



TOPOGRAFIA

ALTIMETRIA: LEVANTAMENTO COMPOSTO

Prof. Dr. Daniel Caetano

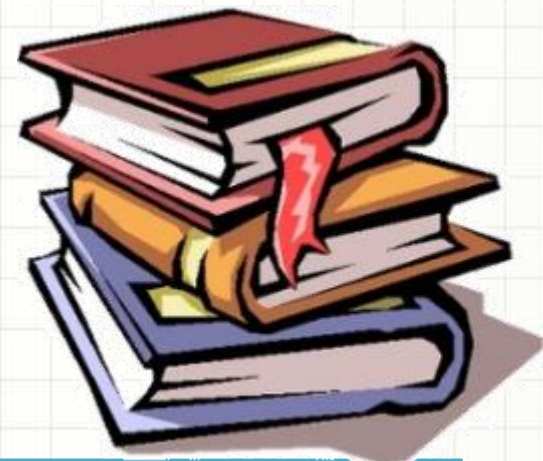
2013 - 2

Objetivos

- Nivelamento geométrico composto
- Distribuição de Erros
- Nivelamento em Percurso Fechado



Material de Estudo



Material**Acesso ao Material**

Apresentação

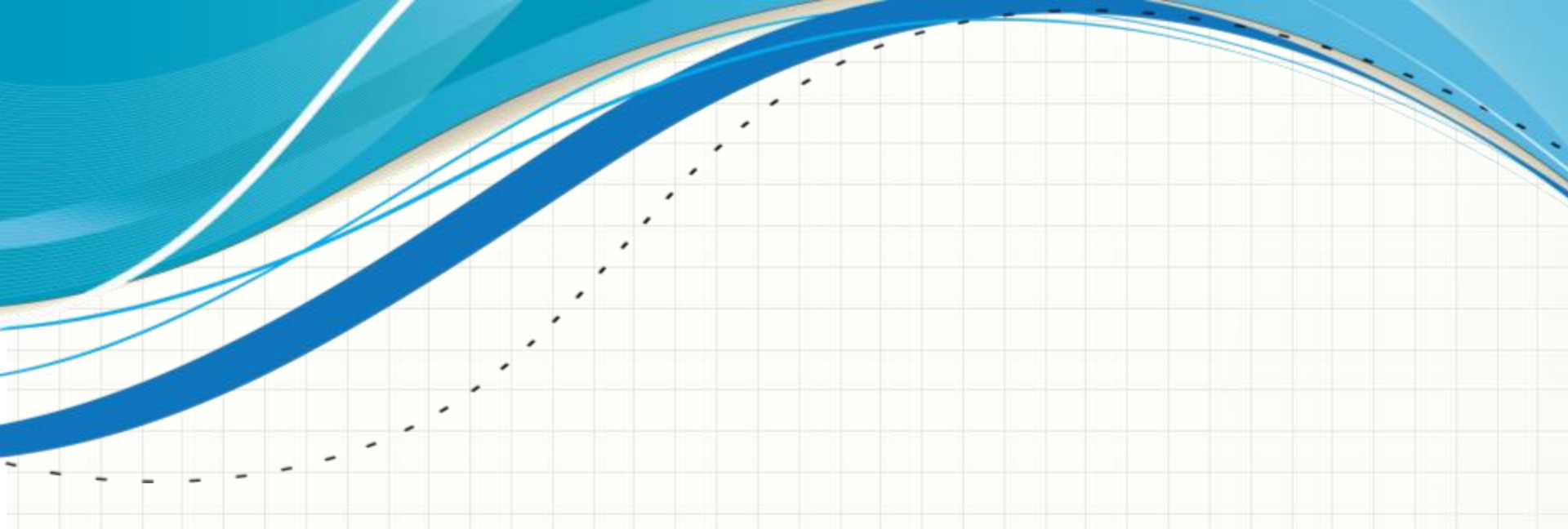
<http://www.caetano.eng.br/>
(Topografia – Aula 5)

