

	TOPOGRAFIA II			
	Aula teórica 03_1: Métodos do nivelamento geométrico			
	Prof. Dr. Alexandre Bernardino Lopes			

MÉTODOS DO NIVELAMENTO GEOMÉTRICO.

Conteúdo em vídeo

Parte 1 - <https://youtu.be/1gduMV9F6xs>

Alguns métodos no nivelamento geométrico são usados de acordo com a aplicação e vantagens.

Deve-se ter em mente que em toda medida existem erros inerentes. Como foi visto, nos nivelamentos ocorrem os erros de curvatura, refração.

Soma-se a estes erros o erro de colimação que é a imprecisão da materialização da horizontalidade (perpendicular a direção do vetor de gravidade no centro óptico do equipamento). Este erro pode ser causado por imperfeições ópticas do equipamento.

Estes erros inerentes devem ser corrigidos ou devem ser adotados métodos em campo para que possam ser evitados. No caso do nivelamento geométrico, alguns métodos são usados em campo para minimizar estes erros, a saber:

1. Método das visadas iguais;
2. Método das visadas equidistantes;
3. Método das visadas recíprocas.

O método de visadas extremas, embora seja um método muito aplicado na construção civil, não possui a vantagem de minimizar os erros de curvatura, refração e colimação.

Para cada caso será mostrado as equações, vantagens e aplicações dos métodos.

Método das visadas iguais.

O método das visadas iguais é um método simples de ser empregado e muito utilizado para nivelamento de precisão, como nivelamentos aplicado à geodésia (nivelamento de 1º ordem).

O método consiste em colocar as miras (na ré e vante) na mesma distância do nível, conforme Figura 06.

A grande vantagem do método é a minimização do erro de curvatura, refração e colimação, além de ser de fácil aplicação

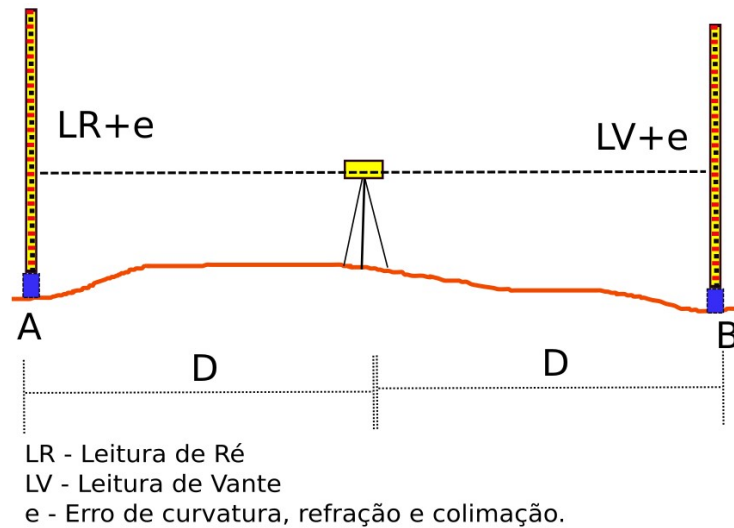


Figura 06 – Método das visadas iguais.

No método das visadas iguais não há a necessidade do equipamento estar alinhado com os pontos Ré e Vante (Ponto A e B na Figura 06), entretanto a distância entre estes pontos têm que ser a mesma.

Equações

Sendo o ponto A com cota conhecida, a cota do ponto B é obtida por:

