



UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
BCA156 – TOPOGRAFIA

ALTIMETRIA

Prof. André Medeiros de Andrade
andre.medeiros@ufvjm.edu.br



Manejo de bacias hidrográficas

- Nova Petrópolis, RS.



Plantio por inundação

- Cachoeira do Sul (RS).



Controle de vazão de água

- Candelária (RS).



Qual é a função desse mecanismo?



Controle de vazão de água

- Candelária (RS).



Corte

- Mineração em Itabirito, MG.



Aterro sanitário

- Ipatinga, MG.



Recuperação de Talude

- Estradas, mineração etc.



Fonte: Chammass Engenharia

Plantio em curva de nível

- Café em Araponga, MG.



Fonte: Fazenda Pedra Redonda

Plantio em curva de nível

- Terracos em Machu Picchu (Peru).
- Culturas:
 - Batata.
 - Milho.
 - Folhas de coca.
 - ...



Usina hidrelétrica

- Itaipú (Brasil e Paraguai).



Fonte: Rádio Cultura Foz



Usina hidrelétrica

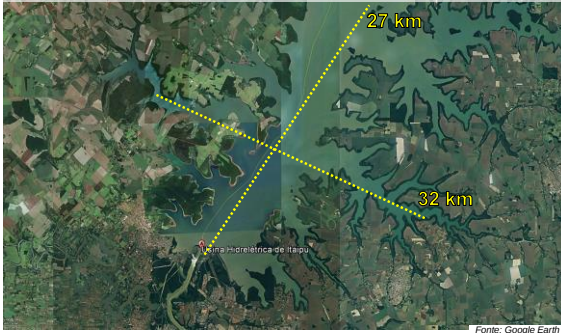
- Itaipú (Brasil e Paraguai).



Fonte: Google Earth

Usina hidrelétrica

- Itaipú (Brasil e Paraguai).



Usina hidrelétrica

- Itaipú (Brasil e Paraguai).



ALTIMETRIA

Altimetria

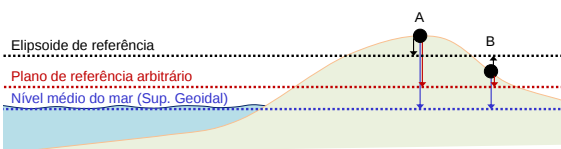
- Altimetria: parte da topografia com a finalidade de determinar a distância vertical ou a diferença de nível entre pontos.

➤ Mensuração da altimetria:

- A partir de um **valor referencial** são calculadas as **altitudes** ou **cotas** de pontos de interesse a partir da determinação das **diferenças de nível**.

Altimetria

➤ Cota x Altitude:



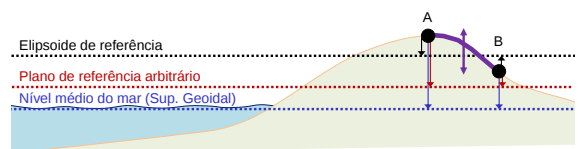
Altitude Ortométrica (H): distância vertical entre o ponto na superfície física e o nível médio do mar – superfície geoidal.

Altitude Geométrica (h): distância vertical entre o ponto na superfície física e um elipsoide de referência (obtida com GNSS)

Cota: a superfície de nível de comparação pode ser tomada arbitrariamente.

Altimetria

➤ Diferença de nível:



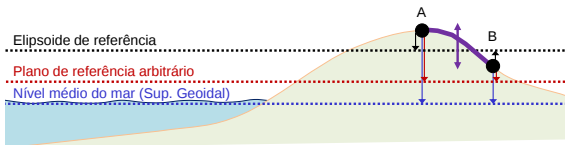
Determinação da cota/altitude:

- Conhecendo a altitude (ou cota) de um **ponto A**, a partir do desnível (ou diferença de nível) entre o **ponto A** e o **ponto B**, obtém-se a altitude (ou cota) do **ponto B**.

$$H_B = H_A + \Delta N_{AB}$$

Em geral, é o que será medido

➤ **Diferença de nível:**



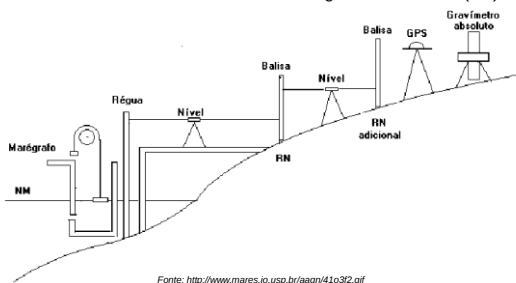
- **Desnível negativo:**
 - Se o segundo ponto for mais **"baixo"** que o primeiro.
- **Desnível positivo:**
 - Se o segundo ponto for mais **"alto"** que o primeiro.