Material Didático

Topografia – Parte 2 – Págs 104-134

Biblioteca

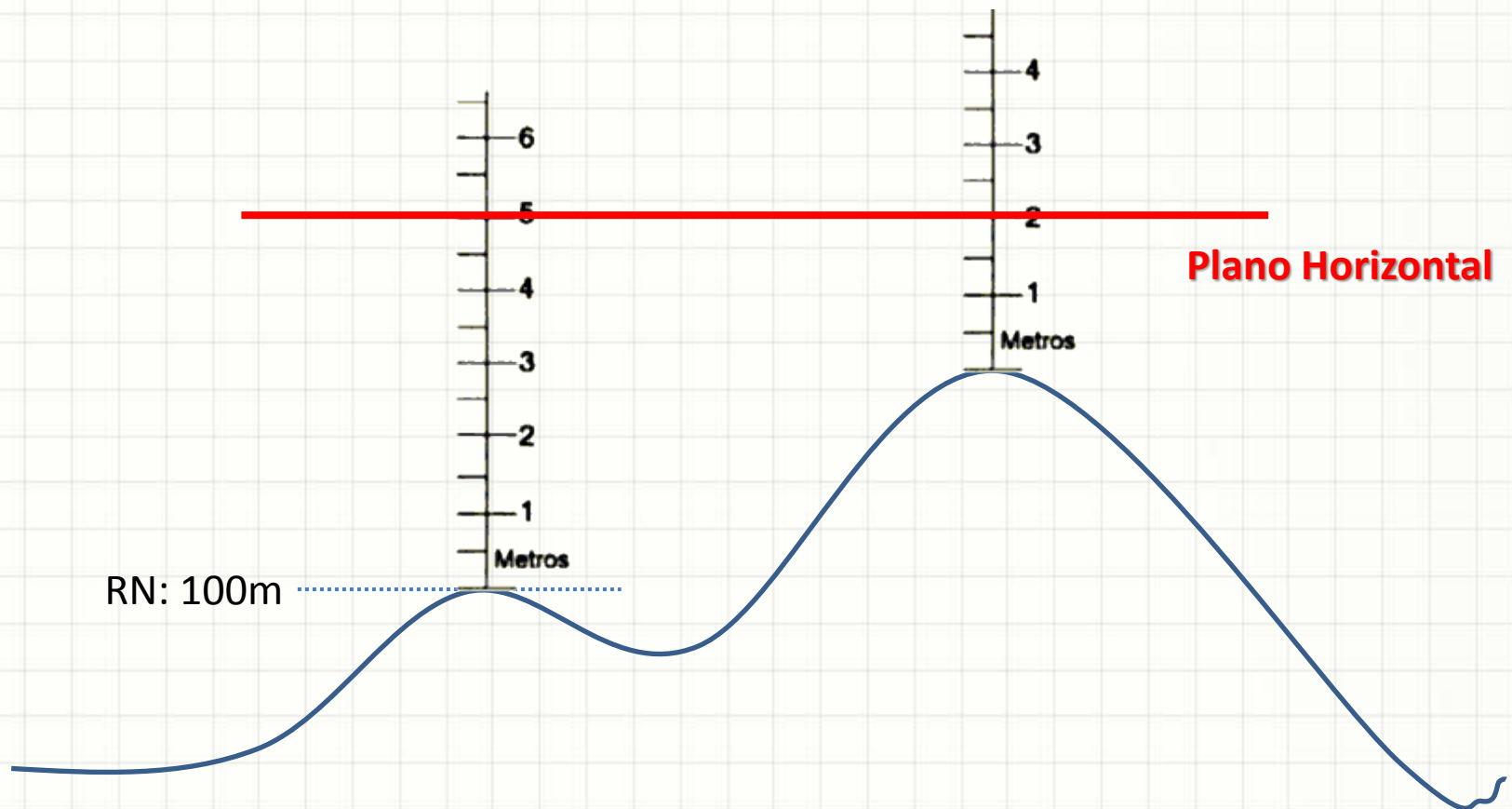
Topografia v.1 (Borges)