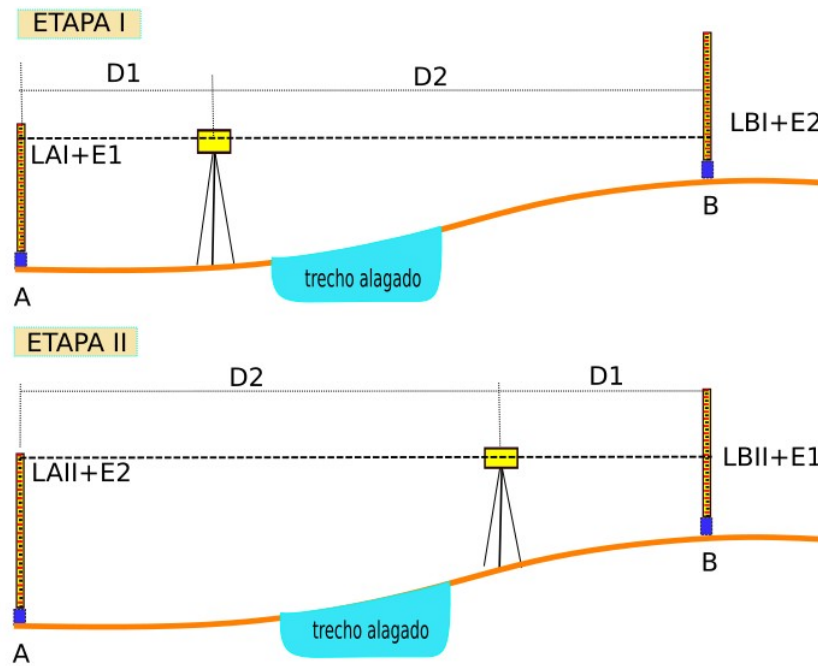
$$C_B = C_A + (LR + e) - (LV + e) \rightarrow C_B = C_A + LR - LV \quad (14)$$

Método das visadas equidistantes

No método das visadas equidistantes é realizado duas medidas para cada lance conforme ilustra a Figura 07.

Como vantagens o método possibilita minimizar os erros de curvatura e refração. Sua desvantagem é a morosidade em sua execução.

Geralmente este método é aplicado em locais onde se tem obstáculos como rios, pântanos e onde não se é possível aplicar o método das visadas iguais.



LAI - Leitura da mira no ponto A na primeira etapa
 E1 - Erro de colimação, curvatura e refração considerando D1
 LB1 - Leitura da mira no ponto B na primeira etapa
 E2 - Erro de colimação, curvatura e refração considerando D2
 LAII - Leitura da mira no ponto A na segunda etapa
 LBII - Leitura da mira no ponto B na segunda etapa
 D1 - Distância 1
 D2 - Distância 2

Figura 07 – Método das visadas equidistantes.

Equações

Como foram realizadas duas etapas para se determinar a cota do mesmo ponto (B), temos:

$$C_B = C_A + (LAI + E1) - (LBI + E2) \quad (15)$$

$$C_B = C_A + (LAII + E2) - (LBII + E1) \quad (16)$$

Somando a equação (15) com a equação (16):

$$\begin{aligned}
 2C_B &= 2C_A + LAI + E1 - LBI - E2 + LAII + E2 - LBII - E1 \rightarrow \\
 2C_B &= 2C_A + (LAI + LAII) - (LBI + LBII)
 \end{aligned} \quad (17)$$

Dividindo a equação (17) por 2 temos:

$$C_B = C_A + \left(\frac{(LAI + LAII) - (LBI + LBII)}{2} \right) \quad (18)$$

Para a diferença de nível (ΔH_{AB}):

$$\Delta H_{AB} = C_B - C_A = \left(\frac{(LAI + LAII) - (LBI + LBII)}{2} \right) \quad (19)$$

Método das visadas recíprocas

O método das visadas recíprocas consiste em realizar a medida duas vezes para cada lance, neste caso instala-se o equipamento nos pontos onde foi colocada a mira e vice-versa (Figura 08).

Este método possui a vantagem de corrigir os erros de curvatura, refração e colimação, entretanto possui duas desvantagens: 1) é moroso comparado com o método das visadas iguais e 2) é necessário medir a altura do instrumento que possui erros inerentes.

Pode ser aplicado em situações onde não se consegue realizar o método das visadas iguais.