Referências de nível

- **Nivelamento:** buscamos um ponto com altitude conhecida, medimos os desníveis e calculamos a altitude dos demais pontos.
- No Brasil, as altitudes são determinadas a partir da **Rede Altimétrica Brasileira** (IBGE).
 - Rede vertical composta por um conjunto de pontos materializados no terreno (**referências de nível – RN**).
 - Cada RN possui:
 - ✓ Coordenada.
 - ✓ Altitude (determinada a partir de um ponto de origem no datum vertical).

Referências de nível

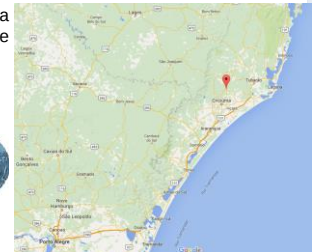
- Referencial altimétrico oficial do Brasil: **datum de Imbituba**.
- Nível médio do mar observado no marégrafo de Imbituba (SC).



Referências de nível

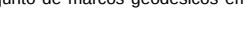
Rede Altimétrica:

- Início da implantação em 1945 pela Seção de Nivelamento do IBGE.
- RN 1-A: ponto de partida localizado no município de Urussanga, SC.
-
- O mapa mostra a cidade de Urussanga em Santa Catarina, com o rio Urussanga e a rodovia BR-101. O ponto de partida RN 1-A é indicado no município.



Referências de nível

Rede Altimétrica:

- Foi estabelecido um conjunto de marcos geodésicos em todo o território nacional.
 - Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP).
 - Atualmente, grande parte das altitudes da RAAP refere-se ao Datum de Imituba.
- 



Referências de nível

Relatório de Estação Geodésica - IBGE

- Acesso em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sqb.shtm>.

[illegible]

Em Unaí:
148 estações de
Referência de Nível

**Situação dos
marcos em Unai
(Julho 2016)**

Bom: 119
Não encontrado: 26
Destruído: 9



INSTRUMENTOS DE NIVELAMENTO

Instrumentos de Nivelamento

- De modo geral, os instrumentos utilizados em trabalhos de nivelamento são denominados **níveis**.

➤ Nível de bolha:

- Possui **líquidos de densidades diferentes** que se separam conforme suas densidades (ex. álcool e éter).
- O recipiente não é cheio por completo e o espaço vazio é preenchido por gases do próprio líquido, formando uma bolha.
- Independente da posição do tubo de nível, a bolha fica na parte mais elevada devido ao princípio de equilíbrio dos fluidos.



Instrumentos de Nivelamento

➤ Curiosidades sobre os níveis de bolha:

- Níveis cilíndricos são mais precisos do que os níveis esféricos.



- Quanto menor a bolha, menos sensível será o nível.

Instrumentos de Nivelamento

➤ Nível – ótico, digital, laser:

- Luneta com sistema de nivelamento e compensação (automáticos)
- Digital: leitura direta em miras com códigos de barras.



Nível Digital - Leica



Instrumentos de Nivelamento

➤ Mira:

- Réguas graduadas que são posicionadas verticalmente sobre o ponto a nivelar.
- A leitura do valor na mira é feita utilizando quatro casas decimais: metro, decímetro, centímetro e milímetro estimado.

Metros: (1) (2) (3) ou (1) (2) (3)

Decímetro: número impresso.

Centímetro: divisões P&B.

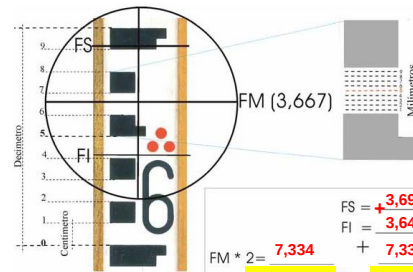
Milímetro estimado: inferido pela posição.



Instrumentos de Nivelamento

➤ Mira:

- Ler o **fio superior (FS)**, **fio médio (FM)** e o **fio inferior (FI)**.



UFVJM Instrumentos de Nivelamento

➤ Exercício:

Veiga et al., 2012

UFVJM

NIVELAMENTO

UFVJM Cotas e Altitudes

- A representação do relevo do terreno é feita através da determinação das **cotas ou altitudes** dos pontos que o definem.