NIVELAMENTO GEOMÉTRICO COMPOSTO

Nivelamento Geométrico Simples

- Na aula passada, nivelamento simples
 - Diferença de um referencial para outro

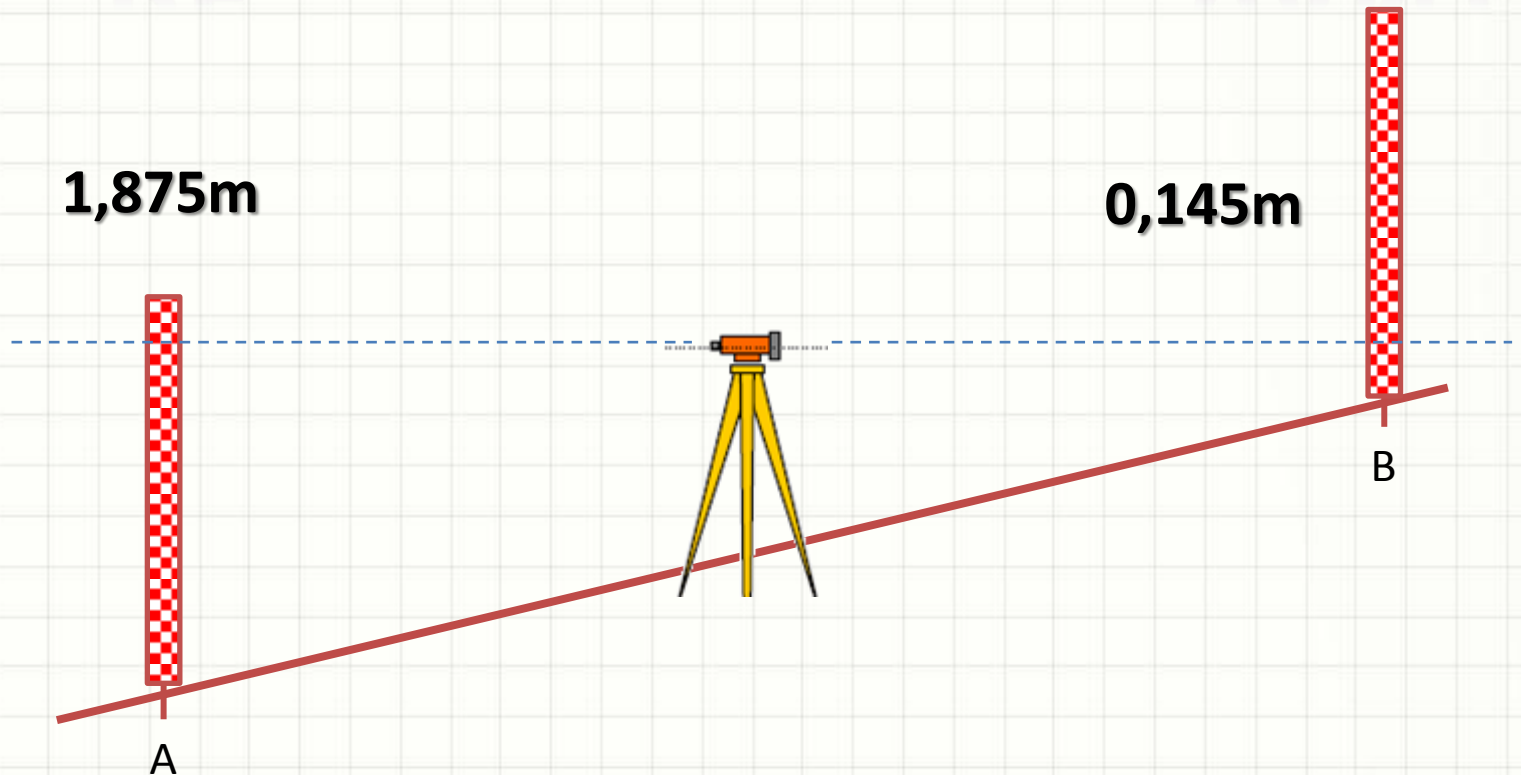


Nivelamento Geométrico Simples

- Em campo, usamos o nível

