

	TOPOGRAFIA II Aula teórica 02: Nivelamento geométrico e taqueométrico. Prof. Dr. Alexandre Bernardino Lopes	
---	--	---

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO E TAQUEOMÉTRICO

Conteúdo em vídeo

Parte 1 - <https://youtu.be/h4m7fXMPHa0>

Parte 2 - <https://youtu.be/aYMTUkT0v6Q>

Parte 3 - https://youtu.be/AMKNw2nY3_g

Nesta fase do curso de Topografia II será estudado o nivelamento geométrico e o taqueométrico ou estadimétrico e posteriormente será enfatizado o nivelamento trigonométrico.

Tipos de Nivelamento

Os nivelamentos podem ser divididos em três categorias:

1. Nivelamento geométrico ou nivelamento direto;
2. Nivelamento taqueométrico;
3. Nivelamento trigonométrico.

Nivelamento geométrico ou direto

Definição

A NBR 13133 define nivelamento geométrico como:

“ Nivelamento que realiza a medida da diferença de nível entre pontos do terreno por intermédio de leituras correspondentes a visadas horizontais, obtidas com um nível, em miras colocadas verticalmente nos referidos pontos. ”

Níveis.

Os níveis são equipamentos topográficos utilizados para o nivelamento geométrico. Esses equipamentos permitem definir um plano horizontal perpendicular a linha vertical, com precisão. O nível é composto basicamente da luneta, os níveis de bolha, sistema de compensação e calantes. A Figura 01 mostra um exemplo de nível.



Figura 01- Nível

Miras

As miras topográficas são utilizadas com os níveis para a realização dos nivelamentos topográficos. Esses equipamentos que podem ser fabricadas em fibra de vidro, alumínio ou madeira onde é impresso uma graduação numérica ou código de barras, conforme modelos apresentados na Figura 02.

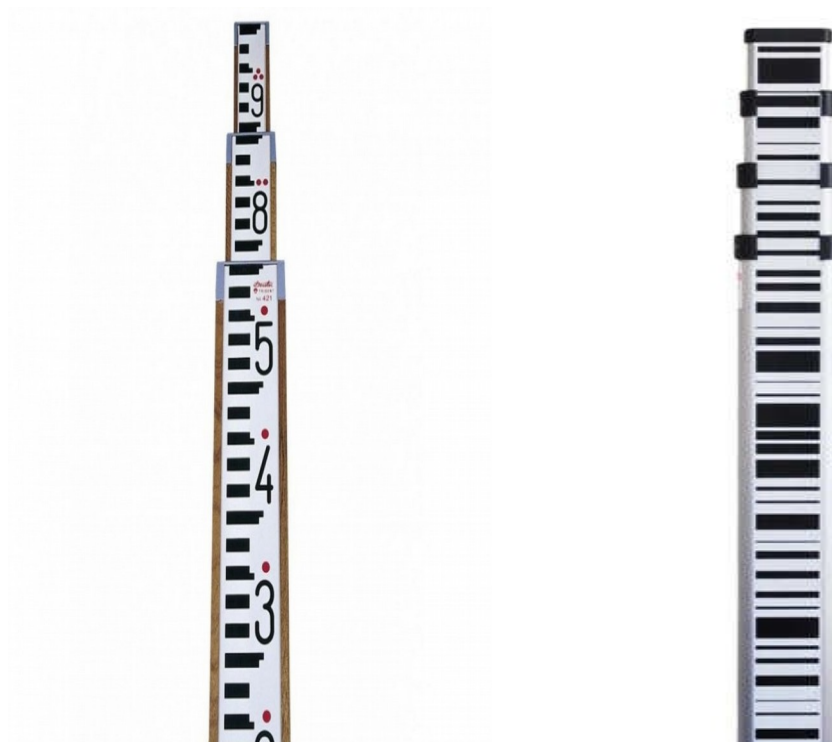
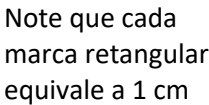


Figura 02 – Miras Topográficas



(Fonte : VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, 2012)

Classificação dos níveis

Segundo a NBR 13133 os níveis são classificados segundo desvio-padrão de 1 km de duplo nivelamento, conforme Tabela 1.

Tabela 01 – Classe de níveis

O equipamento do laboratório de Topografia e Geodésia do CPP-CEM-UFPR é classe 3, precisão alta.