Parque Estadual do Ibitipoca, MG

UFVJM Cotas e Altitudes

➤ Representação do relevo por Cotas:

- Em trabalhos que não há referência de altitude, é comum utilizar uma superfície de comparação arbitrária (**cota**).
- Um ponto desfavorável do emprego de cotas é a **impossibilidade de relacionar dados topográficos provenientes de levantamentos diferentes**.
 - superfícies de comparação arbitrárias distintas.

Exemplo:

Levantamento 1	Levantamento 2
ponto A cota 200 m	ponto A cota 90 m
ponto B cota 150 m	ponto B cota 120 m

UFVJM Cotas e Altitudes

➤ Representação do relevo por Altitude:

- Relacionando as alturas ao nível médio dos mares, obtemos as **altitudes (alturas absolutas)**.
- É possível **relacionar dados topográficos provenientes de levantamentos diferentes**.
 - superfícies de comparação fixa (nível médio dos mares).

Exemplo:

Levantamento 1	Levantamento 2
ponto A altitude 200 m	ponto A altitude 90 m
ponto B altitude 150 m	ponto B altitude 120 m

UFVJM Diferenças de Nível

- Para calcular as cotas/altitudes, primeiro é necessário determinar as diferenças de nível entre os pontos que definem o terreno.

➤ Diferença de nível:

- Distância **vertical** que separa os pontos topográficos considerados.
- Pode ser positiva ou negativa (de acordo com o ponto de comparação).

S.N.C. Comastri e Tuler, 2013

- Nivelamento é a determinação da diferença de nível entre dois ou mais pontos no terreno.
- As diferenças de nível podem ser determinadas:
 - Diretamente: instrumentos de medições chamados níveis.
 - Indiretamente: resoluções trigonométricas ou princípios barométricos.
- No **nivelamento direto, ou trigonométrico**, as diferenças de nível são determinadas com instrumentos que fornecem **retas paralelas ao plano horizontal**, cuja interseção com a mira posicionada sucessivamente nos pontos topográficos permite determinar as alturas de leituras nos pontos.

Tipos de Nivelamento:

- Geométrico (direto):** a partir de diferenças em leituras de miras graduadas, realizada em visadas horizontais.
Nível e mira – necessita visada: Diferença de Nível.
- Trigonométrico (indireto):** a partir da medida de ângulos verticais e distâncias horizontais (resolução de triângulo retângulo).
Teodolito e equipamento para determinar distância horizontal (trena, MED, ...) – necessita visada: Diferença de Nível.
- Taqueométrico:** a partir da medida de ângulos verticais e distâncias horizontais (obtidas por taqueometria).
Teodolito e estadia (mira) – necessita visada: Diferença de Nível.
- Barométrico:** a partir de diferenças de pressão atmosférica.
Altímetro – Não necessita visada: Altitude/cota direta.
- GNSS:** a partir de sinais emitidos por satélites.
GNSS – Não necessita visada: Altitude/cota direta.

Precisão



Depende

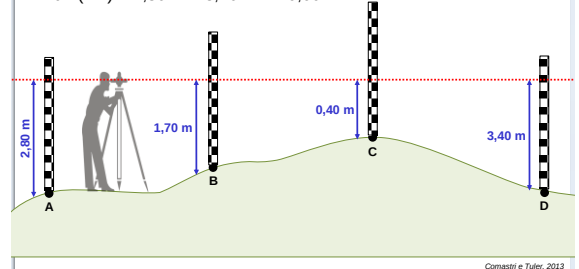
➤ Classes de Nivelamento (NBR 13133):

- Classe IN:** nivelamento geométrico para **implantação de referências de nível (RN)** de apoio altimétrico.
- Classe IIN:** nivelamento geométrico para a **determinação de altitudes ou cotas em pontos de segurança (PS)** e vértices de poligonais para levantamentos topográficos destinados a **projetos básicos executivos e obras de engenharia**.
- Classe IIIN:** nivelamento trigonométrico para a **determinação de altitudes ou cotas em poligonais de levantamento**, levantamento de **perfis para estudos preliminares e/ou de viabilidade de projetos**.
- Classe IVN:** nivelamento taqueométrico destinado a **levantamento de perfis para estudos expeditos**.