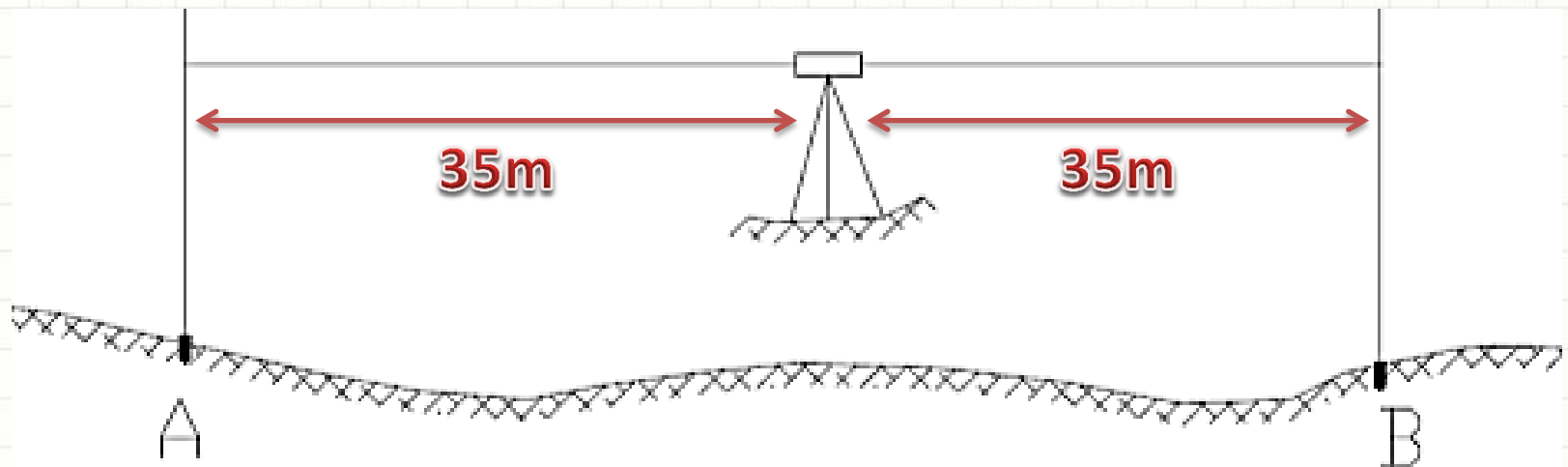
RÉ

VANTE



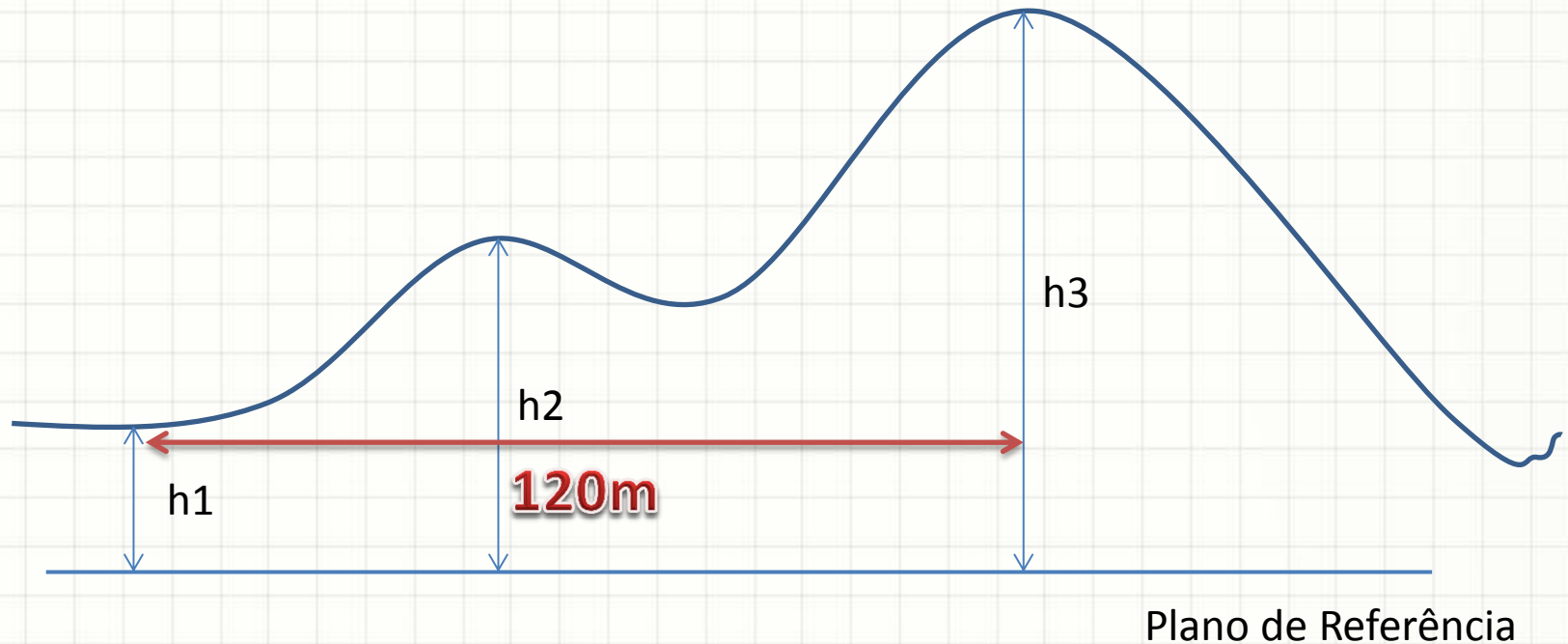
Nivelamento Geométrico Simples

- Medida de diferenças de nível
 - Baseada em um único referencial
- Distâncias de até 70m...
 - 100m com muito esforço, e baixa precisão



