Normal.

A altitude normal (Figura 08) foi adotada pelo IBGE em julho de 2018. Assim, as Referências de Nível (RNs) da Rede Altimétrica de Alta Precisão do Brasil (RAAP) possuem altitudes normais.

Define-se altitude normal a separação de um ponto na superfície da Terra em relação ao quase-geóide.

O quase-geóide pode ser definido como a superfície que está separada do elipsóide pela anomalia de altitude (ζ), que por sua vez é resultado da mudança da superfície de contorno para determinação da aceleração da gravidade que passa a ser a superfície física no lugar do geóide (a

superfície de contorno no geóide é necessário para aplicação da integral de Stokes na determinação do mesmo). Esta mudança foi proposta por Molodenskyi em 1945.

Para a determinação das alturas geoidais (N) no interior dos continentes necessita-se do conhecimento de um modelo de distribuição de densidades no interior da crosta entre a superfície física e a geoidal que torna-se uma dificuldade prática, justificando assim a adoção da altitude normal em muitos casos.

Cabe ressaltar que o quase-geóide não é uma superfície equipotencial como é o caso do geóide.

A altitude normal pode ser expressa por:

$$H^N = \frac{C}{\gamma} \quad (3)$$

onde, C é o número geopotencial e γ é a gravidade teórica. Para maior detalhamento das altitudes físicas ortométrica e normal recomenda-se a leitura de MORITZ, 1980.

A Figura 07 ilustra a relação da altitude normal com a anomalia de altitude bem como as demais altitudes e seus referenciais.

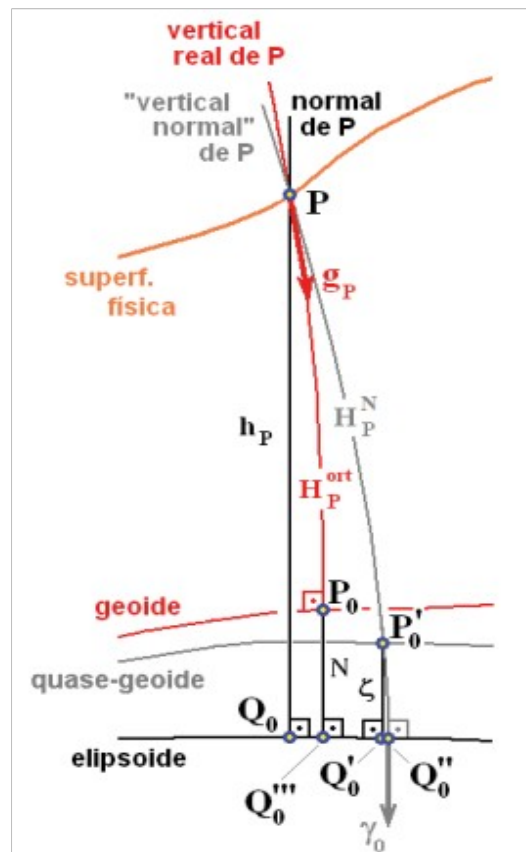


Figura 07 – Altitude Normal, altitude geométrica e altitude ortométrica
(Fonte: IBGE, 2018)

Como pode ser observado na Figura 08 temos as seguintes relações:

$$H_p^{ort} \simeq h_p - N \quad (4)$$

onde H_p^{ort} é a altitude ortométrica do ponto P, h_p é a altitude geométrica do ponto e N é a ondulação geoidal e

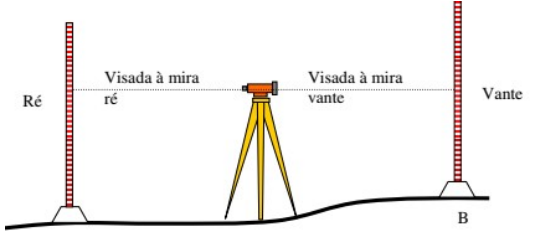
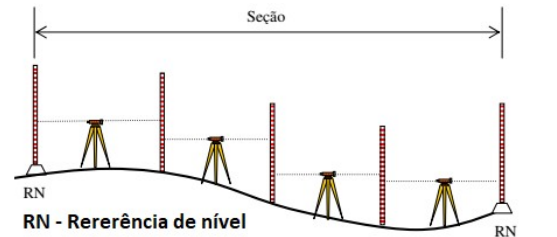
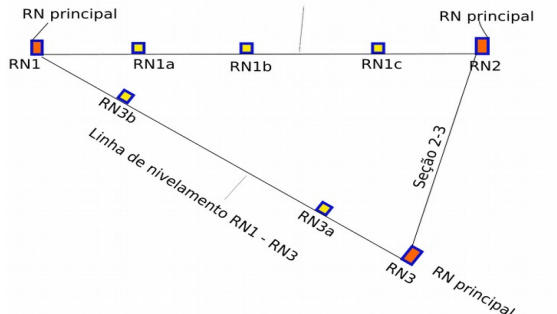
$$H_p^N \simeq h_p - \zeta \quad (5)$$