Precisão ?? Métodos x Finalidade

➤ Diferença de nível (dn):

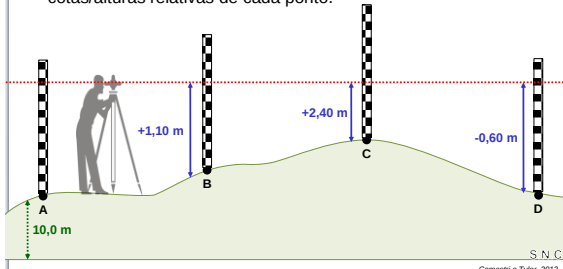
- $dn(AB) = 2,80 \text{ m} - 1,70 \text{ m} = +1,10 \text{ m}$
- $dn(AC) = 2,80 \text{ m} - 0,40 \text{ m} = +2,40 \text{ m}$
- $dn(AD) = 2,80 \text{ m} - 3,40 \text{ m} = -0,60 \text{ m}$



Comastri e Tuller, 2013

➤ Cota:

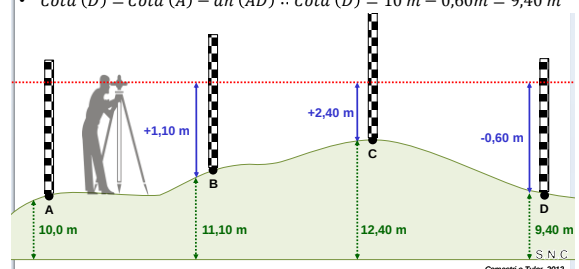
- Supondo que a superfície de nível de comparação (S.N.C.) esteja 10,00 m abaixo do ponto A, é possível estimar as cotas/alturas relativas de cada ponto.



Comastri e Tuller, 2013

➤ Cota:

- $Cota(A) = 10,00 \text{ m}$
- $Cota(B) = Cota(A) + dn(AB) \therefore Cota(B) = 10 \text{ m} + 1,10 \text{ m} = 11,10 \text{ m}$
- $Cota(C) = Cota(A) + dn(AC) \therefore Cota(C) = 10 \text{ m} + 2,40 \text{ m} = 12,40 \text{ m}$
- $Cota(D) = Cota(A) - dn(AD) \therefore Cota(D) = 10 \text{ m} - 0,60 \text{ m} = 9,40 \text{ m}$



Comastri e Tuller, 2013

Nivelamento

➤ **Diferença de nível Parcial (dn):**

- $dn(AB) = 2,80\text{ m} - 1,70\text{ m} = +1,10\text{ m}$
- $dn(BC) = 1,70\text{ m} - 0,40\text{ m} = +1,30\text{ m}$
- $dn(CD) = 0,40\text{ m} - 3,40\text{ m} = -3,00\text{ m}$

Comastri e Tuler, 2013

Nivelamento

➤ **Cota Parcial:**

- $Cota(A) = 10,00\text{ m}$
- $Cota(B) = Cota(A) + dn(AB) \therefore Cota(B) = 10\text{ m} + 1,10\text{ m} = 11,10\text{ m}$
- $Cota(C) = Cota(B) + dn(BC) \therefore Cota(C) = 11,10\text{ m} + 1,30\text{ m} = 12,40\text{ m}$
- $Cota(D) = Cota(C) - dn(CD) \therefore Cota(D) = 12,40\text{ m} - 3,00\text{ m} = 9,40\text{ m}$

S.N.G. Comastri e Tuler, 2013

Nivelamento

Independente do método utilizado, os valores das cotas serão os mesmos:

Cota:

$Cota(B) = 10\text{ m} + 1,10\text{ m} = 11,10\text{ m}$
 $Cota(C) = 10\text{ m} + 2,40\text{ m} = 12,40\text{ m}$
 $Cota(D) = 10\text{ m} - 0,60\text{ m} = 9,40\text{ m}$

Cota parcial:

$Cota(B) = 10\text{ m} + 1,10\text{ m} = 11,10\text{ m}$
 $Cota(C) = 11,10\text{ m} + 1,30\text{ m} = 12,40\text{ m}$
 $Cota(D) = 12,40\text{ m} - 3,00\text{ m} = 9,40\text{ m}$

Comastri e Tuler, 2013

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

Nivelamento Geométrico

Nivelamento Geométrico (direto):

- A partir das diferenças de nível obtidas em leituras de miras graduadas, realizada em visadas horizontais.

$DN = L_{P1} - L_{P2}$
 $DN = 1,650\text{ m} - 2,000\text{ m}$
 $DN = -0,350\text{ m}$

Nivelamento Geométrico

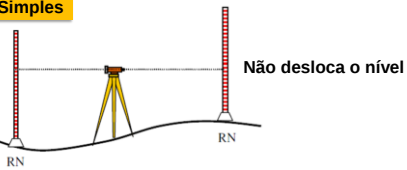
Definições:

- Visada:** leitura na mira.
- Lance:** medida entre duas miras.
- Seção:** medida entre duas RN, composta por vários lances.
- Linha de nivelamento:** conjunto de seções entre RN principais.
- Circuito de Nivelamento:** poligonal fechada composta por várias linhas de nivelamento.
- Rede de Nivelamento:** malha formada por vários circuitos.