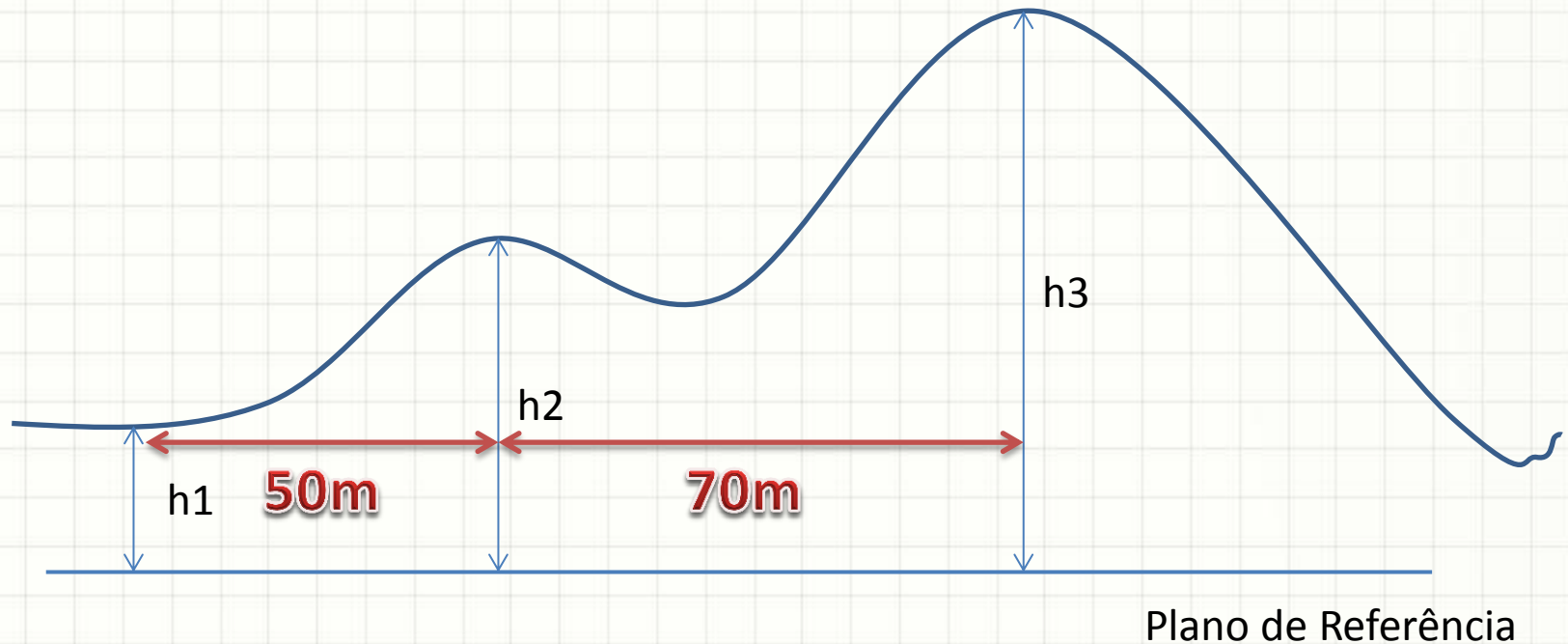
Nivelamento Geométrico Composto

- Medir diferenças em distâncias maiores?



