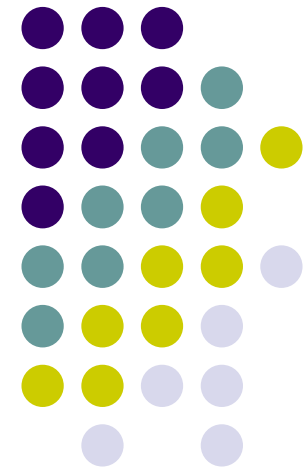


TOPOGRAFIA

Apostila 7

NIVELAMENTO e INTRODUÇÃO ao CÁLCULO de VOLUMES

Manaus, 2019



Prof. Antonio Estanislau Sanches
Engenheiro Cartógrafo

NIVELAMENTO



A determinação da cota e/ou da altitude de um ponto é uma atividade fundamental na engenharia. Projetos de redes de esgoto, de estradas, planejamento urbano, entre outros, são exemplos de aplicações que utilizam estas informações. A determinação do valor da cota/altitude está baseada em métodos que permitem obter o desnível entre pontos.

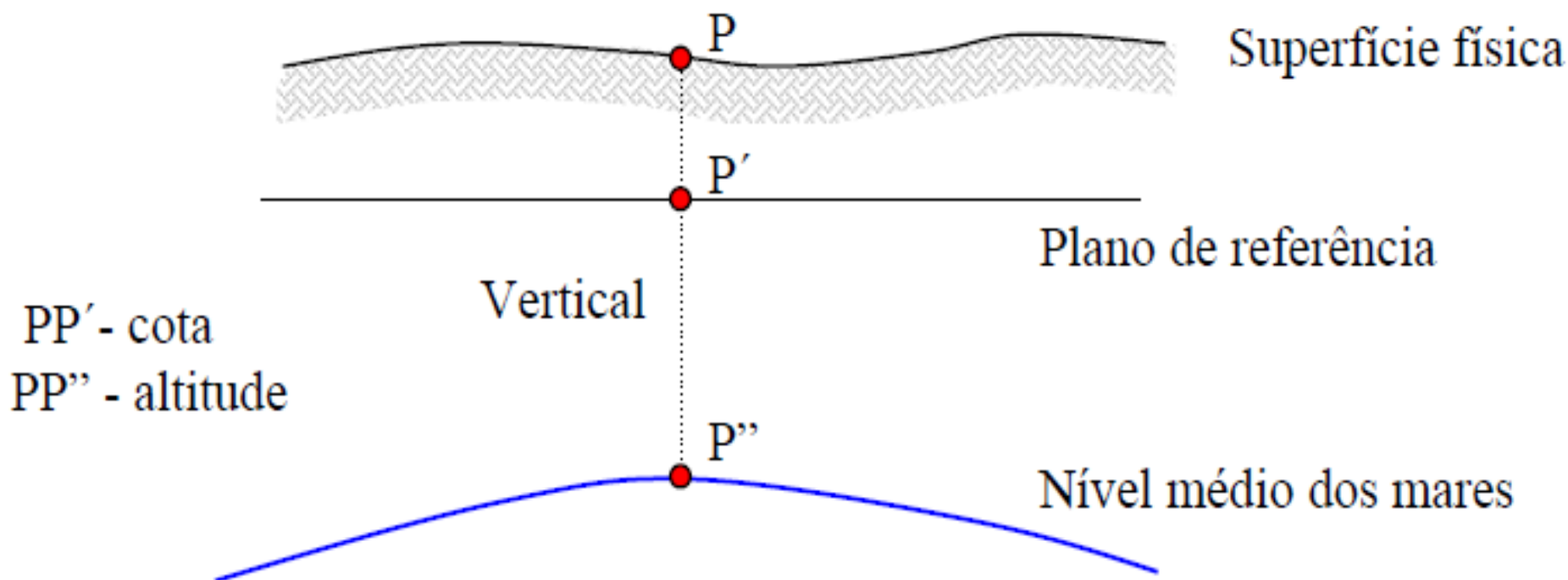
Conhecendo-se um valor de referência inicial é possível calcular as demais cotas ou altitudes. Isso torna-se possível através do método do nivelamento. Dependendo da finalidade do trabalho, emprega-se diferentes métodos que possibilitam determinar os desníveis com precisões que variam de alguns centímetros até sub-milímetro.

NIVELAMENTO



COTA: é a distância medida ao longo da vertical de um ponto até um plano de referência qualquer.

ALTITUDE: é a distância medida na vertical entre um ponto da superfície física da terra e a superfície de referência altimétrica (*nível médio dos mares*).



LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO ALTIMETRICO ou NIVELAMENTO



Os métodos empregados para a determinação dos desníveis são: nivelamento geométrico, trigonométrico e taqueométrico.

Nivelamento geométrico:

“realiza a medida da diferença de nível entre pontos no terreno por intermédio de leituras correspondentes a visadas horizontais, obtidas com um equipamento denominado **NÍVEL**, sobre miras colocadas verticalmente nos referidos pontos.”

Nivelamento trigonométrico:

“realiza a medição da diferença de nível entre pontos no terreno, indiretamente, a partir da determinação do ângulo vertical da direção que os une e da distância entre estes, fundamentando-se na relação trigonométrica entre o ângulo e a distância medidos, levando em consideração a altura do centro do limbo vertical do teodolito ao terreno e a altura sobre o terreno do sinal visado.” Normalmente c/ emprego de E.T.

LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO ALTIMETRICO ou NIVELAMENTO



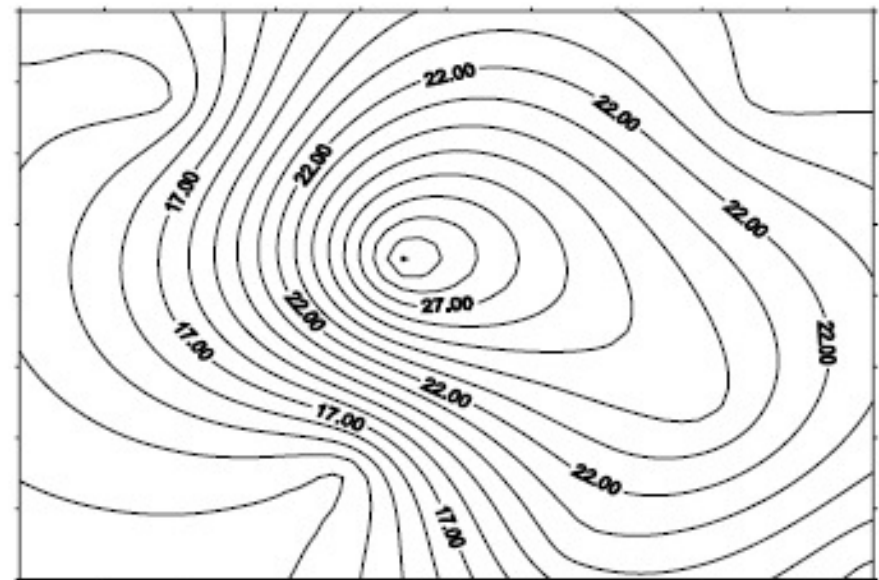
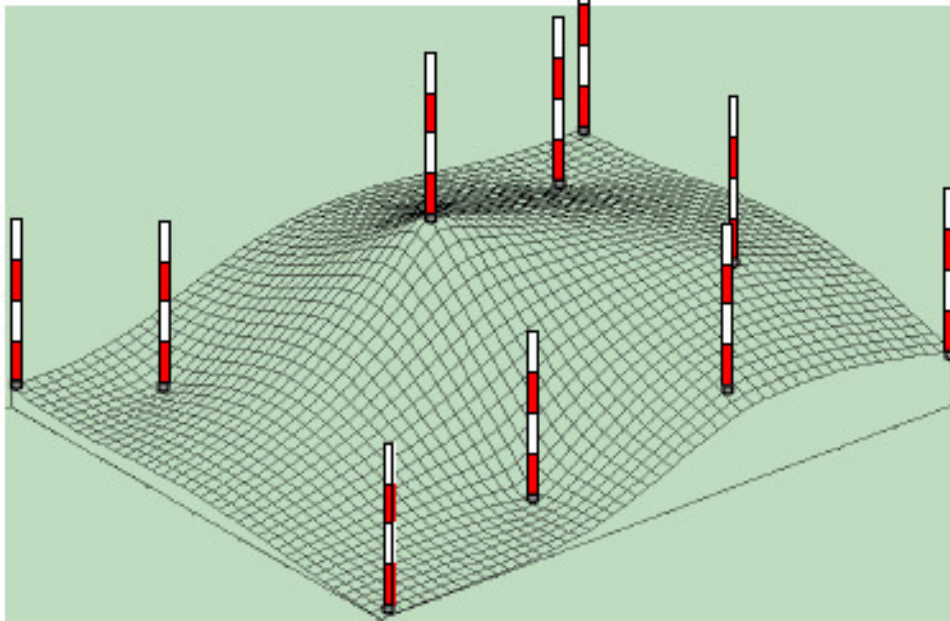
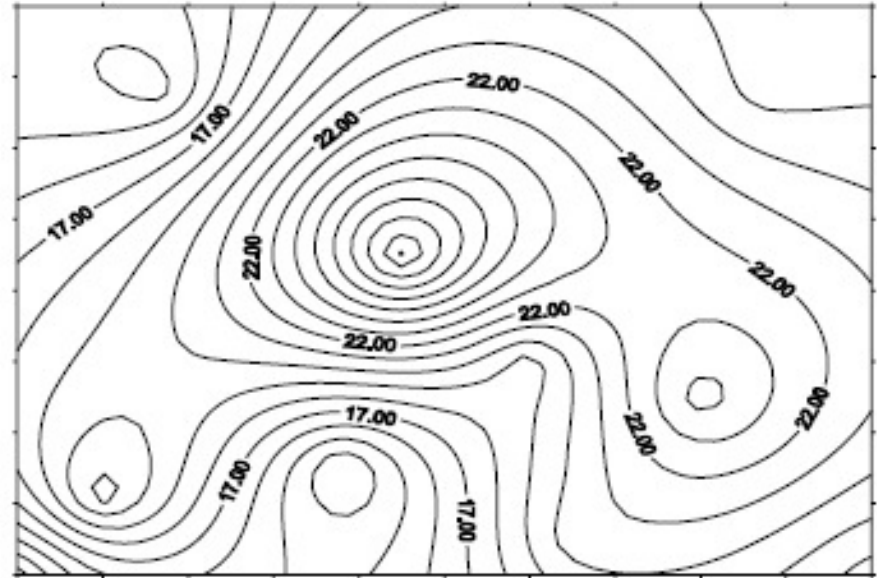
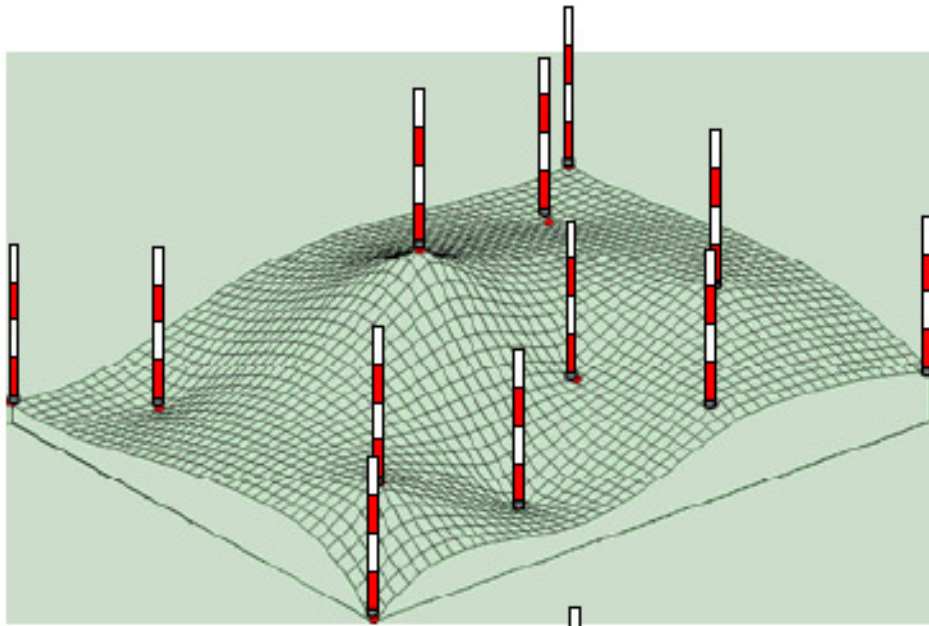
Os métodos empregados para a determinação dos desníveis são: nivelamento geométrico, trigonométrico e taqueométrico.

Nivelamento taqueométrico:

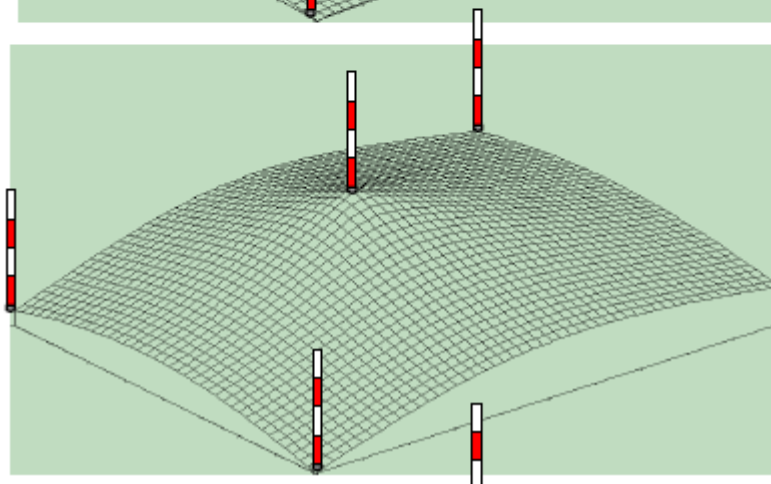
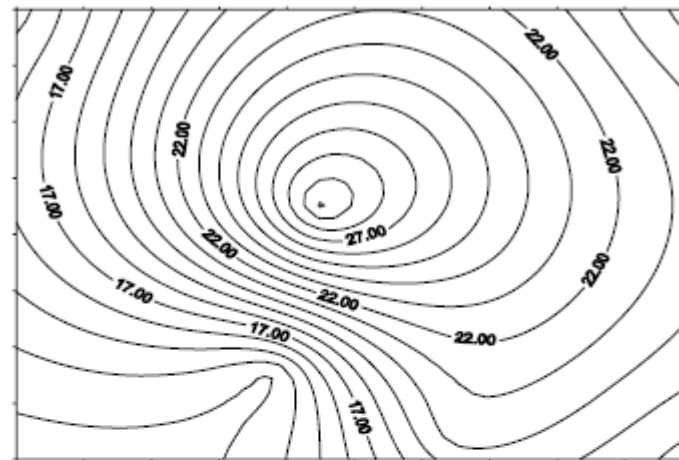
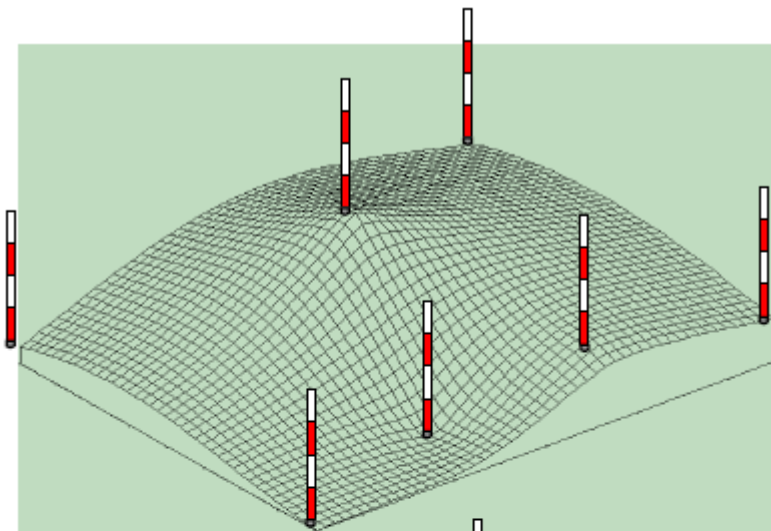
“as distâncias são obtidas taqueometricamente e a altura do sinal visado é obtida pela visada do fio médio do retículo da luneta do teodolito sobre uma mira colocada verticalmente no ponto cuja diferença de nível em relação à estação do teodolito é objeto de determinação.”

Independente do método a ser empregado em campo, durante um levantamento altimétrico destinado a obtenção de altitudes/cotas para representação do terreno, a escolha dos pontos é fundamental para a melhor representação do mesmo.

LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO ALTIMETRICO ou NIVELAMENTO

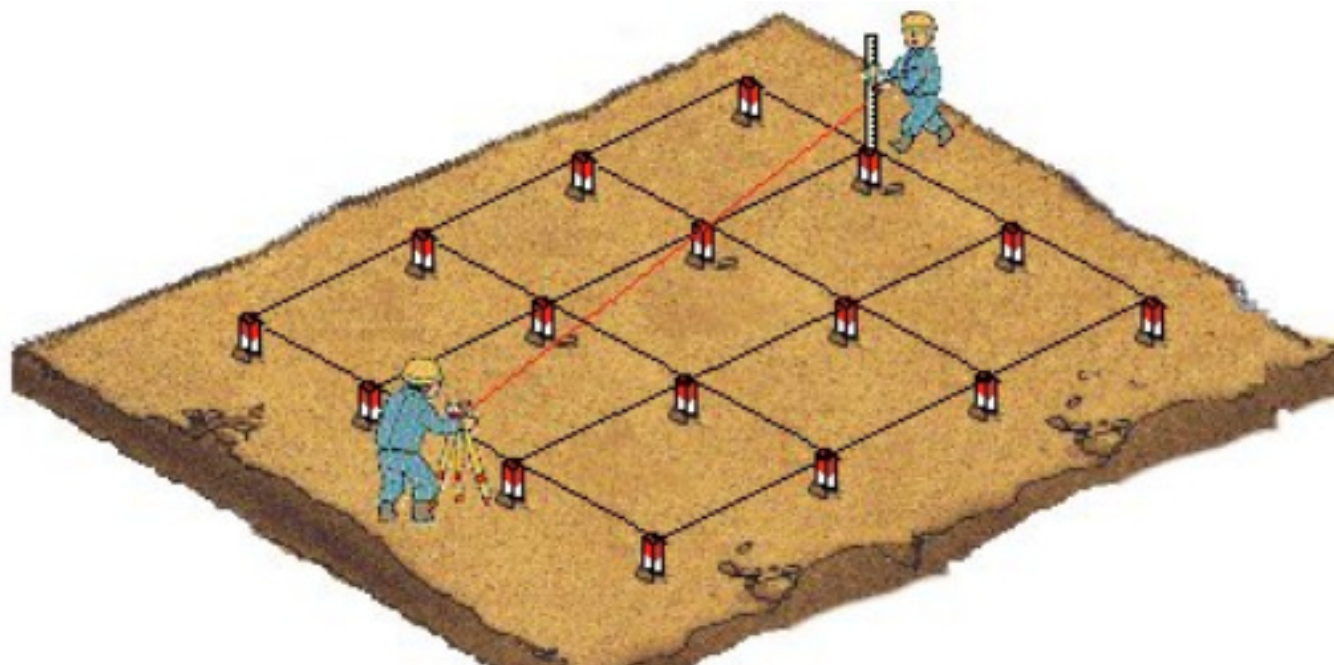


LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO ALTIMETRICO ou NIVELAMENTO



LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO ALTIMETRICO ou NIVELAMENTO

O terreno a ser nivelado é previamente preparado através de rede de pontos igualmente espaçados entre si, podendo ser de 5 em 5 m; 10 em 10 m; 20 em 20 m; dependendo da compleição de seu relevo e das distâncias horizontais, podendo inclusive esse espaçamento ser de valores diversos de um eixo em relação ao outro. O método do nivelamento irá determinar o valor da cota de cada um dos pontos dessa malha regular.



NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

Como já visto, o nivelamento geométrico visa a determinação do desnível entre dois pontos a partir da leitura em miras (*estádias ou em código de barras*) efetuadas com níveis ópticos ou digitais, para fins geodésicos ou topográficos.



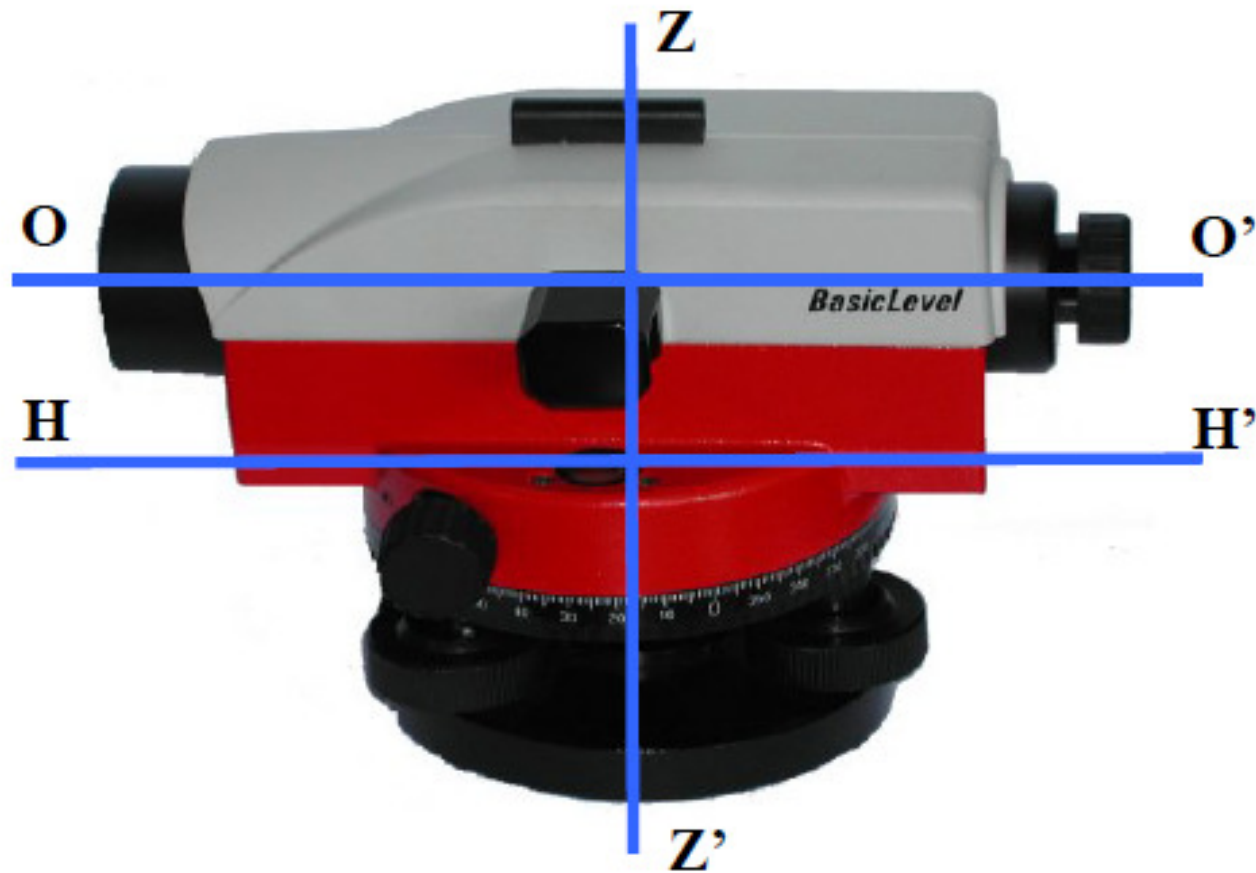
NÍVEIS

Os níveis são equipamentos que permitem definir com precisão um plano horizontal ortogonal à vertical definida pelo eixo principal do equipamento.

Suas principais partes são:

- luneta;
- nível de bolha;
- sistemas de compensação (para os níveis automáticos);
- dispositivos de calagem.

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO



São três os eixos principais de um nível:

- **ZZ'** = eixo principal ou de rotação do nível
- **OO'** = eixo óptico/ linha de visada/ eixo de colimação
- **HH'** = eixo do nível tubular ou tangente central

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO



A NBR 13133 classifica os níveis segundo o desvio-padrão de 1 km de duplo nivelamento, conforme a tabela abaixo.

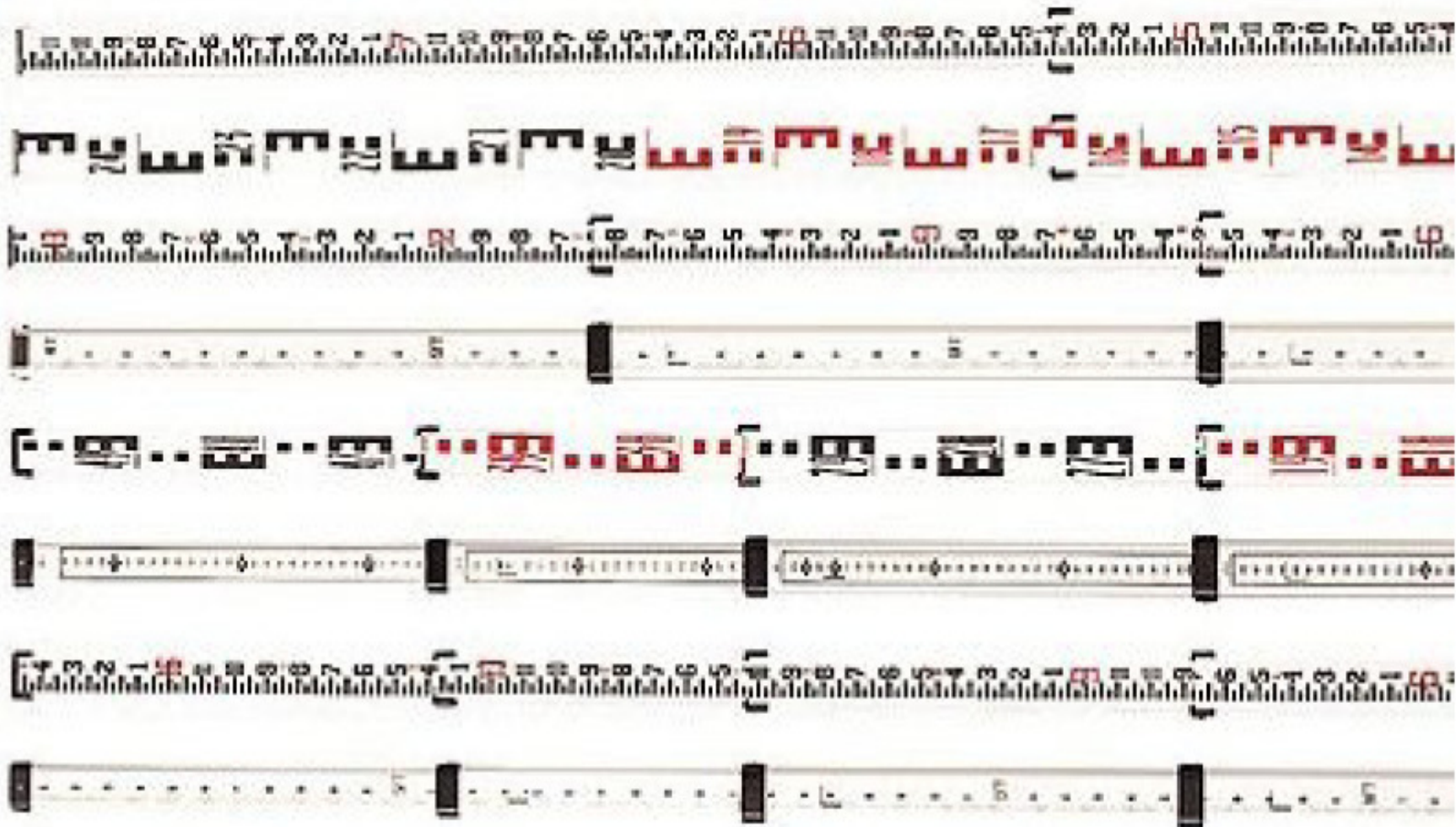
Classes de níveis	Desvio-padrão
1 – precisão baixa	$> \pm 10$ mm/km
2 – precisão média	$\leq \pm 10$ mm/km
3 – precisão alta	$\leq \pm 3$ mm/km
4 – precisão muito alta	$\leq \pm 1$ mm/km

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO



MIRAS

Existem no mercado diversos modelos de miras, as mais comuns são fabricadas em madeira, alumínio ou *fiberglass*. Estas podem ser dobráveis ou retráteis.



NIVELAMENTO GEOMÉTRICO



MIRAS

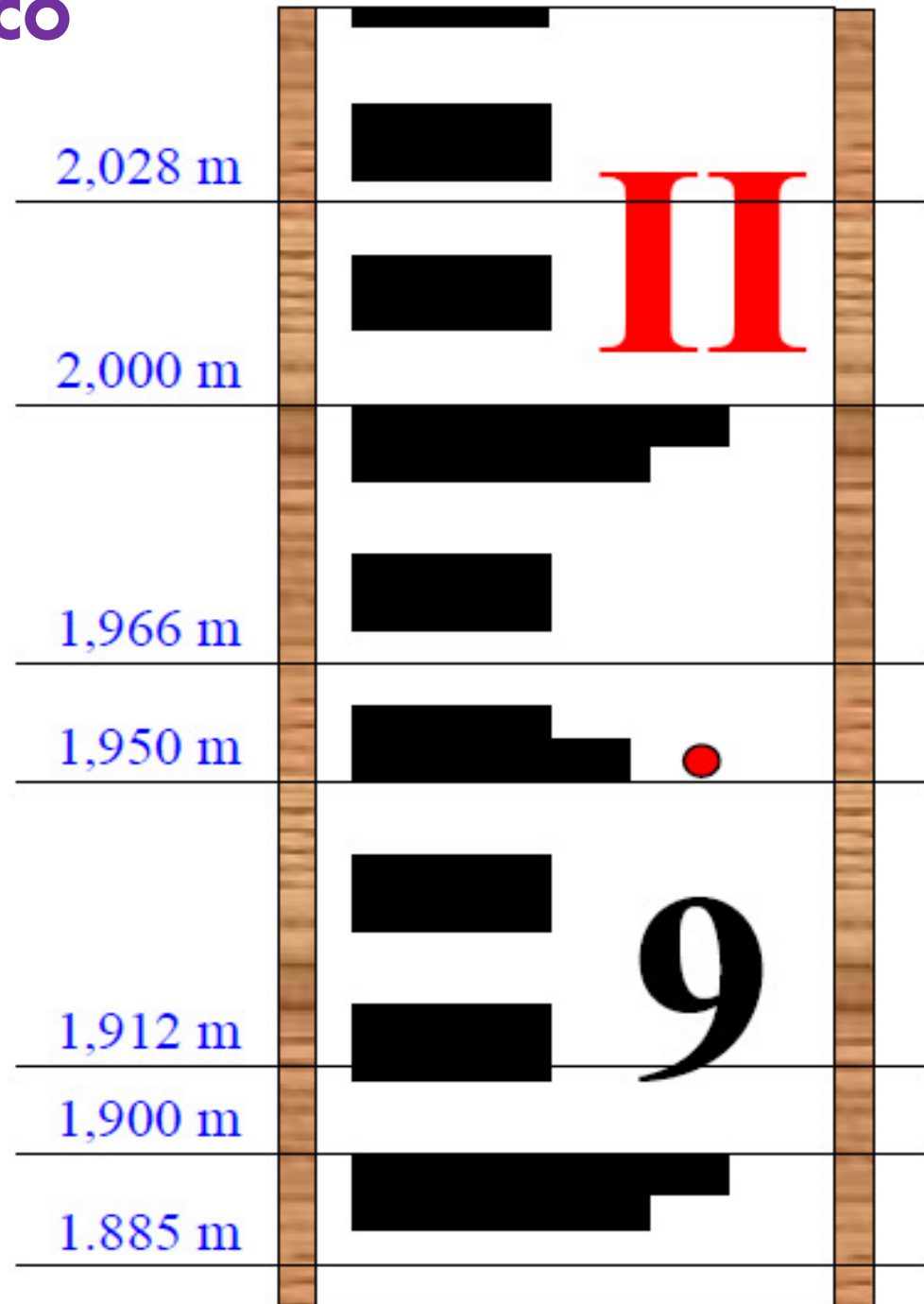
Durante a leitura em uma mira convencional devem ser lidos quatro algarismos, que corresponderão aos valores do metro, decímetro, centímetro e milímetro, sendo que este último é obtido por uma estimativa e os demais por leitura direta dos valores indicados na mira.

A leitura do valor do metro é obtida através dos algarismos em romano (I, II, III) e/ou da observação de símbolos.

●	1 metro
● ●	2
● ● ●	3

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

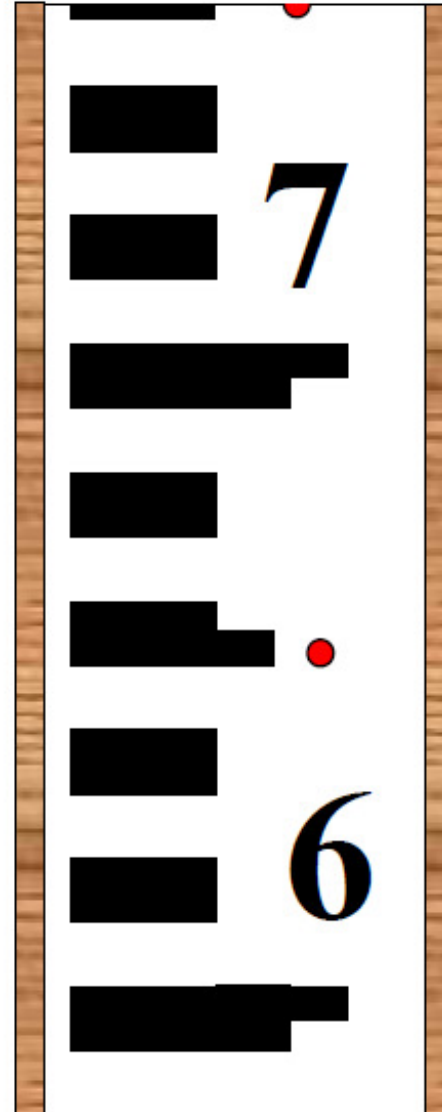
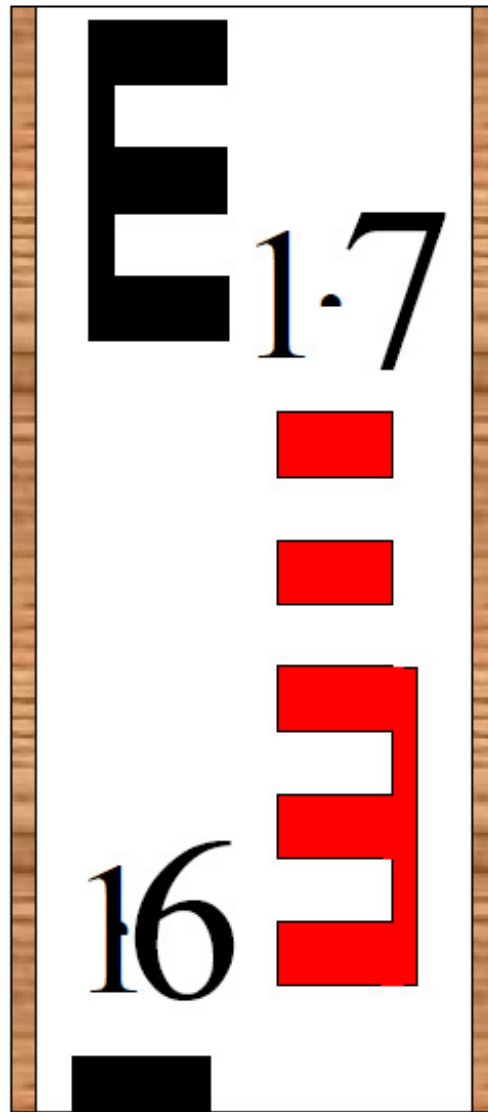
LEITURA NAS MIRAS



NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

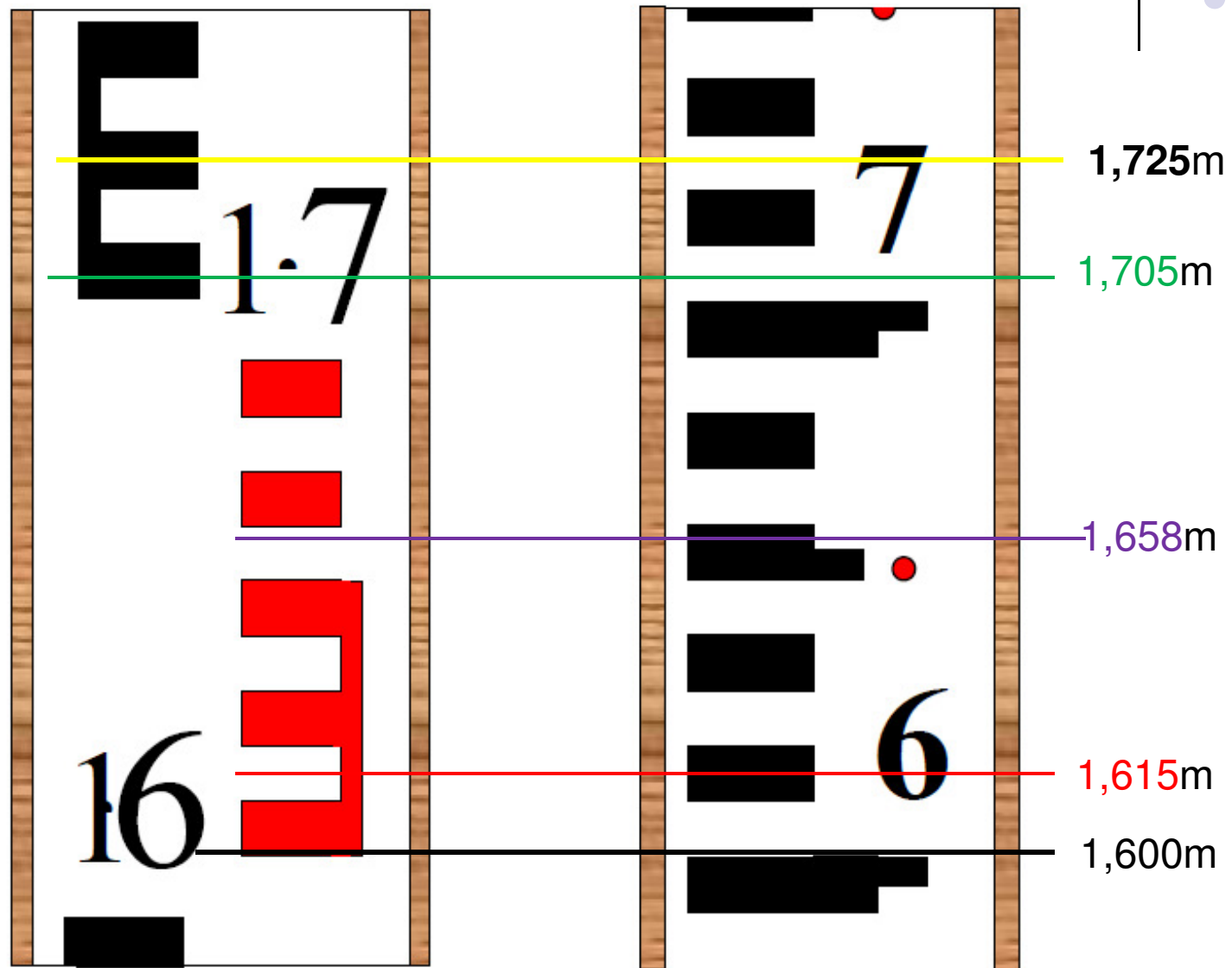
EXERCÍCIO: Indicar nas miras abaixo, as leituras:

1,615m 1,705m 1,658m 1,600m 1,725m



NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

RESPOSTA: 1,615m 1,705m 1,658m 1,600m 1,725m

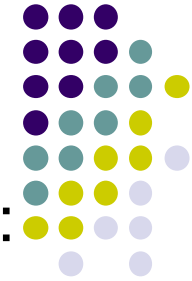


NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

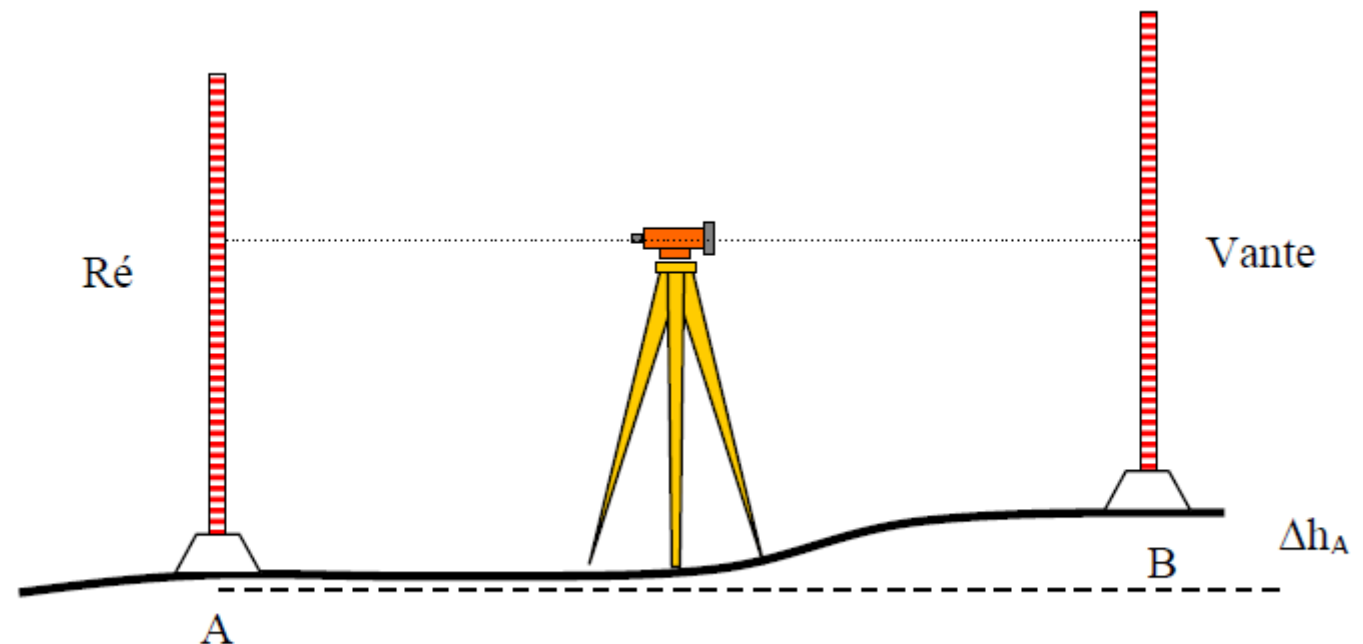
MÉTODOS DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO.

O nivelamento geométrico é dividido em quatro métodos:

- visadas iguais
- visadas extremas
- visadas recíprocas
- visadas eqüidistantes



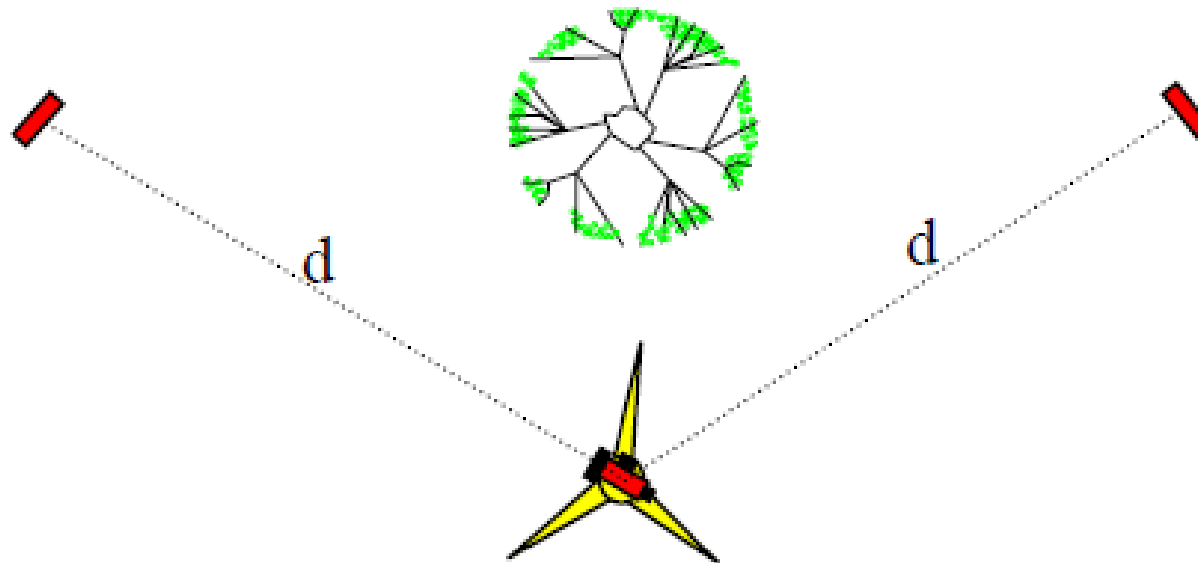
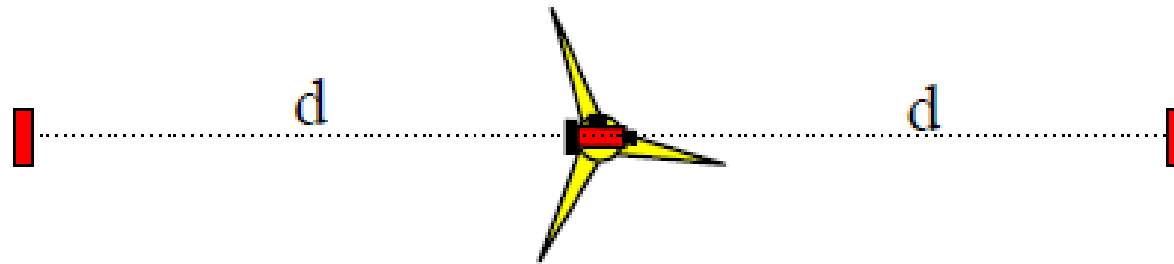
VISADAS IGUAIS



$$\Delta H_{AB} = \text{Leitura de ré} - \text{Leitura de vante}$$

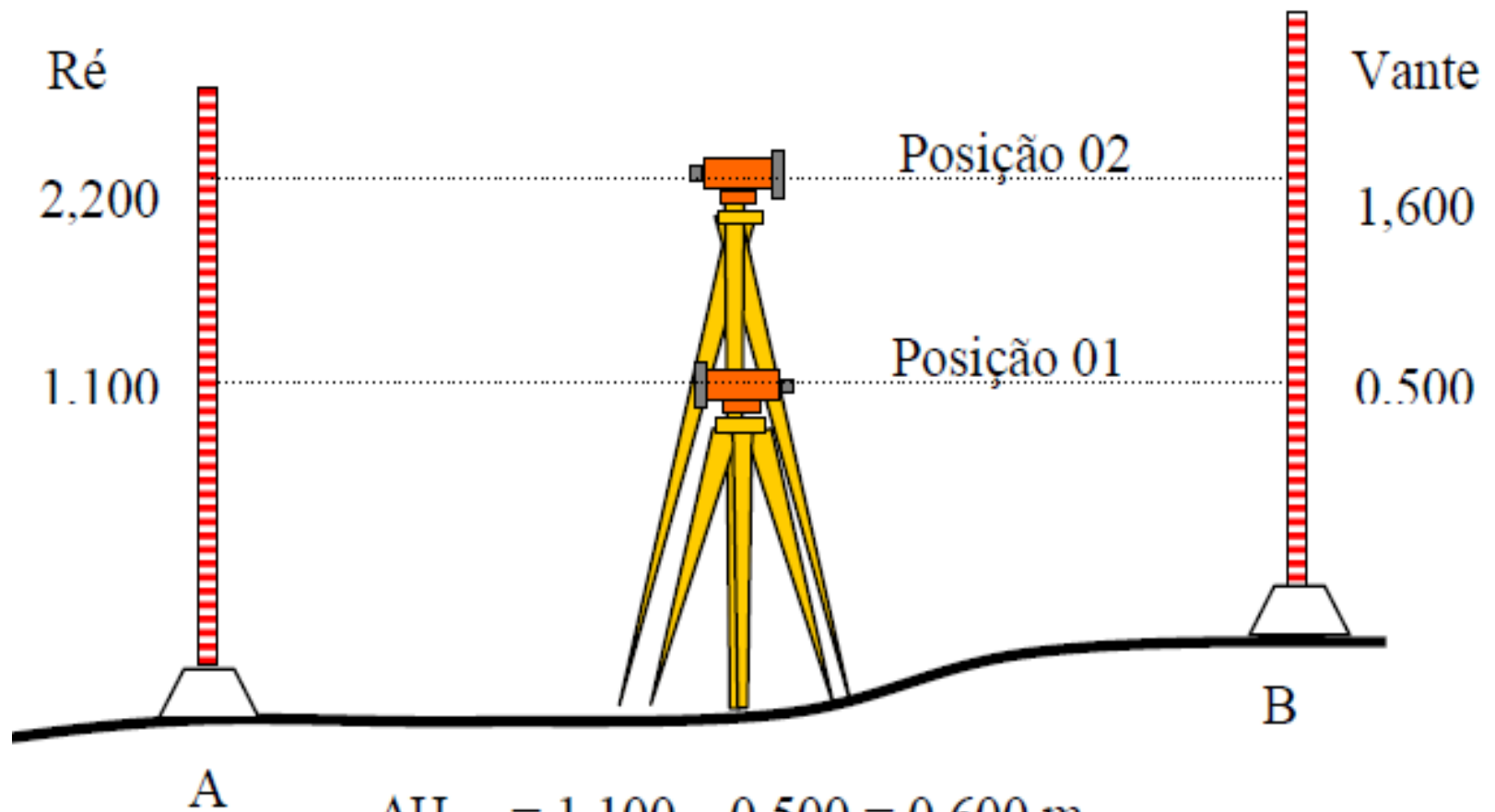
Nivelamento Geométrico – método das visadas iguais

A necessidade do nível estar a igual distância entre as miras não implica necessariamente que o mesmo deva estar alinhado entre elas.



Nivelamento Geométrico – método das visadas iguais

Neste procedimento o desnível independe da altura do nível, ao mudar a altura do nível as leituras também se modificam, porém, o desnível calculado permanece o mesmo.



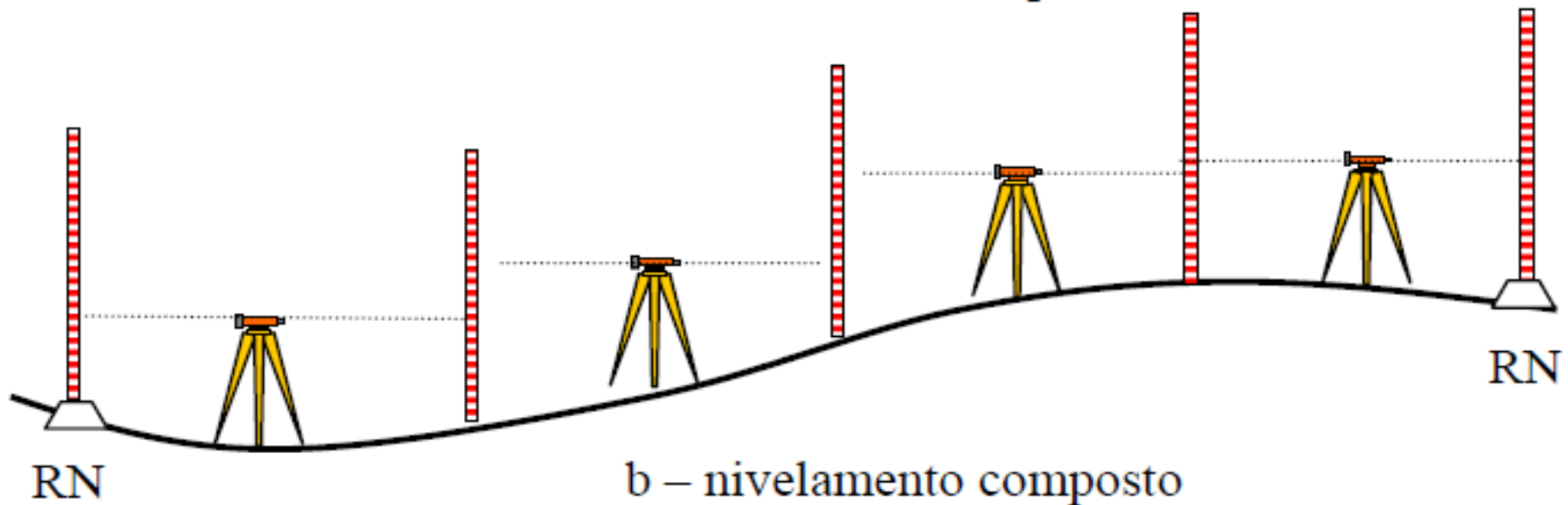
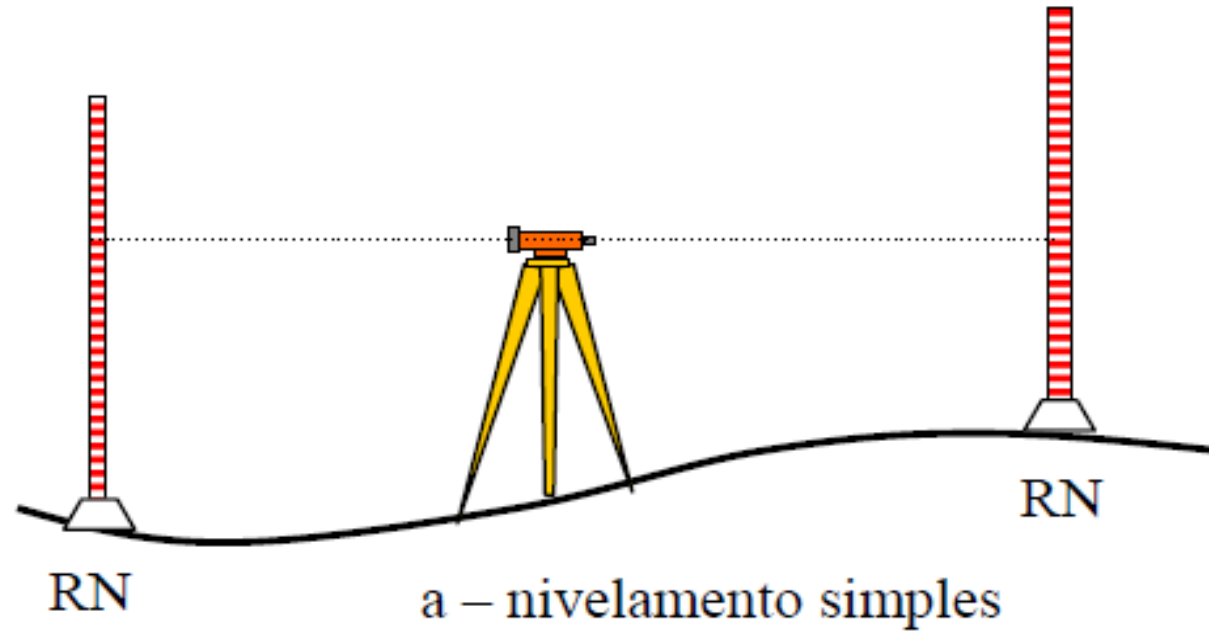
$$\Delta H_{AB} = 1,100 - 0,500 = 0,600 \text{ m}$$

$$\Delta H_{AB} = 2,200 - 1,600 = 0,600 \text{ m}$$

Nivelamento Geométrico – método das visadas iguais



Nivelamento simples e composto.