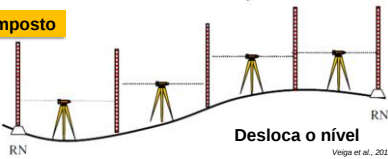
Veiga et al., 2012

Nivelamento Simples x Nivelamento Composto

Nivelamento Simples



Nivelamento Composto



Veiga et al., 2012

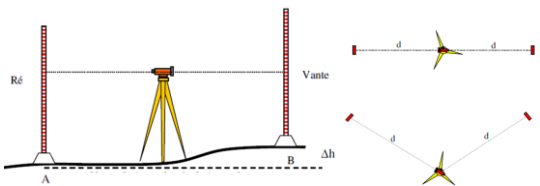
Métodos de Nivelamento Geométrico:

- Visadas Iguais.
- Visadas Extremas.
- Visadas Equidistantes.
- Visadas Recíprocas.
-

Visadas Iguais:

- Posicionam-se as miras à mesma distância do nível (não precisa estar alinhada).

$$DN = L_{R\acute{e}} - L_{V\grave{a}nte}$$

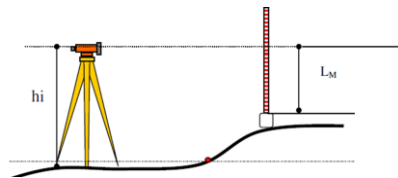


Veiga et al., 2012

Visadas Extremas:

- Determina-se a diferença de nível entre o ponto localizado o nível e o ponto localizado a mira.
- Necessita medir a altura do instrumento (h_i).

$$DN = h_i - L_{V\grave{a}nte}$$

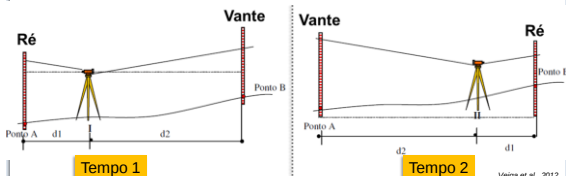


Veiga et al., 2012

Visadas Equidistantes:

- Obtêm-se a diferença de nível a partir de duas medidas para cada lance, deslocando o nível à distâncias similares aos dois pontos ($d_1 \approx d_2$).

$$DN = \frac{R\acute{e}_A - V\grave{a}nte_B}{2} + \frac{R\acute{e}_B - V\grave{a}nte_A}{2}$$

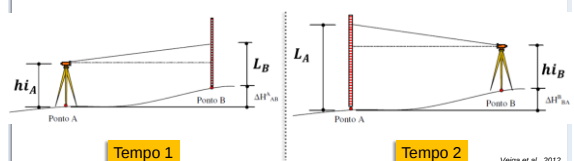


Veiga et al., 2012

Visadas Recíprocas:

- São feitas duas medidas para cada lance, posicionando o nível sobre os pontos a serem determinados.
- Necessita medir a altura do instrumento (h_i).

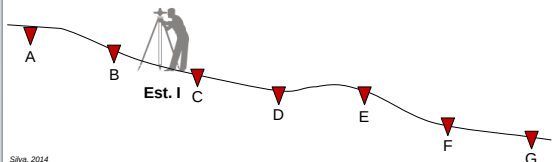
$$DN = \frac{h_{iA} - h_{iB}}{2} + \frac{L_A - L_B}{2}$$



Veiga et al., 2012

UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

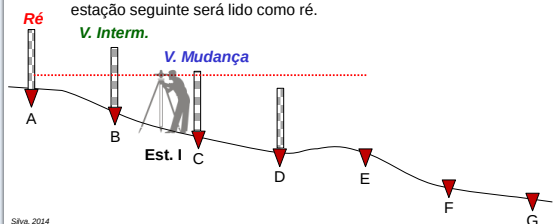
- Fixar piquetes a cada "X" m para demarcar os pontos característicos do terreno.
- Instalar o nível.