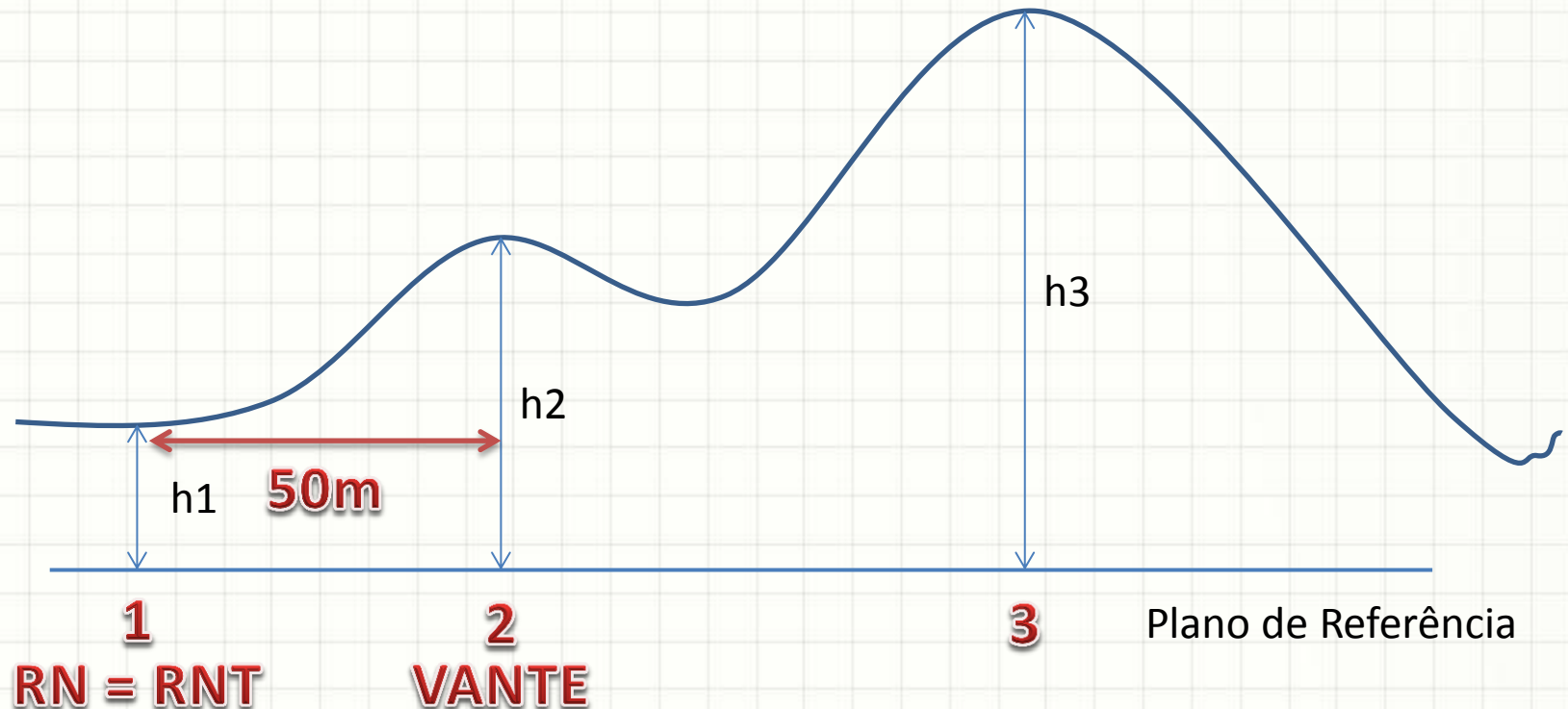
Nivelamento Geométrico Composto

- Medir diferenças em distâncias maiores?
 - Medir em várias etapas!