Nivelamento Geométrico – método das visadas iguais



PROCEDIMENTO DE CAMPO

Posicionar as miras sobre os pontos, mantendo-as na vertical com auxílio dos níveis de cantoneira. As leituras são feitas com o fio nivelador (*fio médio*) e com os fios estadiométricos (*fios superior e inferior*). A média das leituras dos fios superior e inferior deve ser igual à leitura do fio médio, com um **desvio tolerável de 0,002m**.

O nivelamento geométrico por visadas iguais pressupõe as miras posicionadas a igual distância do nível, aceitando-se uma diferença de até 2m.

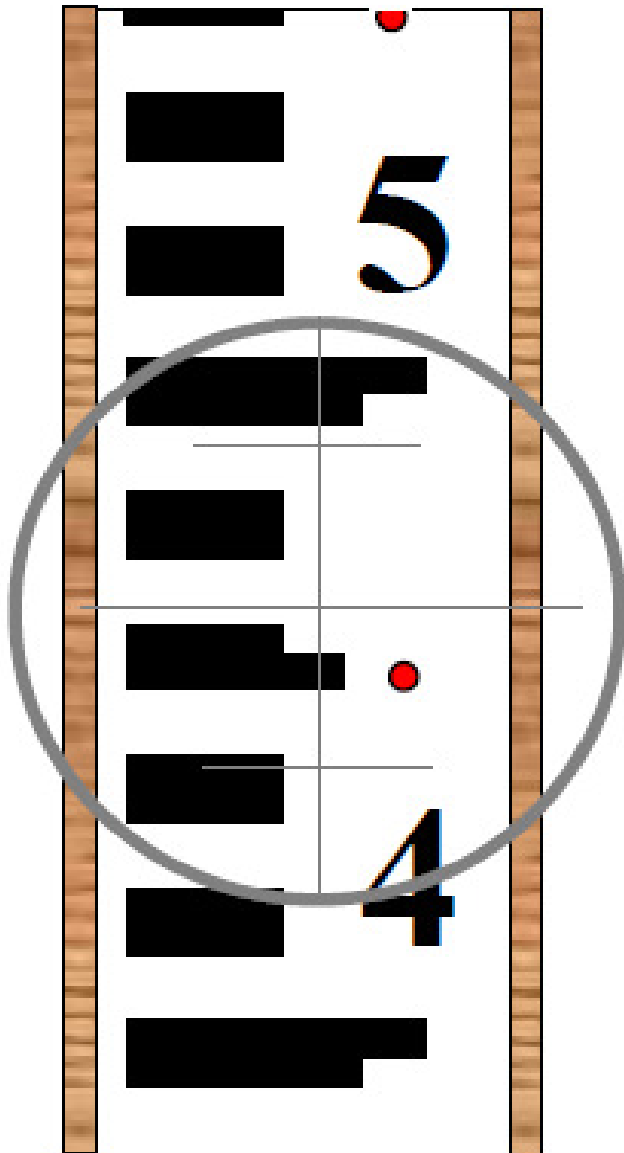
A distância do nível à mira é calculada por: **C.S**

Onde: S é a diferença entre o fio superior e fio inferior;
C é a constante estadiométrica do equipamento, em geral, igual a 100

Nivelamento Geométrico – método das visadas iguais



EXEMPLO:



Fio Superior	1,488 m
Fio Inferior	1,438 m
Fio Médio	1,462 m
Distância	$(1,488 - 1,438) \cdot 100 = 5\text{m}$

Nivelamento Geométrico – método das visadas iguais



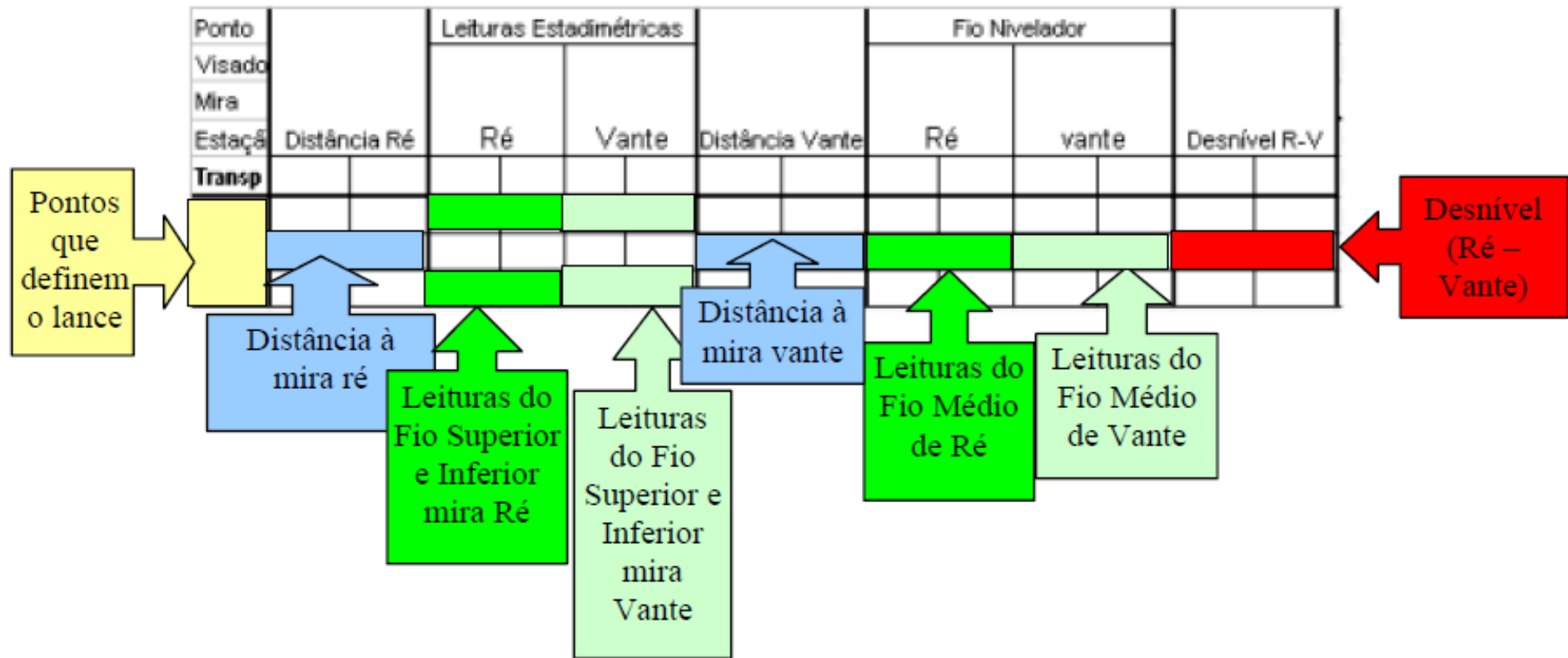
Modelo de caderneta de campo:

Ponto Visado	Leituras Estadimétricas				Fio Nivelador			Linha RN	a RN	IDA VOLTA	Nível Miras
	Distância Ré	Ré	Vante	Distância Vante	Ré	vante	Desnivel R-V				
Estação								Operador		Data	
Transp								Registrador		Hora início	
								Porta Mira()		Hora término	
								Porta Mira()		Tempo	
								Observações			
								Descrição da RN nº			
								Fotografia nº			
								Perturada por		Escala	em
								Croquis			
		A transportar									
	R =		(Δ H) =			(Δ H) =		Ida Δ H =		Δ H=	
								Volta Δ H =			
								V-I = -			
Calculador:						Δ H =					

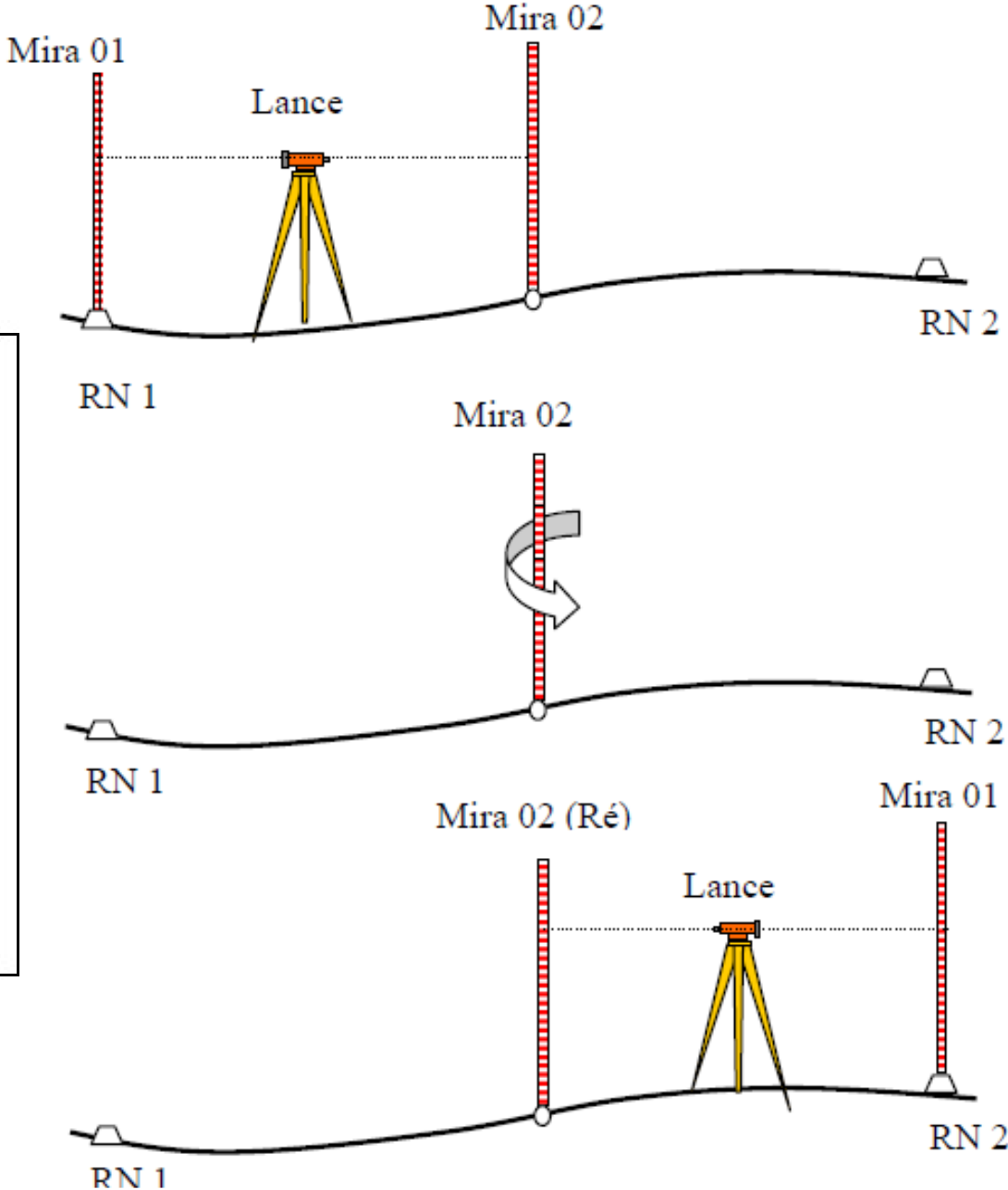
Nivelamento Geométrico – método das visadas iguais



Modelo de preenchimento de caderneta de campo:

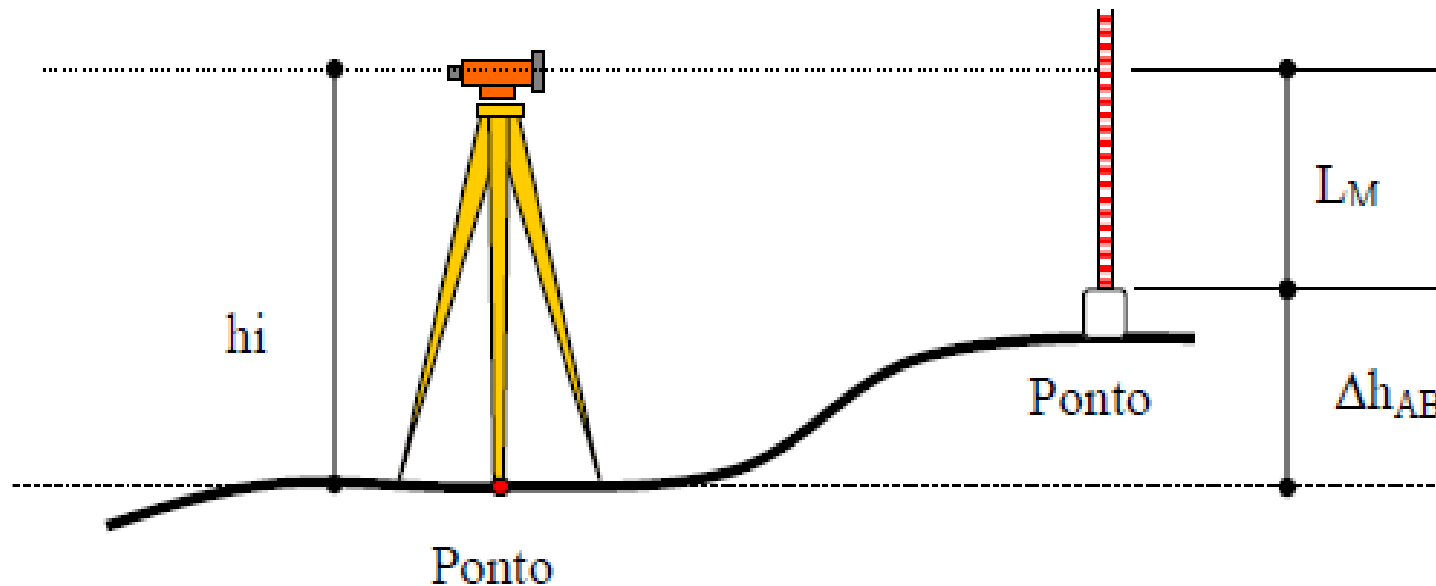


Nivelamento Geométrico – composto



MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS

Determina-se o desnível entre a posição do nível e da mira através da altura do nível e da leitura efetuada sobre a mira. É um método bastante aplicado na área da construção civil.



$$\begin{aligned} h_i &= L_M + \Delta h_{AB} \\ \Delta h_{AB} &= h_i - L_M \\ H_B &= H_A + \Delta h_{AB} \end{aligned}$$

hi: altura do instrumento;

LM: Leitura do fio nivelador (*fio médio*);

Δh_{AB} = desnível entre os pontos A e B.