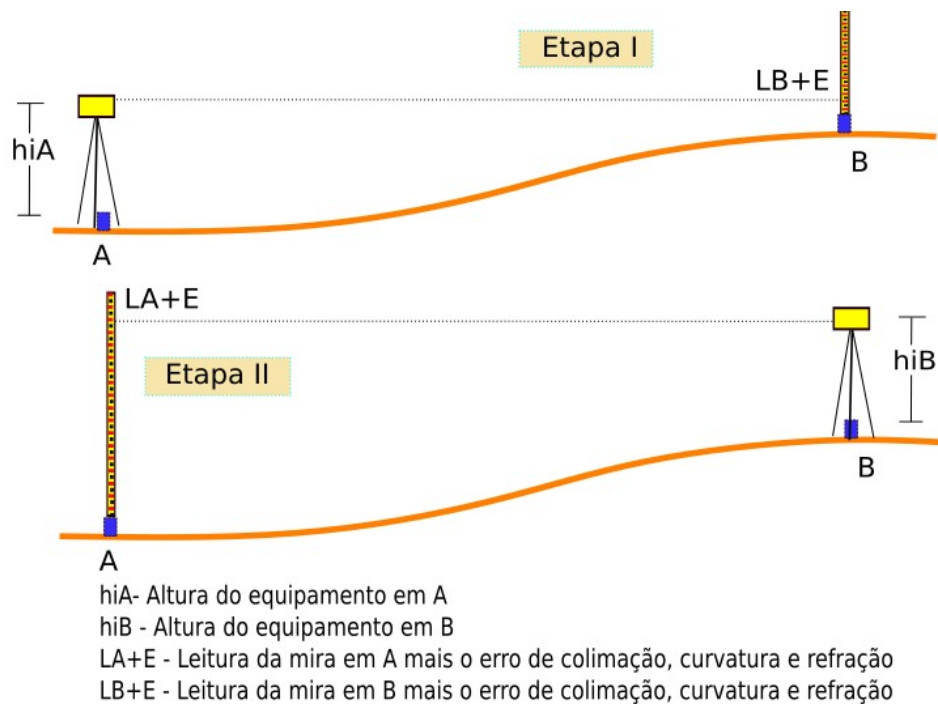


Figura 08 – Método das visadas recíprocas

Equações

De acordo com a Figura 08 a cota do Ponto B pode ser obtida por:

$$C_A - C_B = \Delta H_{AB} = hiA - (LB + E) \quad (20)$$

$$C_B - C_A = \Delta H_{BA} = hiB - (LA + E) \quad (21)$$

Mas $\Delta H_{AB} = -\Delta H_{BA}$ então:

$$C_A - C_B = \Delta H_{AB} = -hi_B + LA + E \quad (22)$$

Somando a equação (22) com a equação (20):

$$2\Delta H_{AB} = hi_A - LB - E - hi_B + LA + E \rightarrow$$

$$\Delta H_{AB} = \frac{(hi_A - hi_B) + (LA - LB)}{2} \quad (23)$$

Para determinar a cota:

$$C_A = C_B + \frac{(hi_A - hi_B) + (LA - LB)}{2} \quad (24)$$

Métodos das visadas extremas

O método das visadas extremas consiste basicamente em se estacionar o equipamento em um ponto e a partir deste ponto se fazer uma varredura dos pontos onde se deseja determinar as cotas ou diferenças de nível. É um método de fácil e rápida execução em campo.

Apesar das vantagens anotadas, este método não permite a minimização dos erros de curvatura, refração e colimação.

Neste método duas variáveis são necessárias: 1) a altura do equipamento e 2) a leitura da mira no ponto onde se deseja determinar a cota, conforme Figura 09.



Figura 09 – Método das visadas extremas.

Neste caso a cota do ponto B é determinada por:

$$C_B = C_A + hi - LV \quad (15)$$

Também podemos obter a diferença de nível:

$$\Delta_{AB} = C_B - C_A = hi - LV \quad (16)$$

Em alguns casos medir a altura do instrumento com precisão apresenta alguns inconvenientes como a dificuldade de se medir a exata distância entre o centro do equipamento e o ponto, já que em alguns níveis não existe o mecanismo de centragem e medida de altura do instrumento presente em teodolitos e estações totais.

Para contornar este inconveniente adota-se uma referência (Ré) conforme ilustra a Figura 10.