(Fonte: NBR13133)

Classes de nivelamento

A NBR 13133 estabelece as seguintes quatro classes de nivelamento:

Tabela 02 – Classe de Nivelamento

Tolerância
de
fechamento

$12 \text{ mm } \sqrt{K}$

	centimétricas, devidamente aferidas, providas de prumo esférico, leitura a ré e vante dos três fios, visadas eqüidistantes com diferença máxima de 10 m, ida e volta em horários distintos e com Ponto de Segurança (PS) a cada km, no máximo.						
IIN Geométrico	Nivelamento geométrico a ser executado com nível classe 2, utilizando miras dobráveis, centimétricas, devidamente aferidas, providas de prumo esférico, leitura do fio médio, ida e volta ou circuito fechado, com Ponto de Segurança (PS) a cada dois km, no máximo.		10 km	80 m	15 m		$20 \text{ mm } \sqrt{K}$
IIIN Trigonométrico	Nivelamento trigonométrico a ser realizado através de medidas de distâncias executadas com medidor eletrônico de distância - MED - classe 1, leituras recíprocas (vante e ré) em uma única série, ou medidas de distâncias executadas à trena de aço devidamente aferida, com controle estadimétrico de erro grosseiro, leituras do ângulo vertical conjugadas, direta e inversa, em uma série direta e inversa, com teodolito classe 2 ou estação total classe 2.	Princ. Sec.	10 km 5 km	500 m 300 m	40 m 30 m	40 20	$0,15 \text{ m } \sqrt{K}$ $0,20 \text{ m } \sqrt{K}$
IVN Taqueométrico	Nivelamento geométrico a ser executado com nível classe 3, utilizando miras dobráveis, centimétricas, devidamente aferidas, providas de prumo esférico, leitura a ré e vante dos três fios, visadas eqüidistantes com diferença máxima de 10 m, ida e volta em horários distintos e com Ponto de Segurança (PS) a cada km, no máximo.	Princ. Sec.	5 km 2 km	150 m 150 m	30 m 30 m	40 20	$0,30 \text{ m } \sqrt{K}$ $0,40 \text{ m } \sqrt{K}$

(Fonte: NBR13133)

Nivelamento geométrico simples e nivelamento geométrico composto.

Nivelamento geométrico simples

Nivelamento geométrico simples é aquele que, com uma única posição do aparelho instalado no terreno se consegue determinar todas as diferenças de níveis dos pontos topográficos. A Figura 04 ilustra os dois casos.

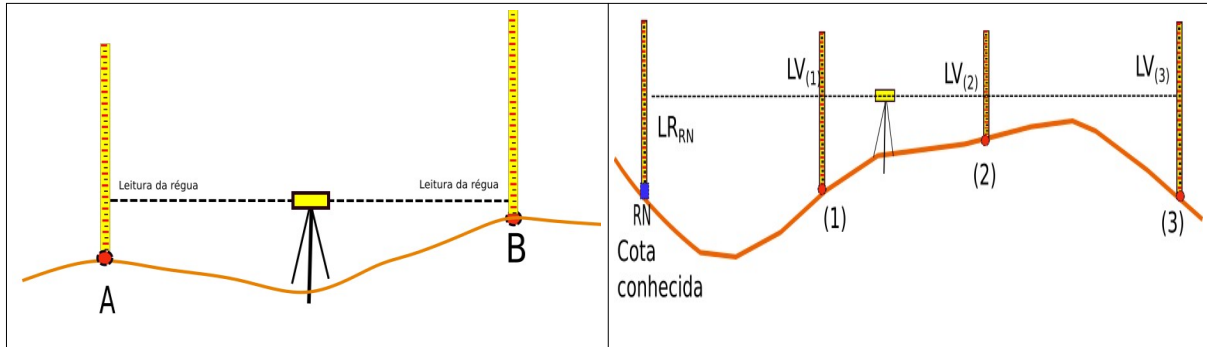


Figura 04 – Nivelamento Geométrico Simples

Na Figura 04, ilustração da esquerda é apresentado um nivelamento simples onde pode ser obtido a cota de um ponto, enquanto na ilustração da direita da mesma figura ilustra um nivelamento simples onde pode se obter a cota de diversos pontos sem mudança do equipamento.

Obtenção de cotas no nivelamento geométrico simples.

A Figura 05 ilustra um nivelamento geométrico simples. Para se determinar a cotas dos pontos (1), (2) e (3) há a necessidade de se conhecer a cota da RN. Lembrando que a RN (neste caso o ponto de referência) pode ser um ponto arbitrário sem vínculo com nenhum sistema de referência.