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS

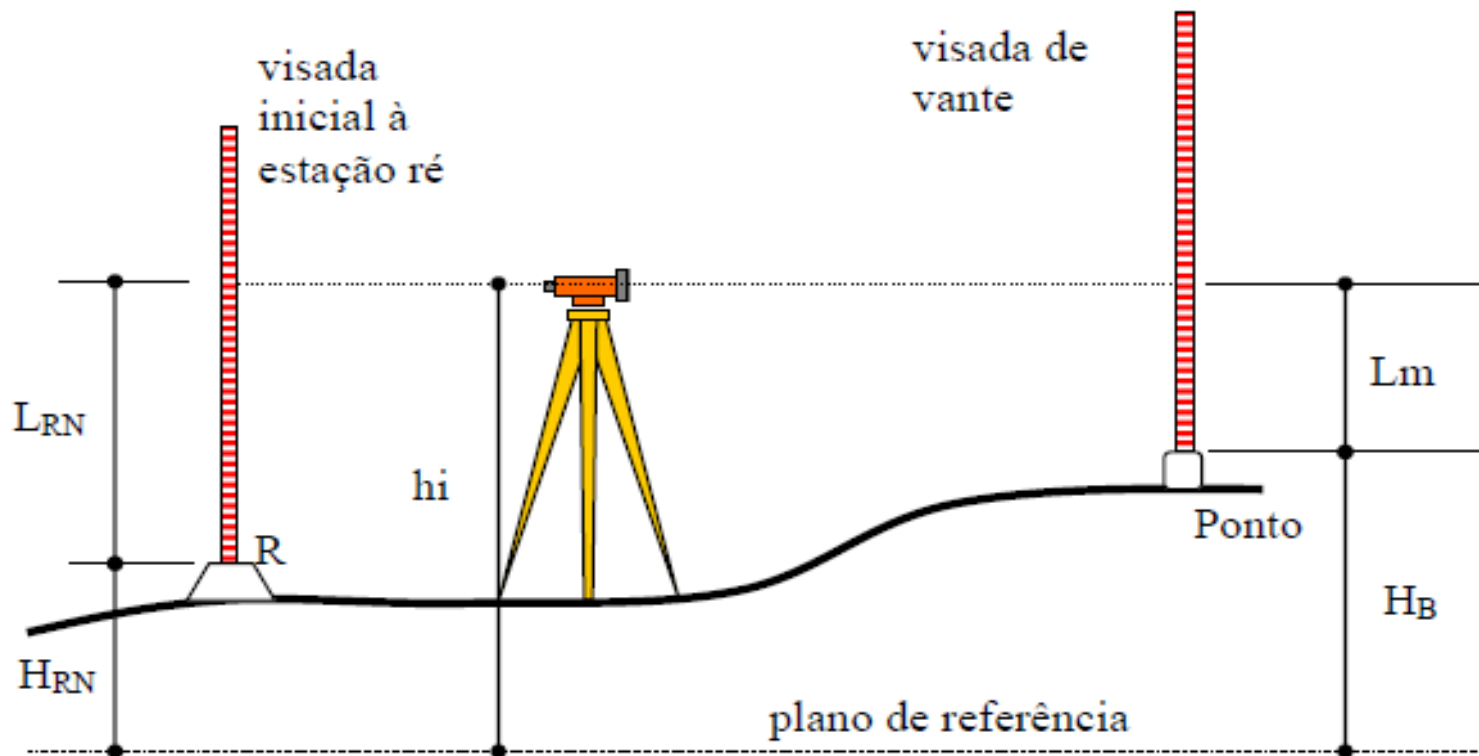


Este método apresenta grande rendimento, pois se instala o nível em uma única posição e faz-se a varredura dos pontos que se deseja determinar as cotas.

Porém, tem o inconveniente de não eliminar os erros de curvatura, refração e colimação, além da necessidade de se medir a altura do instrumento, podendo introduzir um erro na ordem de 0,5 cm ou mais.

Para evitar esse erro, realiza-se uma visada inicial para um ponto à ré, com cota conhecida, determinando a altura do instrumento no referencial altimétrico a ser utilizado.

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS



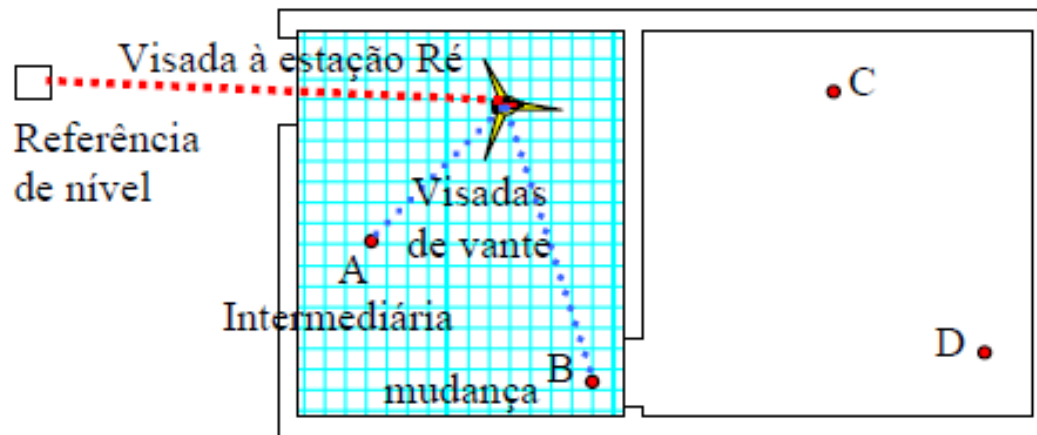
$$\begin{aligned}h_i &= H_{RN} + L_{RN} \\H_B &= h_i - L_m \\H_B &= H_{RN} + L_{RN} - L_m\end{aligned}$$

h_i : altura do instrumento; **L_m** : Leitura do fio nivelador (*fio médio*);
 L_{RN} : Leitura na mira posicionada sobre a RN (*ponto à ré*);
 H_{RN} : altitude da RN (*ponto à ré*); **H_B** : altitude do ponto B;
 Δh_{RB} = desnível entre os pontos RB ou seja, **$\Delta h_{RB} = L_{RN} - L_m$** .

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = exemplo



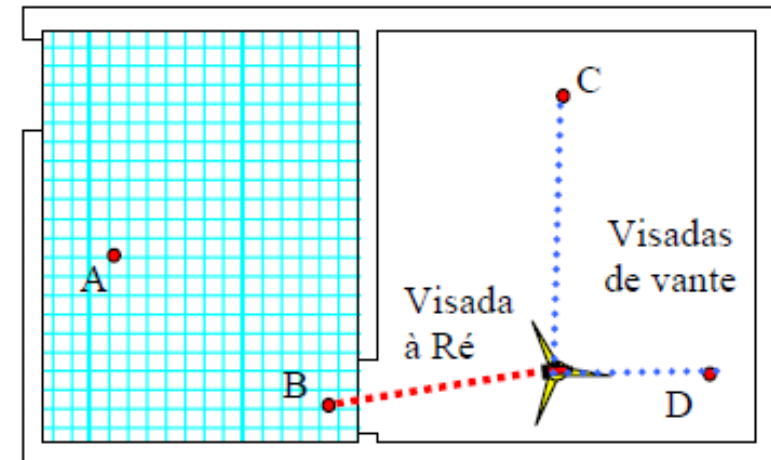
Determinar as cotas dos pontos A, B, C e D, localizados dentro de uma edificação, em relação a uma RN dada.



Com o nível estacionado numa posição qq, mira-se à ré (RN) p/ achar a altura do instrumento e depois a leitura da mira nos pontos A e B (à vante).

De novo, estaciona-se o nível numa posição qq, mira-se à ré (agora em B) p/ achar a altura do instrumento e depois a leitura da mira nos pontos C e D (à vante).

□
Referência de nível



MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = exemplo

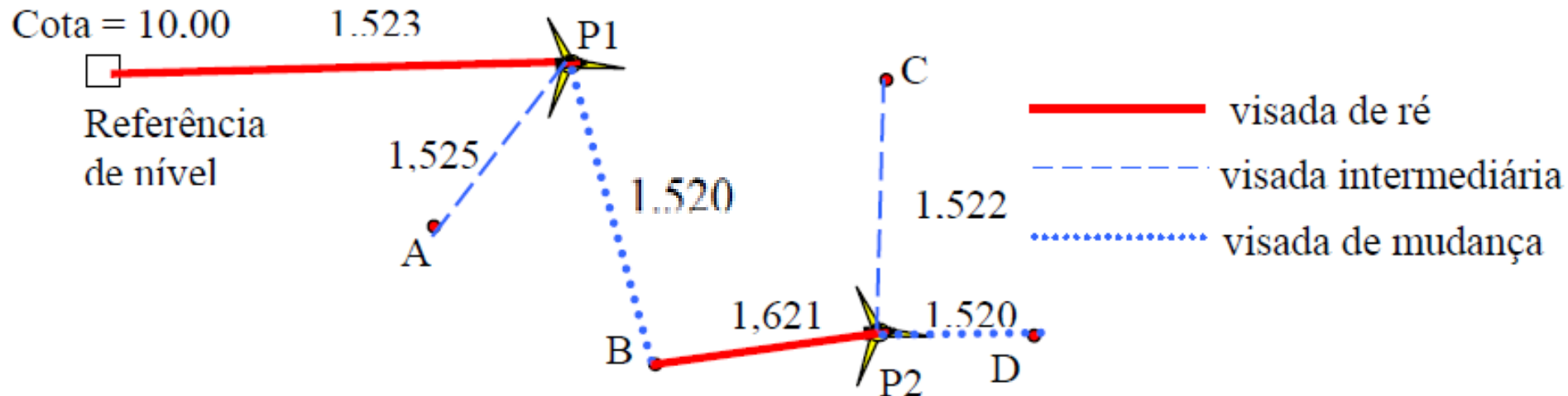


$$Hi = \text{Altitude Ré} + Lr \quad \text{Visada vante}$$

Ponto	Ré	Hi	inter	muda	Cota
RN	1,523				10,000
A			1,525		
B				1,520	
B	1,621				
C			1,522		
D				1,520	

Altitude RN = 10,000 metros

Cota = Altitude Ré + (Lré - Lvante)



MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = exemplo

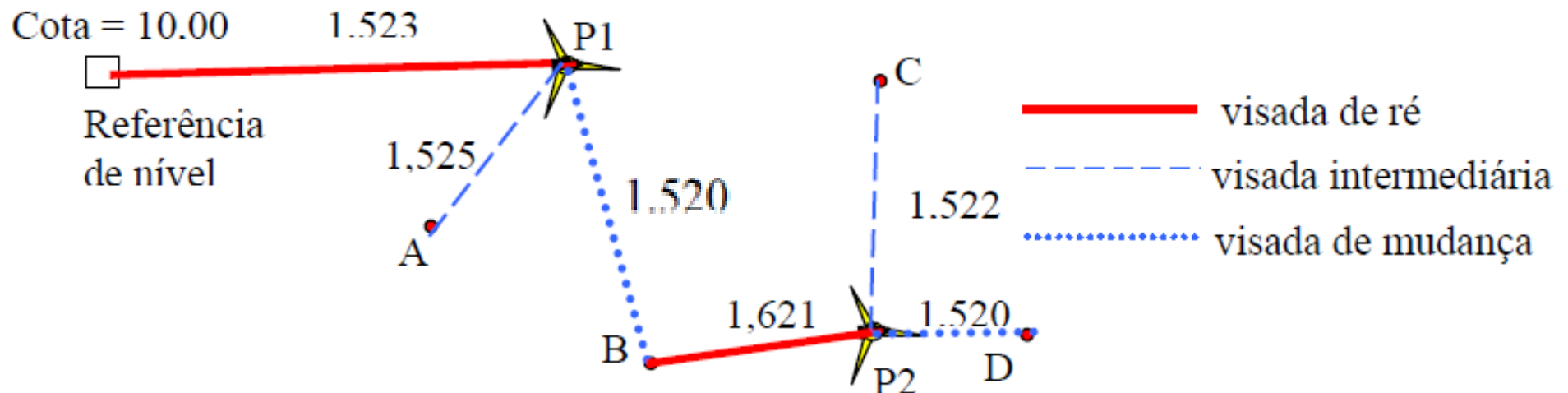


$H_i = \text{Altitude Ré} + L_{ré}$ **Visada vante**

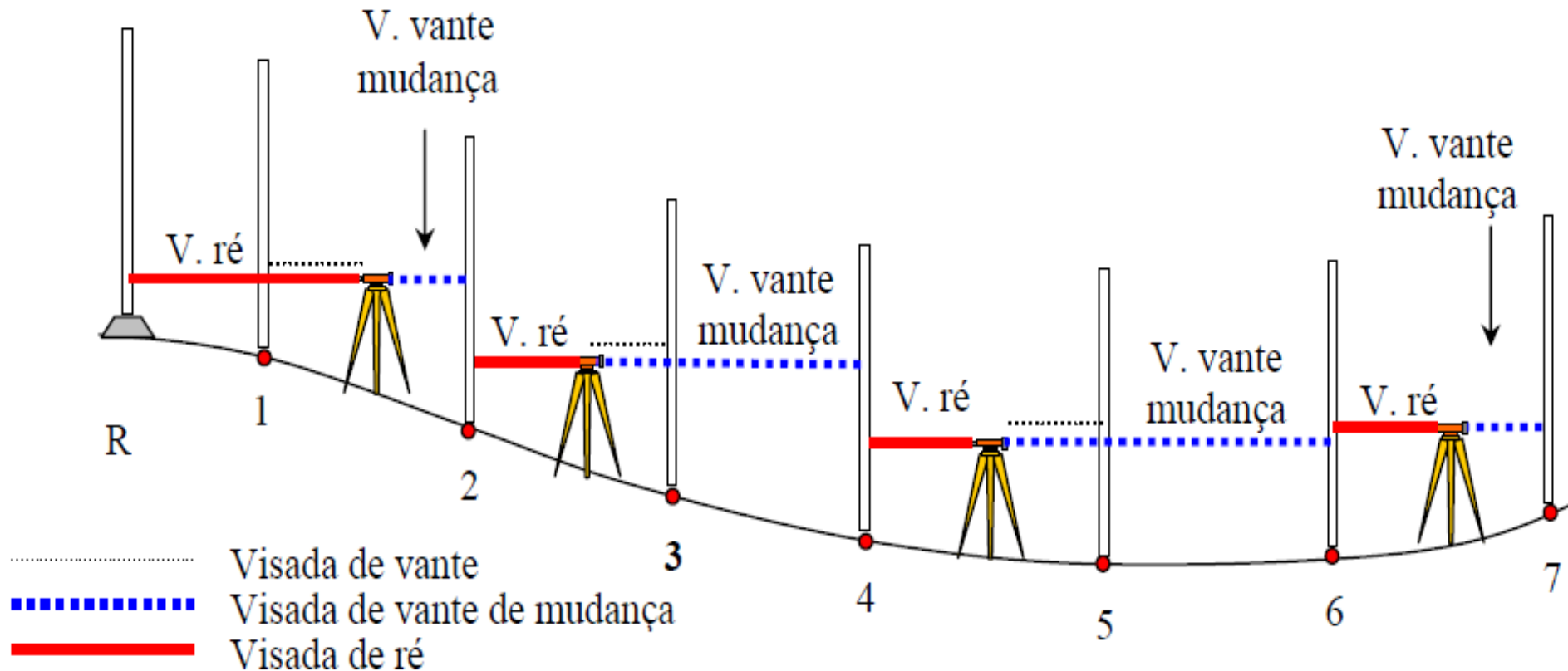
Ponto	Ré	Hi	inter muda		Cota
RN	1,523	11,523			10,000
A		11,523	1,525		9,998
B		11,523		1,520	10,003
B	1,621	11,624			10,003
C		11,624	1,522		10,102
D		11,624		1,520	10,104

Altitude RN = 10,000 metros

Cota = Altitude Ré + (L_{ré} - L_{vante})



MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = exemplo

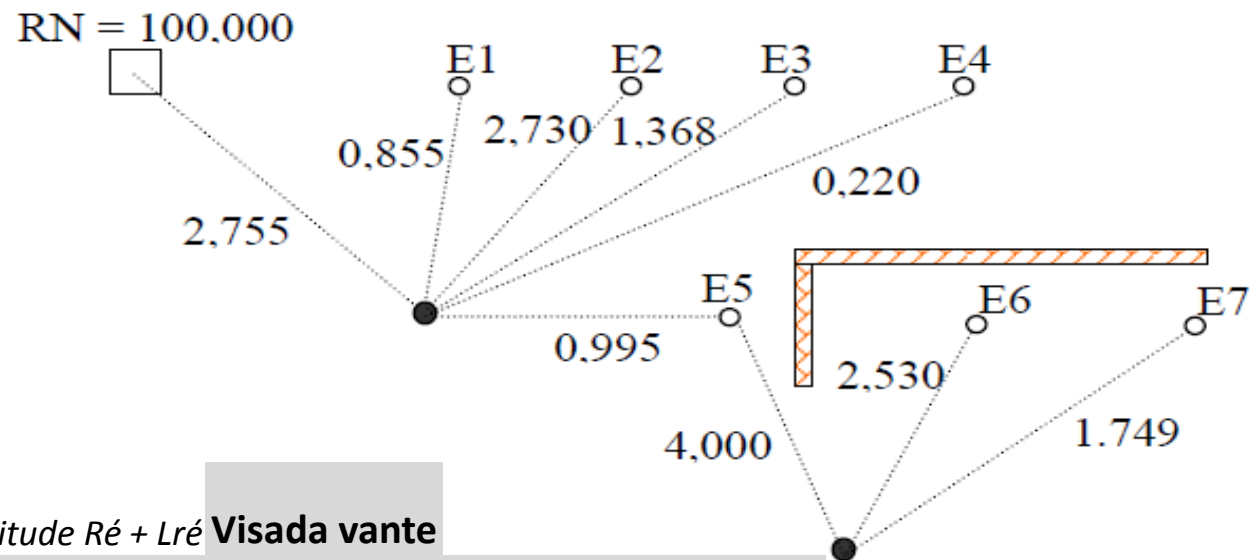


Pela figura pode-se deduzir que:

$$\Delta H_{RN7} = \Sigma R\acute{e} - \Sigma V\text{ante Mudan\c{c}a}$$

$$H_7 = H_{RN} + \Sigma R\acute{e} - \Sigma V\text{ante Mudan\c{c}a}$$

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = exercício



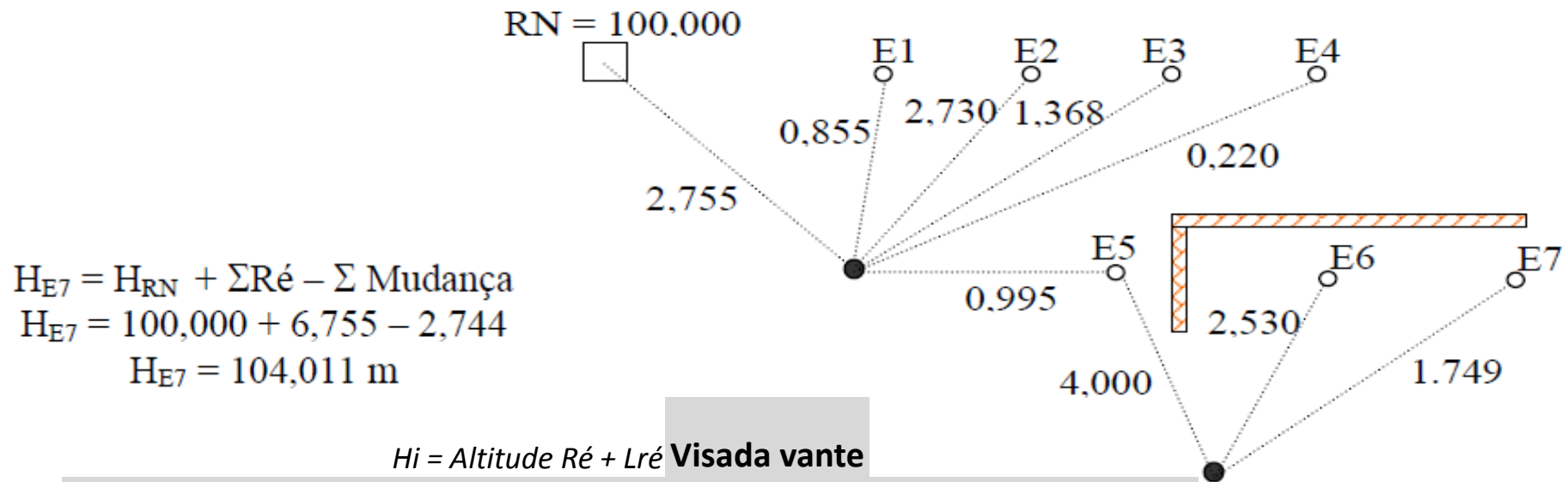
$$H_i = \text{Altitude Ré} + L_{ré} \quad \text{Visada vante}$$