Silva, 2014

UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

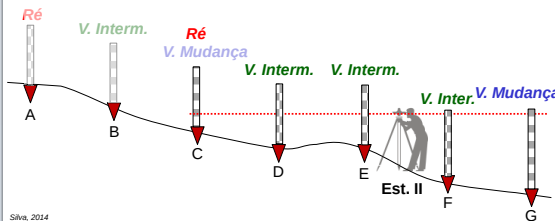
- Posicionar a mira sobre os piquetes e realizar a leitura:
 - O primeiro ponto nivelado é a leitura de Ré (ponto com cota/altitude conhecida).
 - Os pontos subsequentes são de Vante Intermediária (até ser necessário mover o nível para outro ponto).
 - Vante de Mudança: um mesmo ponto será lido como vante e na estação seguinte será lido como ré.



Silva, 2014

UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

- Trocar a posição do nível:
 - Ler novamente o ponto de Mudança (agora como ponto de Ré).
 - Ler os pontos de Vante intermediária.
 - Com exceção do Vante de Mudança (último ponto), todos serão pontos de Vante.



Silva, 2014

UFVJM Pr

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitude)	Correção	Cotas (A) Corrigidas
		Ré	Vante Int.	Vante Mud.				
I	A	1.820						
	B		3.725					
	C			3.789				
II	C	0.833						
	D		2.501					
	E		2.034					
	F		3.686					
	G			3.990				

Silva, 2014

UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

- Realizar o contranivelamento: ler alguns pontos para calcular o erro e realizar as correções.

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitude)	Correção	Cotas (A) Corrigidas
		Ré	Vante Int.	Vante Mud.				
I	A	1.820						
	B		3.725					
	C			3.789				
II	C	0.833						
	D		2.501					
	E		2.034					
	F		3.686					
	G			3.990				
III	G	3.458						
	C			0.301				
	C	2.867						
IV	C			0.034				
	A							

Silva, 2014

UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

> Cálculo do nivelamento:

- Determinação da Altitude do Plano de Visada (APV).
- Determinação das Cotas dos outros pontos nivelados.

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitude)	Correção	Cotas (A) Corrigidas
		Ré	Vante Int.	Vante Mud.				
I	A	1.820						
	B		3.725					
	C			3.789				
II	C	0.833						
	D		2.501					
	E		2.034					
	F		3.686					
	G			3.990				
III	G	3.458						
	C			0.301				
	C	2.867						
IV	C			0.034				
	A							

Silva, 2014

UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

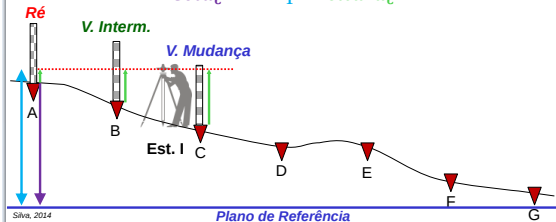
➤ Cálculo do nivelamento:

- Determinação da Altitude do Plano de Visada (APV).
- Determinação das Cotas dos outros pontos nivelados.

$$APV_I = Cota_A + Leitura_A$$

$$Cota_B = APV_I - Leitura_B$$

$$Cota_C = APV_I - Leitura_C$$



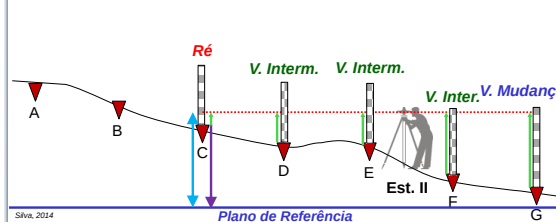
UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

➤ Cálculo do nivelamento:

- Determinação da Altitude do Plano de Visada (APV).
- Determinação das Cotas dos outros pontos nivelados.

$$APV_2 = Cota_C + Leitura_C$$

$$Cotas_{D,E,F,G} = APV_2 - Leituras_{D,E,F,G}$$



UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

- Partindo de uma cota = 50 m para o ponto A, o cálculo da cota dos pontos B, C, D, F e G é feito da seguinte maneira:

Estação 1

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitudes)	Correção	Cotas (A) Corrigidas
		Ré	Vante Int.	Vante Mus.				
I	A	1,820			51,820	50,00		
	B		3,725		51,820	48,095		
	C			3,749	51,820	48,071		
II	D	0,833						
	E		2,501					
	F		2,034					
	G		3,686					
III	D			3,980				
	G	3,458						
IV	C			0,301				
	A	2,867						
Soma				0,934				