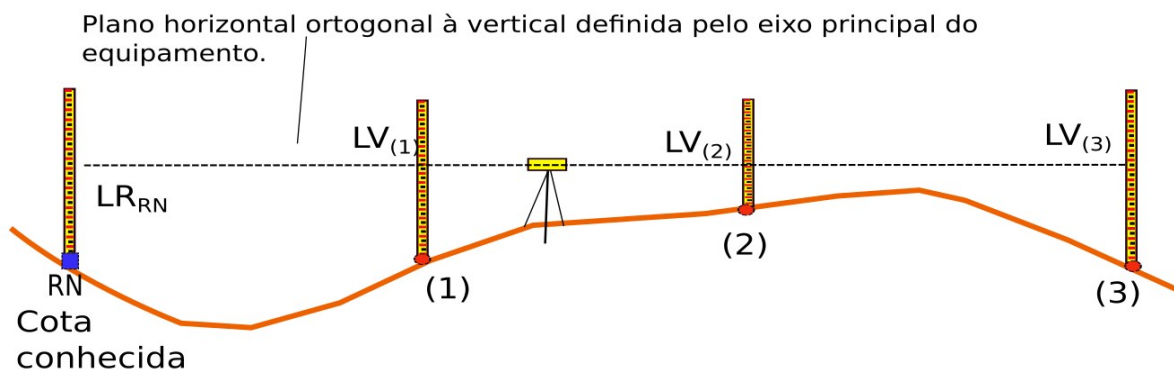


Figura 05 – Obtenção de cotas no nivelamento geométrico simples

Note que não houve mudança de local do equipamento, ou seja, todas as cotas foram determinadas com o equipamento estacionado em apenas um local.

Considerando que a cota da $RN = C_{RN}$, as cotas dos demais pontos são expressas por:

$$C_{(1)} = C_{RN} + LR_{RN} - LV_{(1)}$$

$$C_{(2)} = C_{RN} + LR_{RN} - LV_{(2)}$$

$$C_{(3)} = C_{RN} + LR_{RN} - LV_{(3)}$$

onde, $C_{(1)}$, $C_{(2)}$, $C_{(3)}$ são as cotas nos pontos (1), (2) e (3), respectivamente, LR_{RN} é a leitura da ré na RN e $LV_{(1)}$, $LV_{(2)}$ e $LV_{(3)}$ são as leituras de vantes nos pontos (1), (2) e (3), respectivamente.

Nivelamento geométrico composto

No caso do nivelamento geométrico composto ocorre uma sucessão de nivelamentos simples, neste caso ocorre a mudança do equipamento para a obtenção das cotas. Para se obter as cotas de todos os pontos há a necessidade de se amarrar o nivelamento através das estacas de mudanças (estacas onde se realiza leituras de ré). A Figura 06 ilustra o nivelamento geométrico composto.

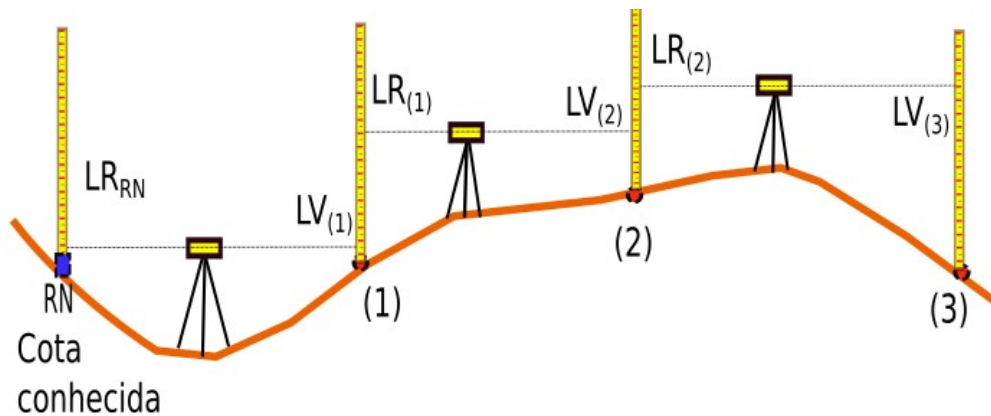


Figura 06 – Nivelamento Geométrico Composto.

Obtenção de cotas no nivelamento geométrico composto.

A Figura 07 ilustra um nivelamento geométrico composto. Analogamente a obtenção de cotas no nivelamento simples apresentado anteriormente, as cotas dos pontos (1), (2) e (3) também são determinadas a partir de um ponto de referência que pode ser arbitrário, neste caso a RN.