Ponto	Ré	Hi	inter	muda	Cota
RN	2,755				100,000
E1			0,855		
E2			2,730		
E3			1,368		
E4			0,22		
E5				0,995	
E5	4,000				
E6			2,530		
E7				1,749	
Soma Ré =			Muda		

Altitude RN 100,000 metros

$$\text{Cota} = \text{Altitude Ré} + (L_{ré} - L_{vante})$$

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = exercício



Ponto	Ré	Hi	inter	muda	Cota
RN	2,755	102,755			100,000
E1		102,755	0,855		101,900
E2		102,755	2,730		100,025
E3		102,755	1,368		101,387
E4		102,755	0,22		102,535
E5		102,755		0,995	101,760
E5	4,000	105,760			101,760
E6		105,760	2,530		103,230
E7		105,760		1,749	104,011
Soma Ré =	6,755		Muda	2,744	

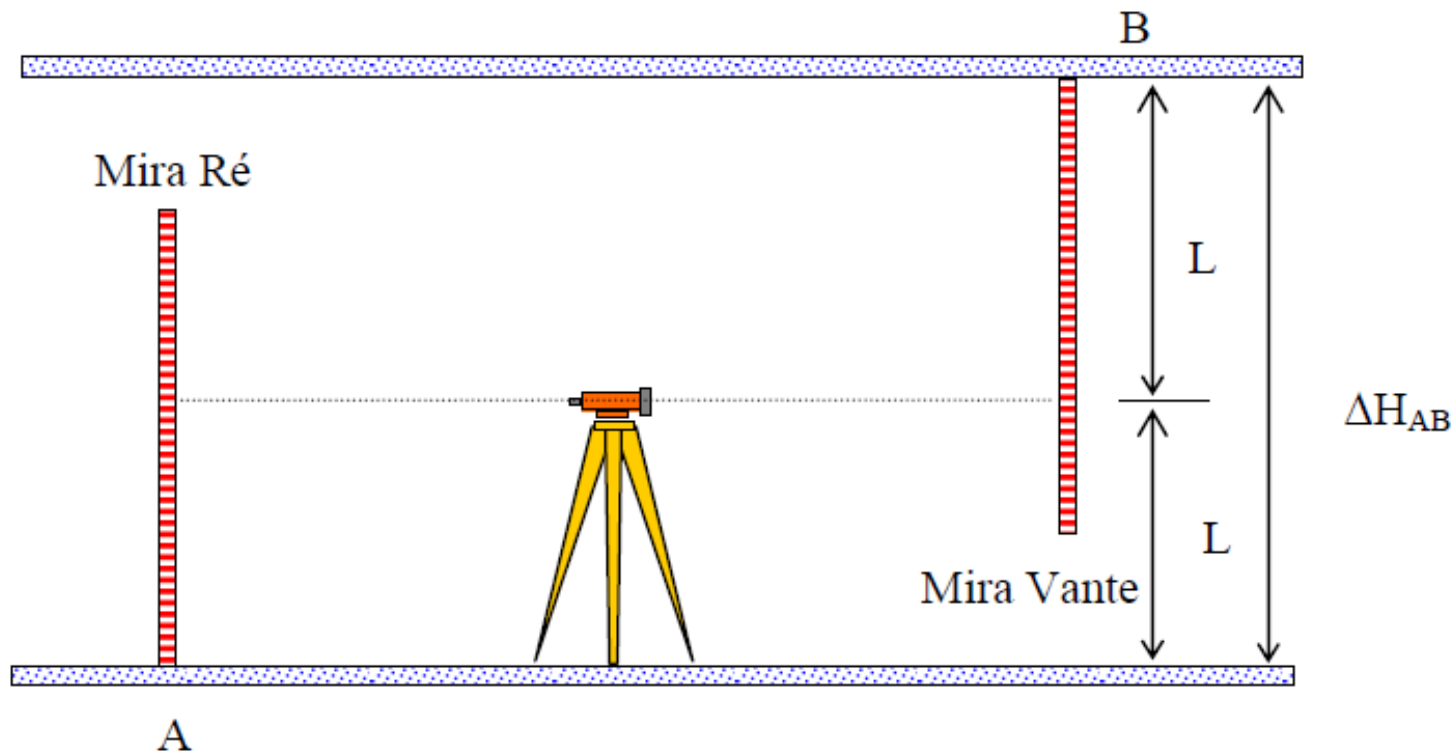
Altitude RN 100,000 metros

$Cota = \text{Altitude Ré} + (L_{\acute{r}\acute{e}} - L_{\text{vante}})$

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = exemplo

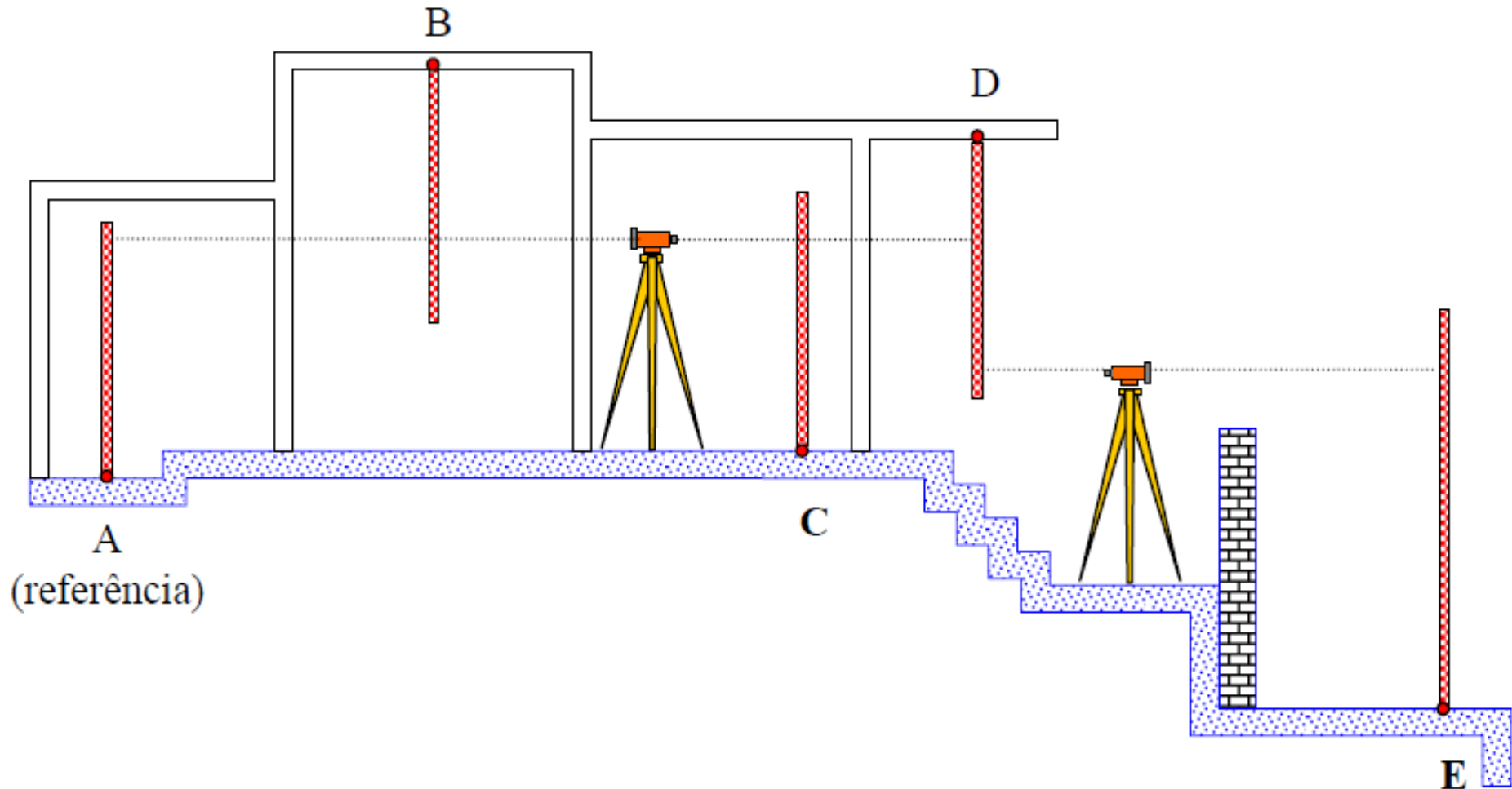
Em alguns casos é preciso determinar a cota de pontos localizados na parte superior de uma estrutura. Nesses casos a única diferença é que a leitura efetuada com a mira deve ser considerada negativa. No caso, a mira ré = 1,5m e da mira vante = 1,7m, com sinal negativo. O desnível é calculado pela diferença entre a leitura de ré e vante, ou seja:

$$\text{Desnível} = 1,5 - (-1,7) = 3,2 \text{ m}$$

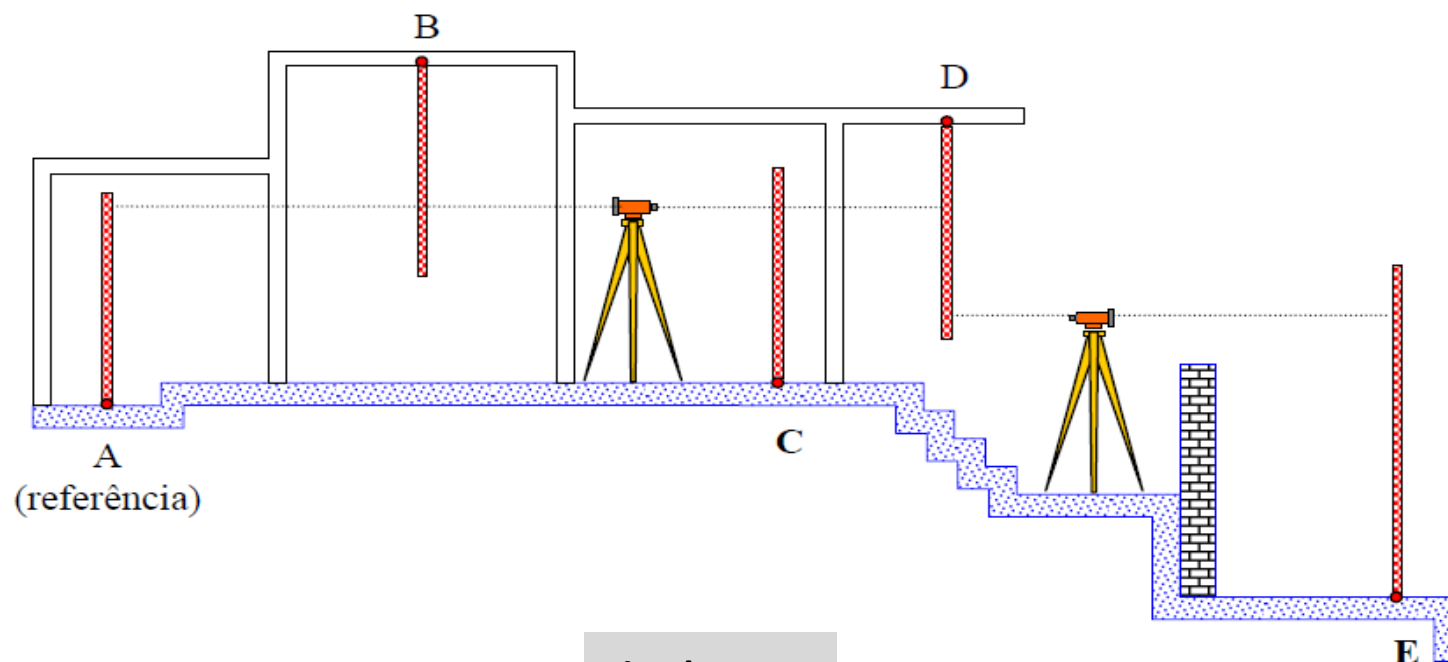


MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = exercício

Calcular as cotas B, C, D e E utilizando nivelamento geométrico por visadas extremas. Em B e D a mira foi posicionada no teto da edificação (mira invertida). A cota de A é 100,00 m.



MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = exercício



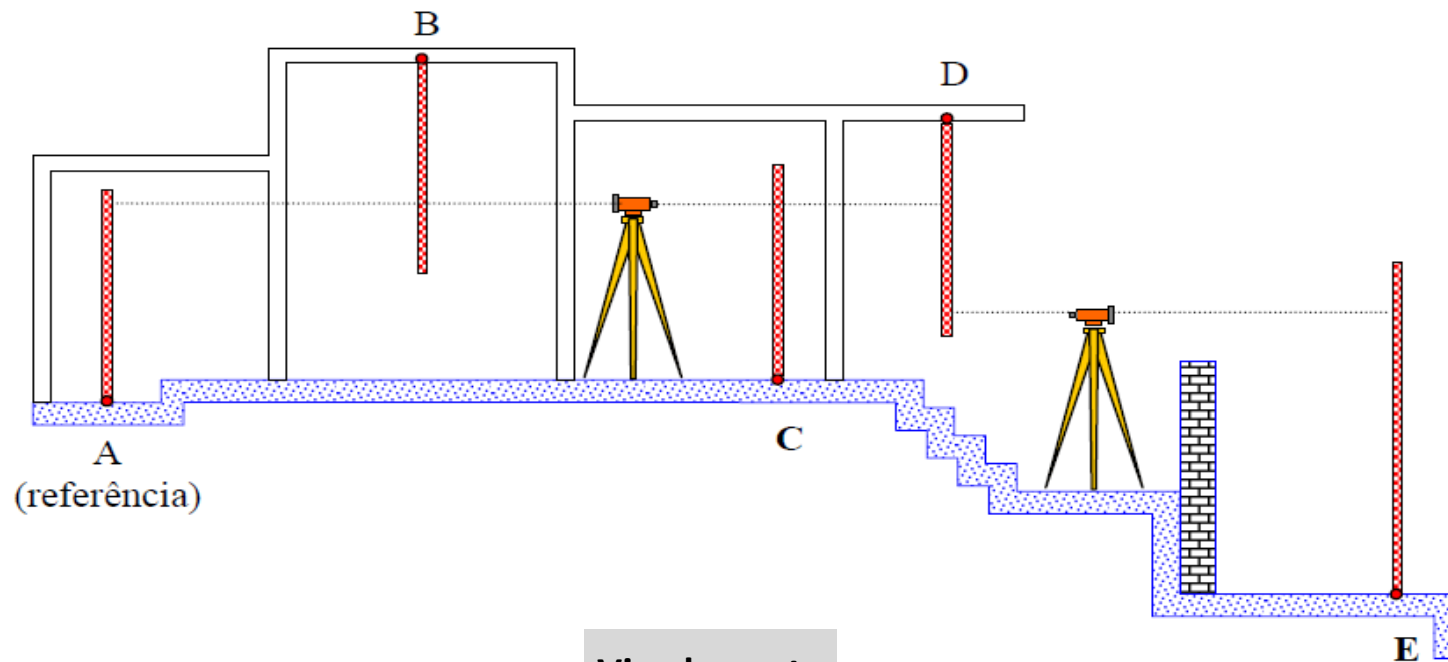
$$Hi = \text{Altitude Ré} + \text{Lré} \quad \text{Visada vante}$$

Ponto	Ré	Hi	inter muda	Cota
A	1,687			100,000
B			-2,436	
C			1,357	
D			-1,566	
D	-3,587			
E			3,698	

Altitude RN 100,000 metros

Cota = Altitude Ré + (Lré - Lvante)