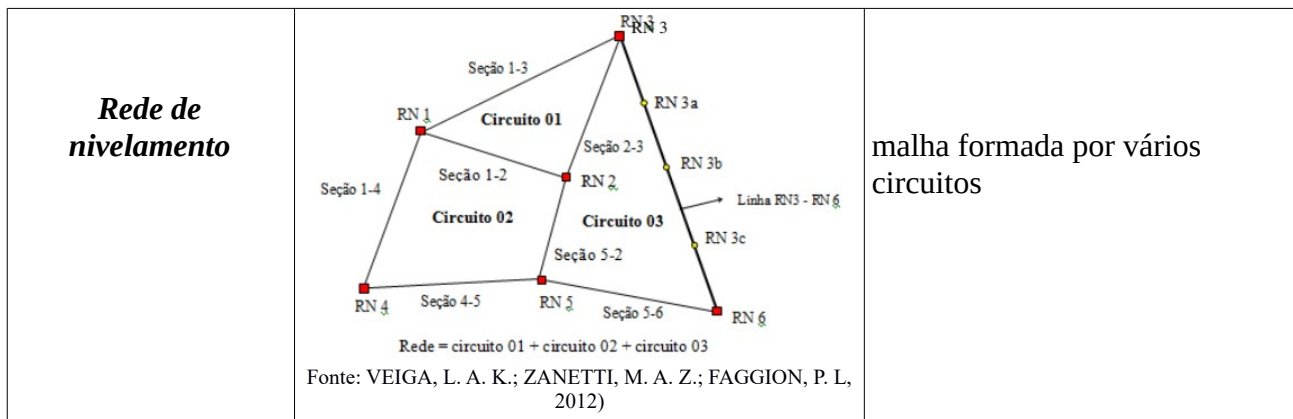
onde, H_p^N é a altitude normal do ponto P, h_p é a altitude geométrica do ponto e ζ é a anomalia de altitude.

Algumas nomenclaturas usadas no nivelamento.

Lance, seção linha de nivelamento, circuito e Rede.

A tabela que segue mostra as nomenclaturas utilizadas em nivelamentos (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012).

Nome	Representação	Definição
<i>Lance</i>	 Fonte: VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L, 2012)	Medida direta do desnível entre duas miras
<i>Seção</i>	 Fonte: VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L, 2012)	Medida do desnível entre duas Referências de Nível (RN)
<i>Linha de nivelamento</i>		Conjunto das seções compreendidas entre duas RN principais
<i>Circuito de nivelamento</i>		Poligonal fechada constituída de várias linhas, sendo que os pontos de convergência de duas linhas (pontos nodais) são as RN principais



Atividades complementares.

- 1) Pesquisar no site do IBGE e ler sobre a RAAP do Brasil.
- 2) Pesquisar no Banco de Dados Geodésicos do IBGE as RNs do município de Pontal do Paraná-PR.
- 3) Pesquisar sobre as altitudes ortométricas, normais e geométricas. Artigos sugeridos podem ser encontrados nos links:

<http://www2.fct.unesp.br/docentes/cart0/arana/Apgfis.pdf>

<http://sites.poli.usp.br/ptr/lgt/FTP/altitude.pdf>

Bibliografia

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Execução de levantamento topográfico, NBR 13133 Rio de Janeiro, 1994.

COMASTRI, J.A. & TULER, J.C.; Topografia: altimetria, 3. ed. Viçosa; Impr. Univ. UFV, 1999. 200 p.

IBGE - Reajustamento da Rede Altimétrica com Números Geopotenciais. 2a edição. 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf>

IBGE - Modelo de ondulação geoidal – MAPGEO2015. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html?=&t=sobre>

LOPES, A. B. O geóide gravimétrico e o nível médio do mar na região do datum altimétrico brasileiro: um estudo comparativo. IAG-USP. 2006.

MORITZ, H. -1980- *Advanced physical geodesy*. Abacus Press Wichmann, 500 pp.

QGIS Development Team, 2020. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

SÁ, N.C. de - Elementos de Geodésia, Texto de aulas, IAG/USP, São Paulo, 1990.

SILVA, R. M. Proposta de metodologia para definição de um modelo digital de elevação para monitoramento de áreas de inundação. Dissertação de mestrado. Unipampa, 2017.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. Fundamentos de Topografia. Engenharia Cartográfica e de Agrimensura Universidade Federal do Paraná. UFPR. 2012.