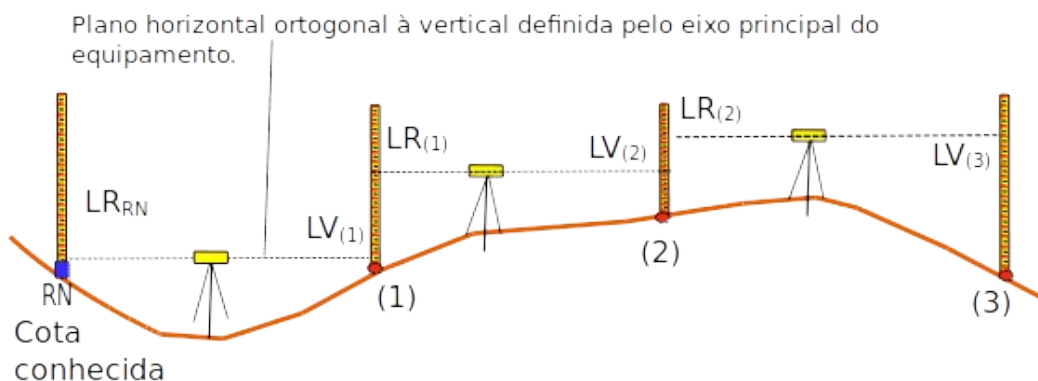


Figura 07 – Obtenção de cotas no nivelamento geométrico composto

Considerando que a cota da $RN = C_{RN}$, as cotas dos demais pontos são expressas por:

$$C_{(1)} = C_{RN} + LR_{RN} - LV_{(1)}$$

$$C_{(2)} = C_{(1)} + LR_{(1)} - LV_{(2)}$$

$$C_{(3)} = C_{(2)} + LR_{(2)} - LV_{(3)}$$

onde, $C_{(1)}$, $C_{(2)}$, $C_{(3)}$ são as cotas nos pontos (1), (2) e (3), respectivamente, LR_{RN} , $LR_{(1)}$ e $LR_{(2)}$ são as leituras de ré na RN e nos pontos (1) e (2) e $LV_{(1)}$, $LV_{(2)}$ e $LV_{(3)}$ são as leituras de vantes nos pontos (1), (2) e (3), respectivamente.

Neste caso as estacas de mudanças são os pontos (1), (2) e (3).

Leituras da miras topográficas.

Os níveis eletrônicos realizam leituras eletrônicas das réguas topográficas que possuem código de barras. Entretanto nos níveis óticos há a necessidade de se ler a régua topográfica, conforme ilustrado na Figura 03.

A determinação das cotas se dá pela leitura do fio médio (Figura 08)

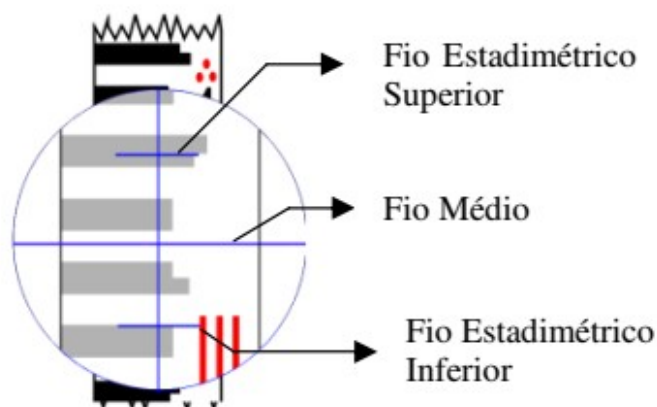


Figura 08 – Leitura dos fios inferior, médio e superior.

(Fonte : VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, 2012)

Para que se possa evitar erros deve-se anotar os 3 fios e verificar se $FM = \frac{FS + FI}{2}$. Caso esta equivalência não se confirme deve-se conferir as medidas.

Outros cuidados devem ser tomados, como nivelar o equipamento adequadamente e manter a régua sempre na vertical com o auxílio de níveis de cantoneira.

Nivelamento taqueométrico

Definição

A NBR13133 define nivelamento taqueométrico como:

“Nivelamento trigonométrico em que as distâncias são obtidas taqueometricamente e a altura do sinal visado é obtida pela visada do fio médio do retículo da luneta do teodolito sobre uma mira colocada verticalmente no ponto cuja diferença de nível em relação à estação do teodolito é objeto de determinação.”

Equipamentos usados no nivelamento taqueométrico.

As equações para obtenção das cotas no nivelamento taqueométrico serão mostradas posteriormente.

Os modelos de caderneta de campo são usados de acordo com o tipo de nivelamento, alguns modelos são mostrados a seguir.