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = Solução



$H_i = \text{Altitude Ré} + \text{Lré}$ **Visada vante**

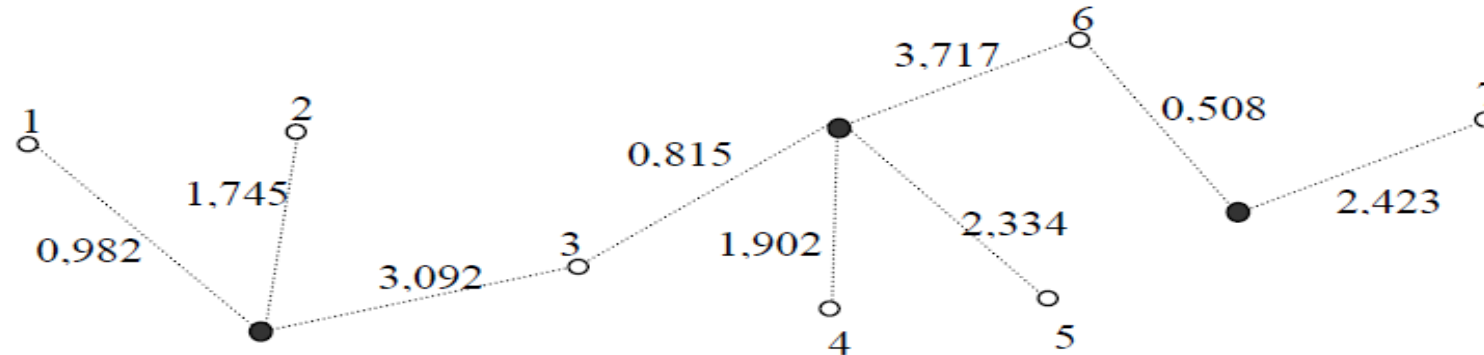
Ponto	Ré	Hi	inter muda	Cota
A	1,687	101,687		100,000
B		101,687	-2,436	104,123
C		101,687	1,357	100,330
D		101,687	-1,566	103,253
D	-3,587	99,666		103,253
E		99,666	3,698	95,968

Altitude RN 100,000 metros

$Cota = \text{Altitude Ré} + (Lré - Lvante)$

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = Exercício

Sabendo-se que o ponto 1 tem altitude igual a 974,150 m, calcular a altitude dos demais pontos. [As leituras estão em metros (m)].



$$H_i = \text{Altitude Ré} + L_{\text{ré}}$$

Visada vante

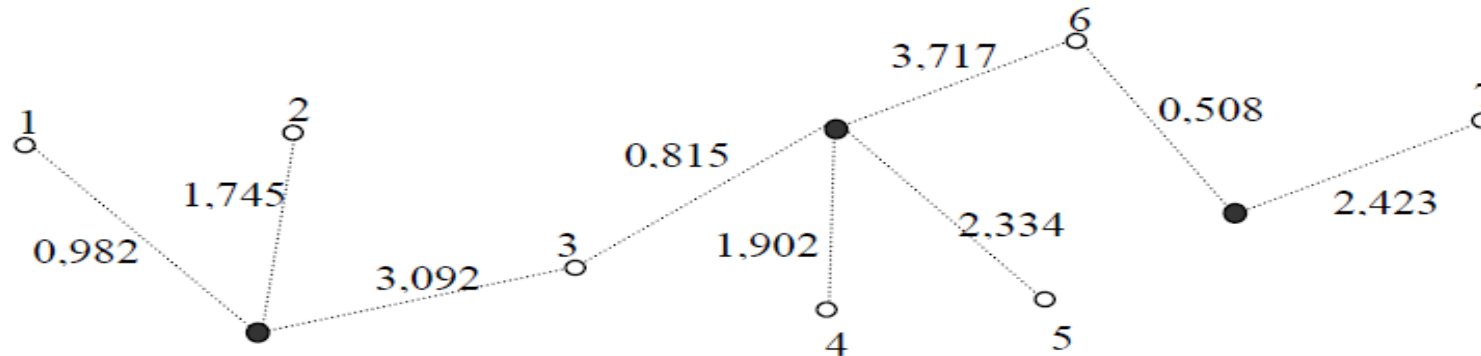
Ponto	Ré	Hi	inter	muda	Cota
1	0,982				974,150
2			1,745		
3				3,092	
3	0,815				
4			1,902		
5			2,334		
6				3,717	
6	0,508				
7				2,423	
Soma Ré =	2,305		Soma =	9,232	

Altitude RN = 974,150 metros

Cota = Altitude Ré + (L_{ré} - L_{vante})

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = Solução

Sabendo-se que o ponto 1 tem altitude igual a 974,150 m, calcular a altitude dos demais pontos. [As leituras estão em metros (m)].



$$H_i = \text{Altitude Ré} + L_{\text{ré}}$$

Visada vante

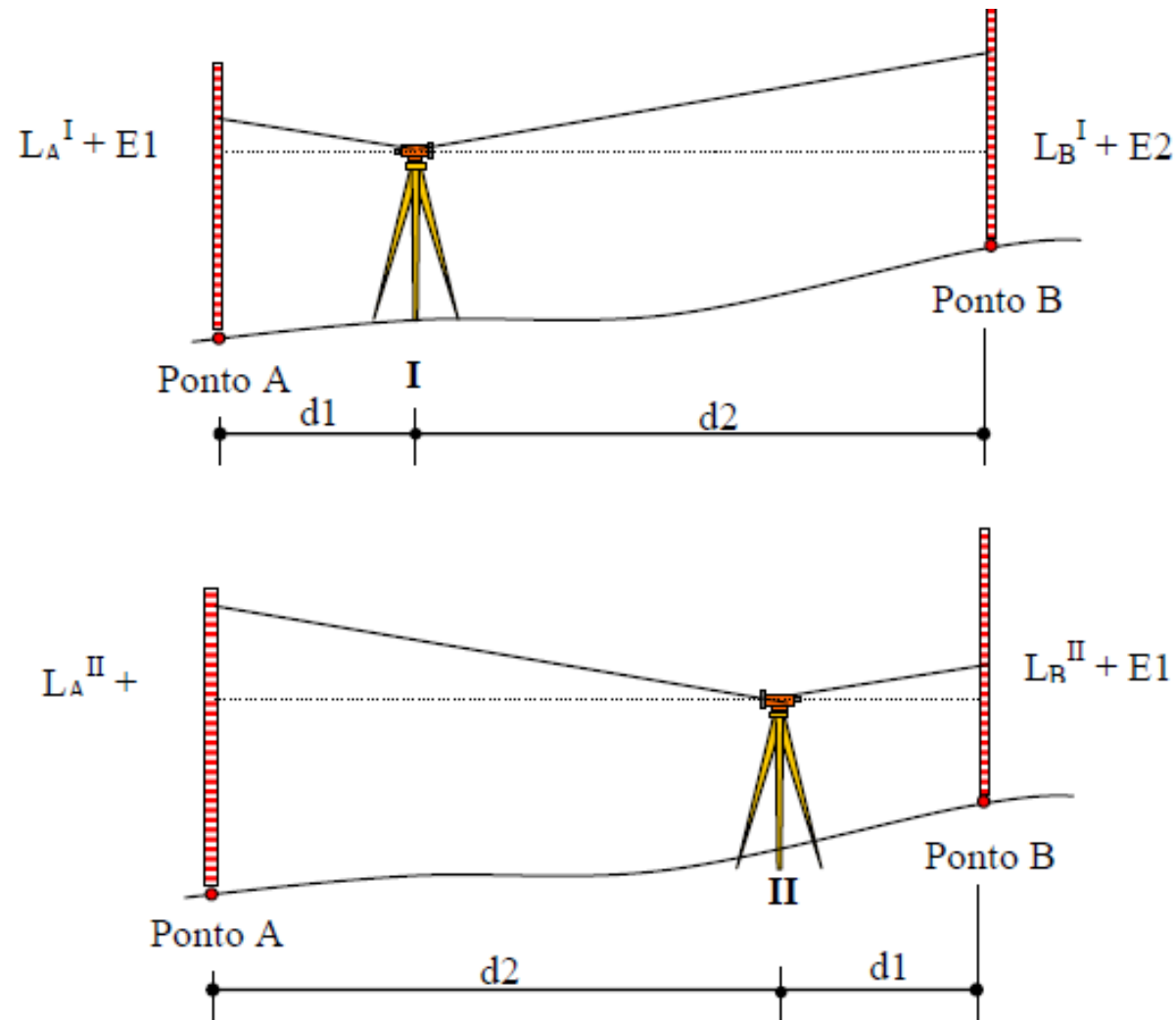
Ponto	Ré	Hi	inter	muda	Cota
1	0,982	975,132			974,150
2		975,132	1,745		973,387
3		975,132		3,092	972,040
3	0,815	972,855			972,040
4		972,855	1,902		970,953
5		972,855	2,334		970,521
6		972,855		3,717	969,138
6	0,508	969,646			969,138
7		969,646		2,423	967,223
Soma Ré =	2,305		Soma =	9,232	

Altitude RN = **974,15** metros

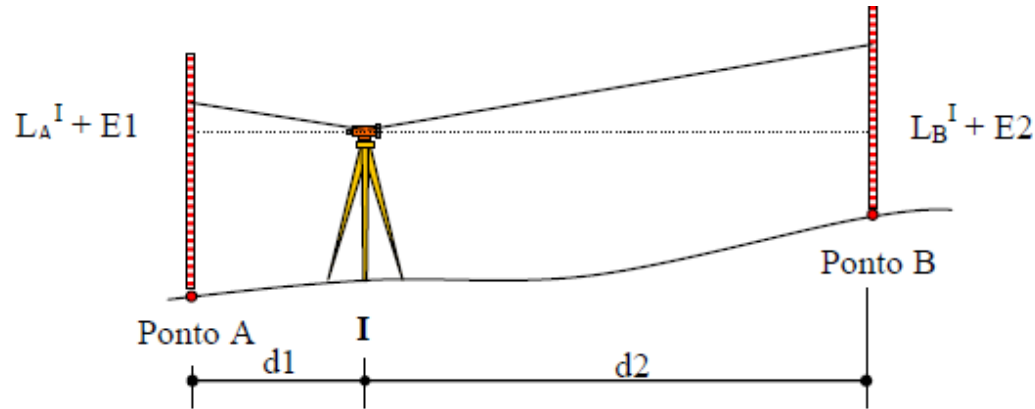
Cota = Altitude Ré + (L_{ré} - L_{vante})

MÉTODO DAS VISADAS EQUIDISTANTES

Neste método efetuam-se duas medidas para cada lance, eliminando os erros de colimação, curvatura e refração. A grande desvantagem deste método é sua morosidade.



MÉTODO DAS VISADAS EQUIDISTANTES



E1: erro na visada no lado curto

E2: erro na visada no lado longo

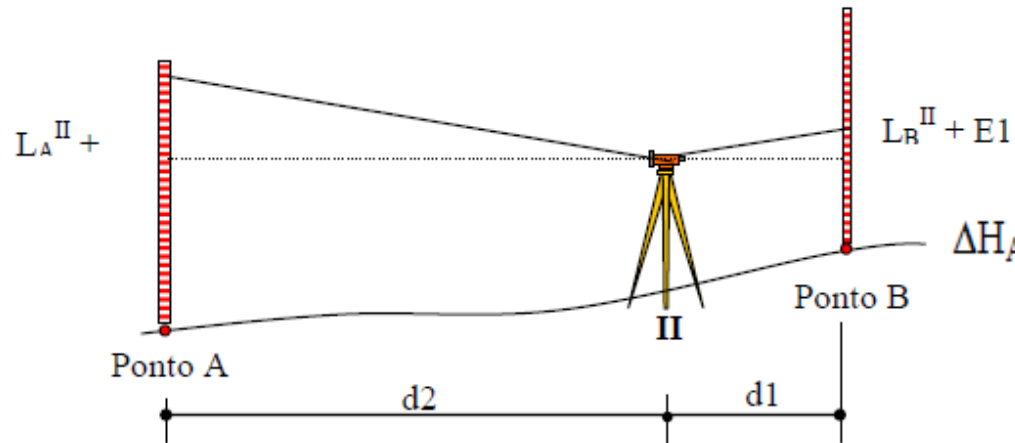
$$\Delta H_{AB}^I = L_A^I + E_1 - (L_B^I + E_2)$$

$$\Delta H_{AB}^I = L_A^I + E_1 - L_B^I - E_2$$

$$\Delta H_{AB}^{II} = L_A^{II} + E_2 - (L_B^{II} + E_1)$$

$$\Delta H_{AB}^{II} = L_A^{II} + E_2 - L_B^{II} - E_1$$

$$\Delta H_{AB} = (\Delta H_{AB}^I + \Delta H_{AB}^{II}) / 2$$

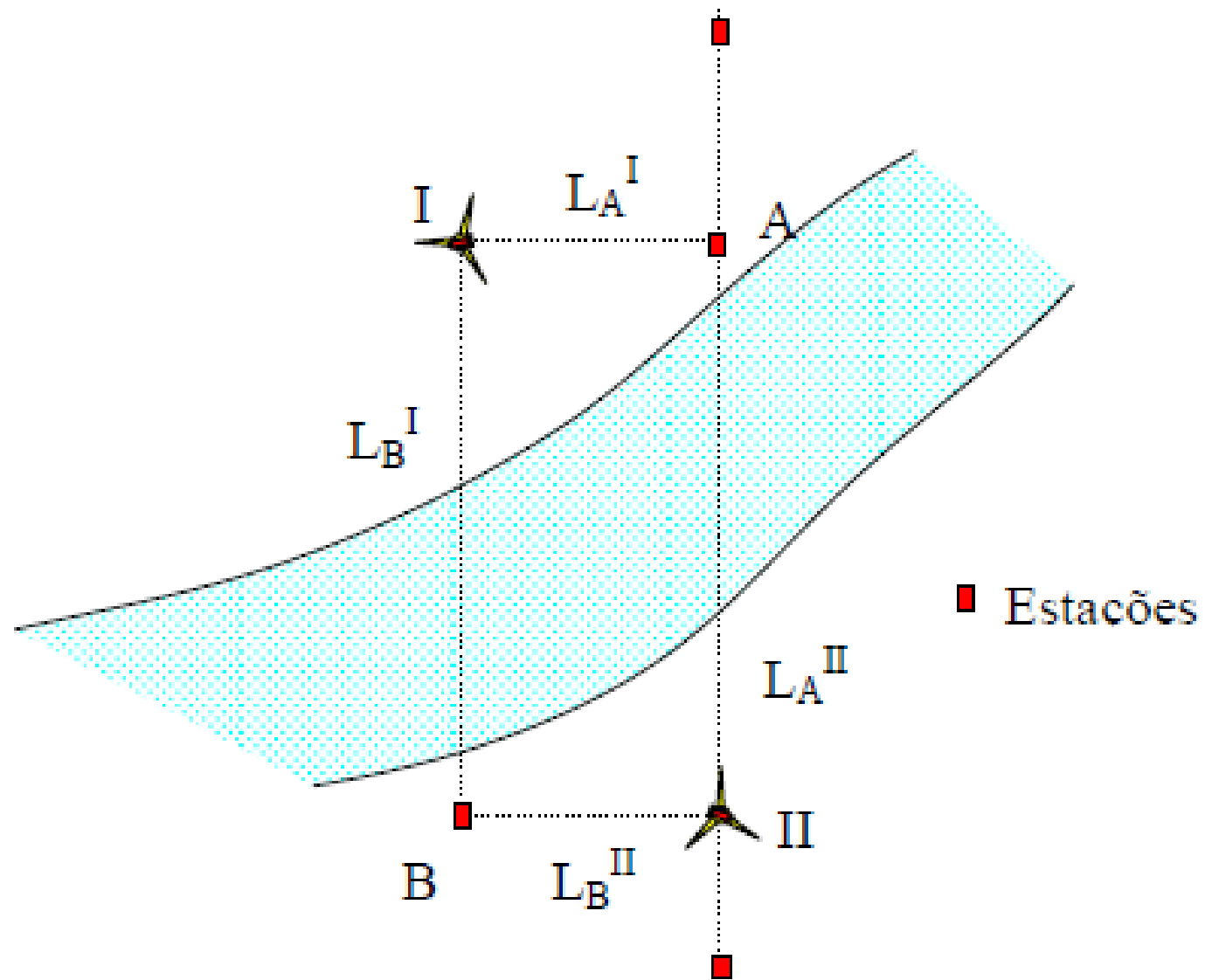


$$\Delta H_{AB} = (L_A^I - L_B^I + L_A^{II} - L_B^{II} + E_1 - E_2 + E_2 - E_1) / 2$$

$$\Delta H_{AB} = (L_A^I - L_B^I) / 2 + (L_A^{II} - L_B^{II}) / 2$$

Este método exige a instalação do nível nas duas posições, com o cuidado de deixar as distâncias d_1 e d_2 sempre iguais (ou com diferença inferior a 2m). Uma das principais aplicações para este método é a travessia de obstáculos, como rios, terrenos alagadiços, depressões, rodovias movimentadas, etc.