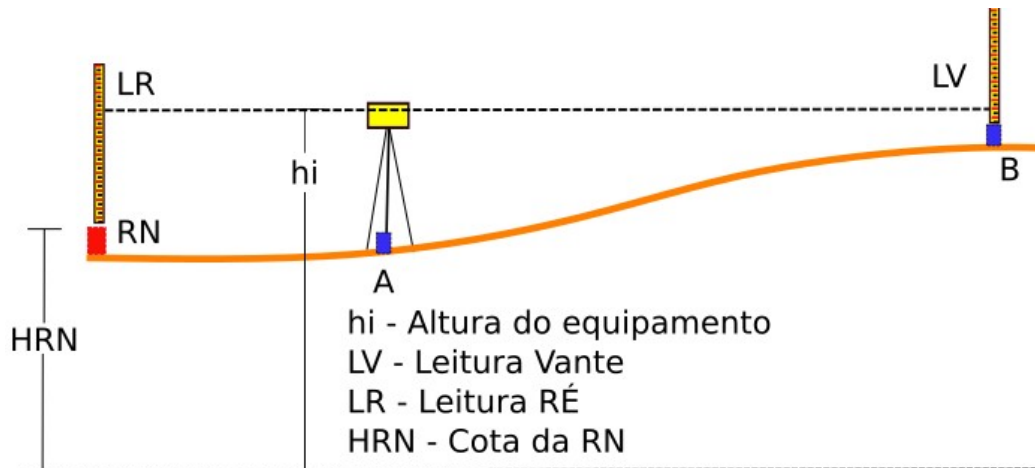


Figura 10 – Método das visadas extremas – determinação da altura do nível com RN

Neste caso a cota do ponto B é determinada por:

$$hi = HRN + LR$$

$$C_B = hi - LV \rightarrow C_B = HRN + LR - LV \quad (17)$$

Todos os métodos serão realizados em aulas práticas.

Exercício

1) As Tabelas que seguem mostram um nivelamento entre 3 estacas alinhadas (A, B e C). Nos métodos de visadas iguais, visadas equidistantes e visadas recíprocas adotou-se uma cota para a estaca A de 10,00 metros. No método das visadas extremas adotou-se uma ré também com cota de 10 metros. Com os dados abaixo, determine as cotas em todas as estacas e as diferenças de nível entre as estacas utilizando os 4 referidos métodos de nivelamento, sendo que a cota do ponto A e a cota da ré equivale aos 2 últimos números do CPF (ou adote uma cota arbitrária diferente de 10 m).

Dica: Utilize planilhas eletrônicas.

Visadas Iguais				
Pontos	Leitura		Cotas	Diferença de Nível
	Ré	Vante		
A	1,30		10,00	
B	1,10	1,29	10,01	0,01
C		0,90	10,21	0,20

Visadas Extremas			
Observação: Utilizando a altura do equipamento pela régua			
Altura do equipamento:		1,24	Diferença de Nível
Pontos	Leitura	Cotas	
RÉ		10,00	
A	1,08	10,16	
B	1,09	10,15	-0,01
C	0,89	10,35	0,20

Visadas Equidistantes				
Lance 1				
	Leitura			
Pontos	Ré	Vante		
A	1,32			
B		1,36		
B'		1,40		
A'	1,40			
Lance 2				
	Leitura			
Pontos	Ré	Vante		
B	1,29			
C		1,08		
C'		1,10		
B'	1,31			
Cotas	A	10,00	Diferença de Nível	
	B	9,98		-0,02
	C	10,19		0,21

Visadas Recíprocas			
Observação: Utilizando a altura do equipamento			
Lance 1			
Pontos	Visando	Leitura	Altura do Eq.
A	B	1,40	1,43
B	A	1,39	1,45
Lance 2			
Pontos	Visando	Leitura	Altura do Eq.
B	C	1,21	1,45
C	B	1,41	1,25
Cotas		Diferença de Nível	
A	10,00		
B	9,99		-0,01
C	10,19		0,20

Bibliografia

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.

Bibliografias complementares

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.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. Fundamentos de Topografia – Material de Apoio para a disciplina de Topografia II do Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da UFPR: altimetria, locação e levantamento planialtimétrico. Universidade Federal do Paraná. UFPR, 2014.

WOLF, P. R.; GUILANI, C. D. Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics. John Wiley & Sons, New York, 2002