[illegible]

Outro modelo de caderneta é mostrado na Figura 10.

Exercícios

Exercícios em sala de aula.

1) De acordo com a Figura 13 abaixo preencha a caderneta de campo e determine as cotas e determine as cotas. A distância entre as estacas é de 10 metros.

Exercício proposto por COMASTRI, J.A. & TULER, 1999, pg. 77.

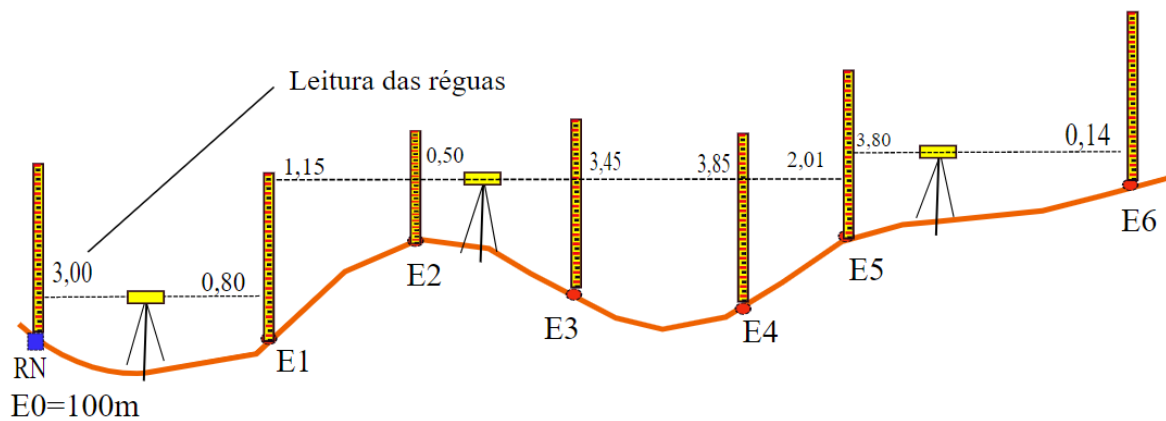


Figura 13 – Exemplo de nivelamento
(Fonte: Adaptado de COMASTRI, J.A. & TULER, 1999)

Resolução

Estacas	Leitura		Cotas	Diferença de Nível		Observações
	Ré	Vante		Positivo	Negativo	
E0	3,000		100,000			
E1	1,150	0,800	102,200	2,200		Troca de estaca
E2		0,500	102,850	2,850		
E3		3,450	99,900		-0,100	
E4		3,850	99,500		-0,500	
E5	3,800	2,010	101,340	1,340		Troca de estaca
E6		0,140	105,000	5,000		
E1 e E5 – Estacas de mudança						

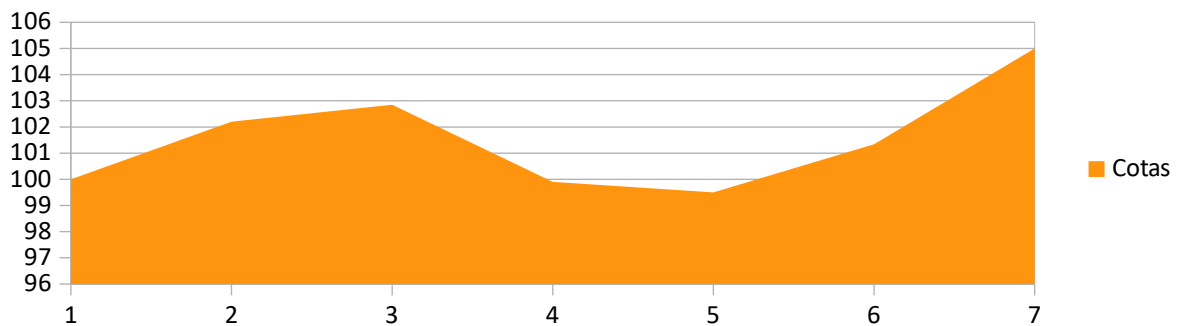


Figura 14 – Perfil do terreno determinado com as cotas calculadas

Sugestão de exercícios.

1) Fazer os exercícios do Livro:

Mccomarc, J. Topografia. 5ª Edição. Editora LTC. Rio de Janeiro, 2010. Páginas: 117 e 118.

2) Refazer o exercício mostrado em sala de aula, sendo que a cota da RN (E0) equivale a 105 m.

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.

MCCORMAC, J. TOPOGRAFIA. 5ª. EDIÇÃO. EDITORA LTC. RIO DE JANEIRO, 2010.

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.