Altitude/cota do Plano de Visada

$$APV_I = Cota_A + Leitura_A$$

$$APV_I = 50 + 1,820$$

$$= 51,820 \text{ m}$$

$$Cota_B = APV_I - Leitura_B$$

$$Cota_B = 51,820 - 3,725$$

$$= 48,095 \text{ m}$$

$$Cota_C = APV_I - Leitura_C$$

$$Cota_C = 51,820 - 3,749$$

$$= 48,071 \text{ m}$$

UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

- Partindo de uma cota = 50 m para o ponto A, o cálculo da cota dos pontos B, C, D, F e G é feito da seguinte maneira:

Estação 2

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitudes)	Correção	Cotas (A) Corrigidas
		Ré	Vante Int.	Vante Mus.				
I	A	1,820			51,820	50,00		
	B		3,725		51,820	48,095		
	C			3,749	51,820	48,071		
II	D	0,833				48,904		
	E		2,501			46,403		
	F		2,034			48,904		
	G		3,686			45,218		
III	D			3,980		48,904		
	G	3,458				44,914		
IV	C			0,301				
	A	2,867						
Soma				0,934				

Altitude/cota do Plano de Visada

$$APV_{II} = Cota_C + Leitura_C$$

$$APV_{II} = 48,071 + 0,833$$

$$= 48,904 \text{ m}$$

$$Cota_{Dac} = APV_{II} - Leitura_{Dac}$$

$$Cota_D = 48,904 - 2,501$$

$$= 46,403 \text{ m}$$

$$Cota_E = 48,904 - 2,034$$

$$= 46,870 \text{ m}$$

$$Cota_F = 48,904 - 3,686$$

$$= 45,218 \text{ m}$$

UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

- Partindo de uma cota = 50 m para o ponto A, o cálculo da cota dos pontos B, C, D, F e G é feito da seguinte maneira:

Estação 3 - contranivelamento

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitudes)	Correção	Cotas (A) Corrigidas
		Ré	Vante Int.	Vante Mus.				
I	A	1,820			51,820	50,00		
	B		3,725		51,820	48,095		
	C			3,749	51,820	48,071		
II	D	0,833				48,904		
	E		2,501			46,403		
	F		2,034			48,904		
	G		3,686			45,218		
III	D			3,980		48,904		
	G	3,458				44,914		
IV	C			0,301		48,372		
	A	2,867				48,372		
Soma				0,934				

Altitude/cota do Plano de Visada

$$APV_{III} = Cota_G + Leitura_G$$

$$APV_{III} = 44,914 + 3,458$$

$$= 48,372 \text{ m}$$

$$Cota_C = APV_{III} - Leitura_C$$

$$Cota_C = 48,372 - 0,301$$

$$= 48,071 \text{ m}$$

UFVJM Procedimentos do nivelamento geométrico

- Partindo de uma cota = 50 m para o ponto A, o cálculo da cota dos pontos B, C, D, F e G é feito da seguinte maneira:

Estação 4 - contranivelamento

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitudes)	Correção	Cotas (A) Corrigidas
		Ré	Vante Int.	Vante Mus.				
I	A	1,820			51,820	50,00		
	B		3,725		51,820	48,095		
	C			3,749	51,820	48,071		
II	D	0,833				48,904		
	E		2,501			46,403		
	F		2,034			48,904		
	G		3,686			45,218		
III	D			3,980		48,904		
	G	3,458				44,914		
IV	C			0,301		50,938		
	A	2,867				50,938		
Soma				0,934				

Altitude/cota do Plano de Visada

$$APV_{IV} = Cota_C + Leitura_C$$

$$APV_{IV} = 48,071 + 2,867$$

$$= 50,938 \text{ m}$$

$$Cota_A = APV_{IV} - Leitura_A$$

$$Cota_A = 50,938 - 0,934$$

$$= 50,004 \text{ m}$$

➤ Conferir o resultado do nivelamento:

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitudes)	Correção
		Ré	Vante Int.	Vante Mus.			
I	A	1.820			51,820	50,00	
	B		3.725		51,820	48,095	
	C			3.749	51,820	48,071	
II	C	0.833			48,904	48,071	
	D		2.501		48,904	46,403	
	E		2.034		48,904	46,870	
	F		3.686		48,904	45,218	
	G			3.990	48,904	44,914	
	H	3.458			48,372	44,914	
III	C			0.301	48,372	48,071	
	C	2.867			50,938	48,071	
IV	A			0.934	50,938	50,004	
	A	8,978		8,974			

Silva, 2014. Soma = 8,978 Soma = 8,974

a) Fechou o nivelamento?
Cota final – Cota inicial

$$50,004\text{ m} - 50,00\text{ m} = 0,004\text{ m}$$

b) Verificar o cálculo: **OK !**

$$Cota\ final - Cota\ inicial = \Sigma R\acute{e} - \Sigma V.Mudança$$

$$50,004 - 50,00 = 8,978 - 8,974 = 0,004\text{ m} = 0,004\text{ m}$$

Diferença tolerável?