MÉTODO DAS VISADAS EQUIDISTANTES



MÉTODO DAS VISADAS RECÍPROCAS

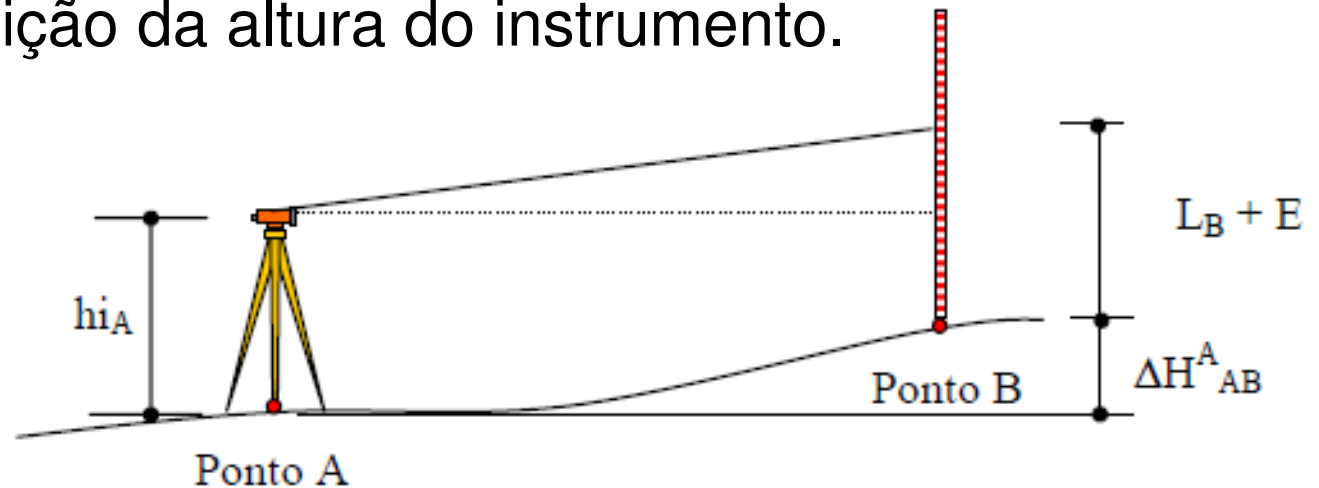
Consiste em fazer a medida duas vezes para cada lance. A diferença para os outros casos é que o nível será estacionado sobre os pontos que definem o lance. Eliminam-se os erros de refração, colimação e esfericidade, porém permanece o erro provocado pela medição da altura do instrumento.

$$\Delta H_{AB}^A = hi_A - (L_B + E)$$

$$\Delta H_{BA}^B = hi_B - (L_A + E)$$

$$\Delta H_{AB}^B = -(\Delta H_{BA}^B)$$

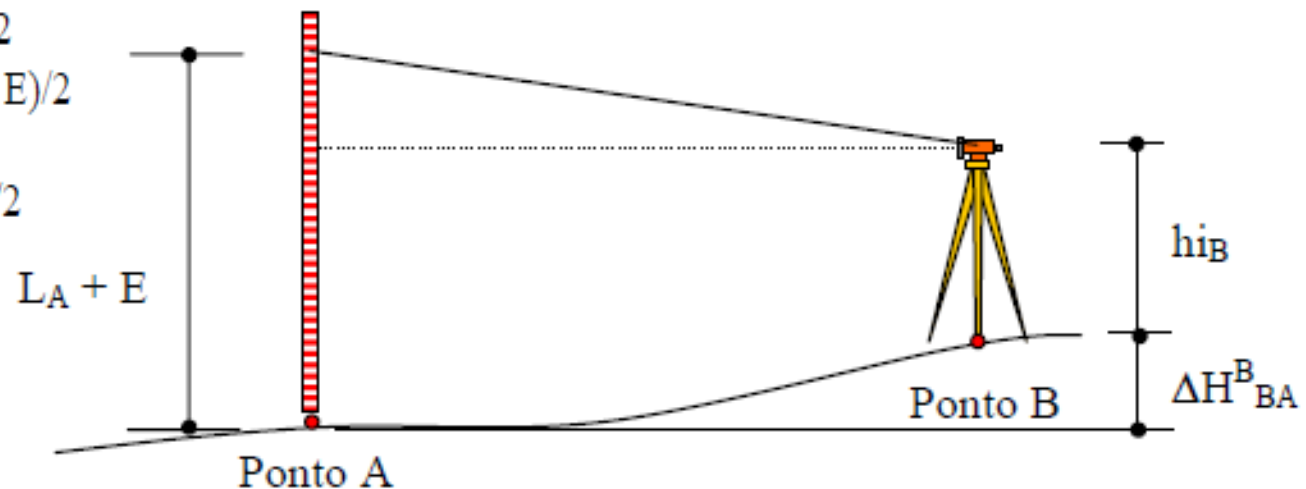
$$\Delta H_{AB}^B = L_A + E - hi_B$$



$$\Delta H_{AB} = (\Delta H_{AB}^A + \Delta H_{AB}^B)/2$$

$$\Delta H_{AB} = (L_A + E - hi_B + hi_A - L_B - E)/2$$

$$\Delta H_{AB} = (hi_A - hi_B)/2 + (L_A - L_B)/2$$



NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO



Em lances curtos, com visadas de até 150m, utilizando o teodolito, como nos levantamentos topográficos, é um método simples e ágil.

$$DV + h_i = h_s + \Delta h_{AB}$$

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_s + DV$$

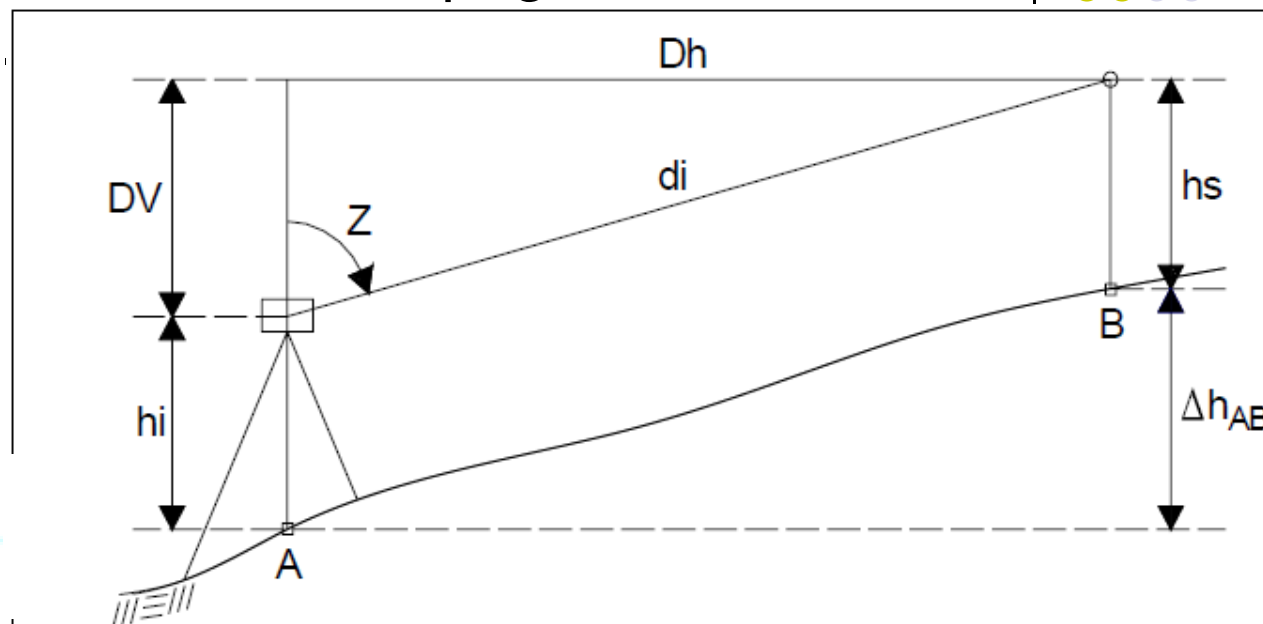
$$\operatorname{tg}(Z) = \frac{Dh}{DV}$$

$$DV = \frac{Dh}{\operatorname{tg}(Z)} = Dh \operatorname{cotg}(Z)$$

$$DV = D_i \cos(Z)$$

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_s + Dh \operatorname{cotg}(Z)$$

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_s + D_i \cos(Z)$$



Δh_{AB} = Desnível entre os pontos A e B sobre o terreno;

h_i = Altura do instrumento;

h_s = Altura do sinal (prisma);

D_i = Distância inclinada;

D_h = Distância horizontal;

D_v = Distância vertical;

Z = Ângulo zenital.

NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO - Exercício



Objetivando determinar a profundidade de uma mina de exploração de minérios um topógrafo realizou as seguintes observações:

$$D_i = 101,3 \text{ m}$$

$$Z = 132^\circ 14' 33''$$

$$h_i = 1,54 \text{ m}$$

$$h_s = 1,56 \text{ m}$$

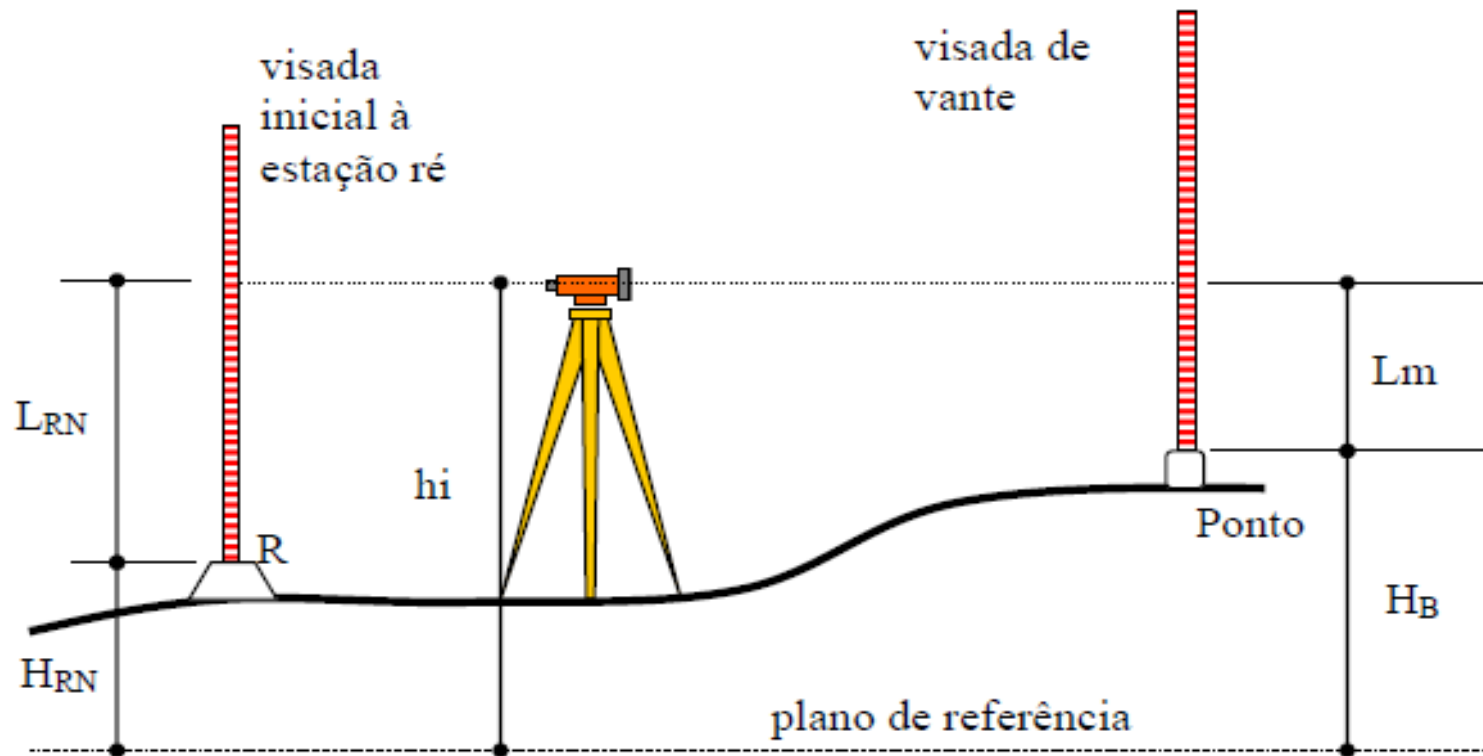
SOLUÇÃO

$$\Delta h_{AB} = h_i - h_s + D_i \cos(Z)$$

$$\Delta h_{AB} = 1,54 - 1,56 + 101,3 * \cos(132^\circ 14' 33'')$$

$$\Delta h_{AB} = - 68,13\text{m}$$

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = Revisão



$$\begin{aligned} h_i &= H_{RN} + L_{RN} \\ H_B &= h_i - L_m \\ H_B &= H_{RN} + L_{RN} - L_m \end{aligned}$$

h_i : altura do instrumento; **L_m** : Leitura do fio nivelador (*fio médio*);
 L_{RN} : Leitura na mira posicionada sobre a RN (*ponto à ré*);
 H_{RN} : altitude da RN (*ponto à ré*); **H_B** : altitude do ponto B;
 Δh_{RB} = desnível entre os pontos RB ou seja, **$\Delta h_{RB} = L_{RN} - L_m$** .

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = Revisão



CADERNETA DE CAMPO - Método Visadas Extremas

Ponto	Leituras	Nivelador	H aparelho	Nivelador Vante		Desnível	Cota
Visado	Distância	Estadimétricas	Ré	(Hi)	Interméd.		
	$(f_s - f_i)$			$(Cota\ ré + Lré)$		$(Lré - Lvante)$	$(Cota\ ré + Desnível)$
	Distância			Hi		Δi	Cota

Altura do Aparelho \Leftrightarrow **Hi** = Cota Ré + Lré

$$\mathbf{Hi} = Cota\ Ré + \{[(Lré_{fs} + Lré_{fi})/2] + Lré_{fm}\}/2$$

Desnível \Leftrightarrow **Δi** = Lré – Lvante

$$\mathbf{\Delta i} = \left(\{[(Lré_{fs} + Lré_{fi})/2] + Lré_{fm}\}/2 \right) - \left(\{[(Lvant_{fs} + Lvant_{fi})/2] + Lvant_{fm}\}/2 \right)$$

Cota = Cota Ré + Desnível (Δi)

Cota = Cota Ré + **Δi**

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS = Revisão



CADERNETA DE CAMPO - Método Visadas Extremas								
Ponto		Leituras	Nivelador	H aparelho	Nivelador Vante		Desnível	Cota
Visado	Distância	Estadimétrias	Ré	(Hi)	Interméd.	Mudança		
		$(f_s - f_i)$			$(Cota\ ré + L_{ré})$		$(L_{ré} - L_{vante})$	$(Cota\ ré + Desnível)$
	Distância			Hi			Δi	Cota

Distância = $f_s - f_i$

Altura do Aparelho \Leftrightarrow **Hi** = Cota Ré + $L_{ré}$

Desnível \Leftrightarrow **Δi** = $L_{ré} - L_{vante}$

Cota = Cota Ré + Desnível (Δi)

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS - Exercício



CADERNETA DE CAMPO - Método Visadas Extremas

Ponto		Leituras	Nivelador	H aparelho	Nivelador Vante		Desnível	Cota
Visado	Distância	Estadimétricas	Ré	(Hi)	Interméd.	Mudança		
		<i>(fs - fi)</i>	<i>(Cota ré + Lré)</i>		<i>(Lré - Lvante)</i>		<i>(Cota ré + Desnível)</i>	
Ref		359,0						
			336,0					39,00
		314,0						
A1		297,0						
					288,0			
		279,0						
A2		226,5						
					199,8			
		196,1						
B1		321,5						
					316,5			
		306,5						

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS - Exercício



CADERNETA DE CAMPO - Método Visadas Extremas								
Ponto		Leituras	Nivelador	H aparelho	Nivelador Vante		Desnível	Cota
Visado	Distância	Estadimétricas	Ré	(Hi)	Interméd.	Mudança		
		<i>(fs - fi)</i>		<i>(Cota ré + Lré)</i>			<i>(Lré - Lvante)</i>	<i>(Cota ré + Desnível)</i>
Ré		359,0						
Ref	45,0		336,0	42,363				39,000
		314,0						

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS - Exercício



CADERNETA DE CAMPO - Método Visadas Extremas								
Ponto		Leituras	Nivelador	H aparelho	Nivelador Vante		Desnível	Cota
Visado	Distância	Estadimétricas	Ré	(Hi)	Interméd.	Mudança		
	$(fs - fi)$			$(Cota\ ré + Lré)$			$(Lré - Lvante)$	$(Cota\ ré + Desnível)$
Ré		359,0						
Ref	45,0		336,0	42,363				39,000
		314,0						

$$Dist = fs - fi$$

$$Hi = Cota\ Ré + \frac{\left(\left(\frac{Lre_{fs} + Lre_{fi}}{200} \right) + \frac{Lre_{fm}}{100} \right)}{2}$$

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS - Exercício



CADERNETA DE CAMPO - Método Visadas Extremas								
Ponto		Leituras	Nivelador	H aparelho	Nivelador Vante		Desnível	Cota
Visado	Distância	Estadimétricas	Ré	(Hi)	Interméd.	Mudança		
		$(fs - fi)$			$(Cota ré + Lré)$		$(Lré - Lvante)$	$(Cota ré + Desnível)$
Ré		359,0						
Ref	45,0		336,0	42,363				39,000
		314,0						
A1	18,0			42,363	288,0	288,0	0,483	39,483
		279,0						

$$Dist = fs - fi$$

$$Desnivel = \frac{\left(\left(\frac{Lre_{fs} + Lre_{fi}}{200} \right) + \frac{Lre_{fm}}{100} \right) - \left(\left(\frac{Lvante_{fs} + Lvante_{fi}}{200} \right) + \frac{Lvante_{fm}}{100} \right)}{2}$$

$$Cota = Cota Re + Desnivel$$

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS - Exercício



CADERNETA DE CAMPO - Método Visadas Extremas

Ponto Visado	Distância	Leituras		Nivelador Ré	Nivelador Vante		Desnível	Cota
		Estadimétricas	H aparelho (Hi)		Interméd.	Mudança		
	<i>(fs - fi)</i>						<i>(Lré - Lvante)</i>	<i>(Cota ré + Desnível)</i>
Ref		359,0		336,0				39,00
		314,0						
A1		297,0				288,0		
		279,0						
A2		226,5				199,8		
		196,1						
B1		321,5				316,5		
		306,5						
B2		256,0				250,0		
		243,0						

MÉTODO DAS VISADAS EXTREMAS - Solução



CADERNETA DE CAMPO - Método Visadas Extremas								
Ponto		Leituras	Nivelador	H aparelho	Nivelador Vante		Desnível	Cota
Visado	Distância	Estadimétrias	Ré	(Hi)	Interméd.	Mudança		
		$(f_s - f_i)$	$(Cota\ ré + L_{ré})$		$(L_{ré} - L_{vante})$		$(Cota\ ré + Desnível)$	
Ré		359,0						
Ref	45,0		336,0	42,363				39,000
		314,0						
		297,0						
A1	18,0			42,363	288,0	288,0	0,483	39,483
		279,0						
		226,5						
A2	30,4			42,363	211,0	211,3	1,251	40,251
		196,1						
		321,5						
B1	15,0			42,363	134,5	314,0	1,120	40,120
		306,5						
		256,0						
B2	13,0			42,363	250,0	249,5	0,865	39,865
		243,0						



F I M