➤ Erro Tolerável:

- Depende da classe (NBR13133).

$$ET = X\text{ mm} \cdot \sqrt{\text{perímetro}(km)}$$

Ex.: Classe IN = 12 mm. $\sqrt{\text{per.}(km)}$

- Na prática km = ida + volta.

$$ET = 12\text{ mm} \cdot \sqrt{\text{per.}(km)}$$

(piquetes a cada 20 m)

$$ET = 12\text{ mm} \cdot \sqrt{0,24} = 5,88\text{ mm}$$

- Erro cometido: 0,004 m = 4 mm;

OK !

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitudes)	Correção
		Ré	Vante Int.	Vante Mus.			
I	A	1.820			51,820	50,00	
	B		3.725		51,820	48,095	
	C			3.749	51,820	48,071	
II	C	0.833			48,904	48,071	
	D		2.501		48,904	46,403	
	E		2.034		48,904	46,870	
	F		3.686		48,904	45,218	
	G			3.990	48,904	44,914	
	H	3.458			48,372	44,914	
III	C			0.301	48,372	48,071	
	C	2.867			50,938	48,071	
IV	A			0.934	50,938	50,004	
	A	8,978		8,974			

Silva, 2014. Soma = 8,978 Soma = 8,974

➤ Correção das cotas:

Calcular a correção de acordo com a estação:

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitudes)	Correção	Cotas (h) Corrigidas
		Ré	Vante Int.	Vante Mus.				
I	A	1.820			51,820	50,00		
	B		3.725		51,820	48,095	0,001	
	C			3.749	51,820	48,071	0,001	
II	C	0.833			48,904	48,071		
	D		2.501		48,904	46,403	0,002	
	E		2.034		48,904	46,870	0,002	
	F		3.686		48,904	45,218	0,002	
	G			3.990	48,904	44,914	0,002	
	H	3.458			48,372	44,914		
III	C			0.301	48,372	48,071	0,003	
	C	2.867			50,938	48,071		
IV	A			0.934	50,938	50,004	0,004	
	A	8,978		8,974				

Silva, 2014. Soma = 8,978 Soma = 8,974

- EI: $ET = \frac{1}{4} \text{ Erro}$
 $\frac{1}{4} \cdot 0,004 = 0,001$
- EII: $ET = \frac{2}{4} \text{ Erro}$
 $\frac{2}{4} \cdot 0,004 = 0,002$
- EIII: $ET = \frac{3}{4} \text{ Erro}$
 $\frac{3}{4} \cdot 0,004 = 0,003$
- EIV: $ET = \frac{4}{4} \text{ Erro}$
 $\frac{4}{4} \cdot 0,004 = 0,004$

➤ Correção das cotas:

Estação	P.N.	Leituras			APV	Cotas (altitudes)	Correção	Cotas (h) Corrigidas
		Ré	Vante Int.	Vante Mus.				
I	A	1.820			51,820	50,00		
	B		3.725		51,820	48,095	0,001	48,094
	C			3.749	51,820	48,071	0,001	48,070
II	C	0.833			48,904	48,071		
	D		2.501		48,904	46,403	0,002	46,401
	E		2.034		48,904	46,870	0,002	46,868
	F		3.686		48,904	45,218	0,002	45,216
	G			3.990	48,904	44,914	0,002	44,912
	H	3.458			48,372	44,914		
III	C			0.301	48,372	48,071	0,003	48,068
	C	2.867			50,938	48,071		
IV	A			0.934	50,938	50,004	0,004	50,000
	A	8,978		8,974				

Silva, 2014. Soma = 8,978 Soma = 8,974

Corrigir as cotas:

$$Cota\ Corr. = cota \pm correção$$

- Nesse exemplo será subtraído (pois o erro é excedente).

OK !

Principais referências utilizadas:

- COMASTRI, J. A.; TULER, J. C. 2013. Topografia: Altimetria. 3ª Ed. Viçosa: Editora UFV, 200 p.
- SILVA, J. L. B. da. 2014. Apostila Topografia 1. UFRGS. 131 p.
- VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. 2012. Fundamentos de Topografia. UFPR. 288 p.



Obrigado

andre.medeiros@ufvjm.edu.br