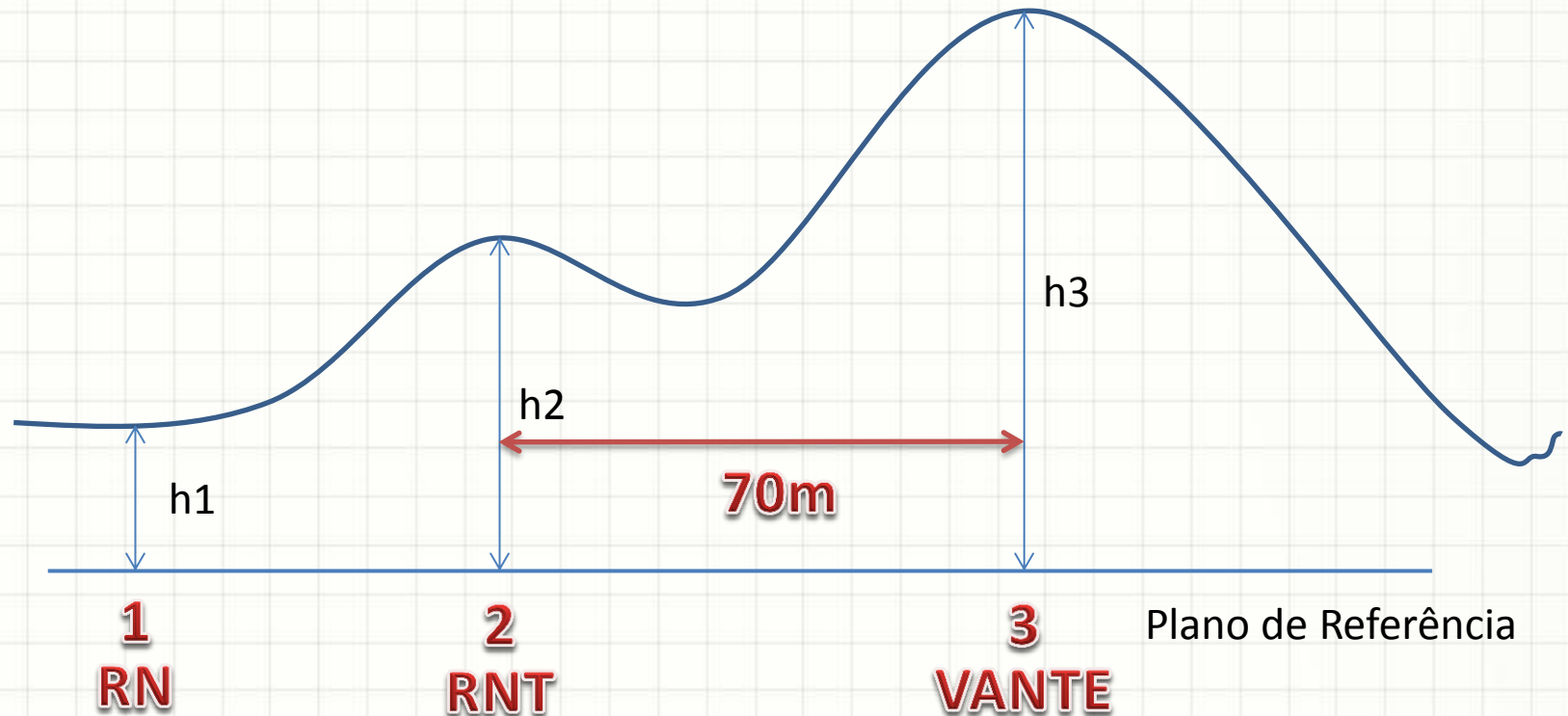
Nivelamento Geométrico Composto

- Usamos: referência temporária em cada etapa!



Nivelamento Geométrico Composto

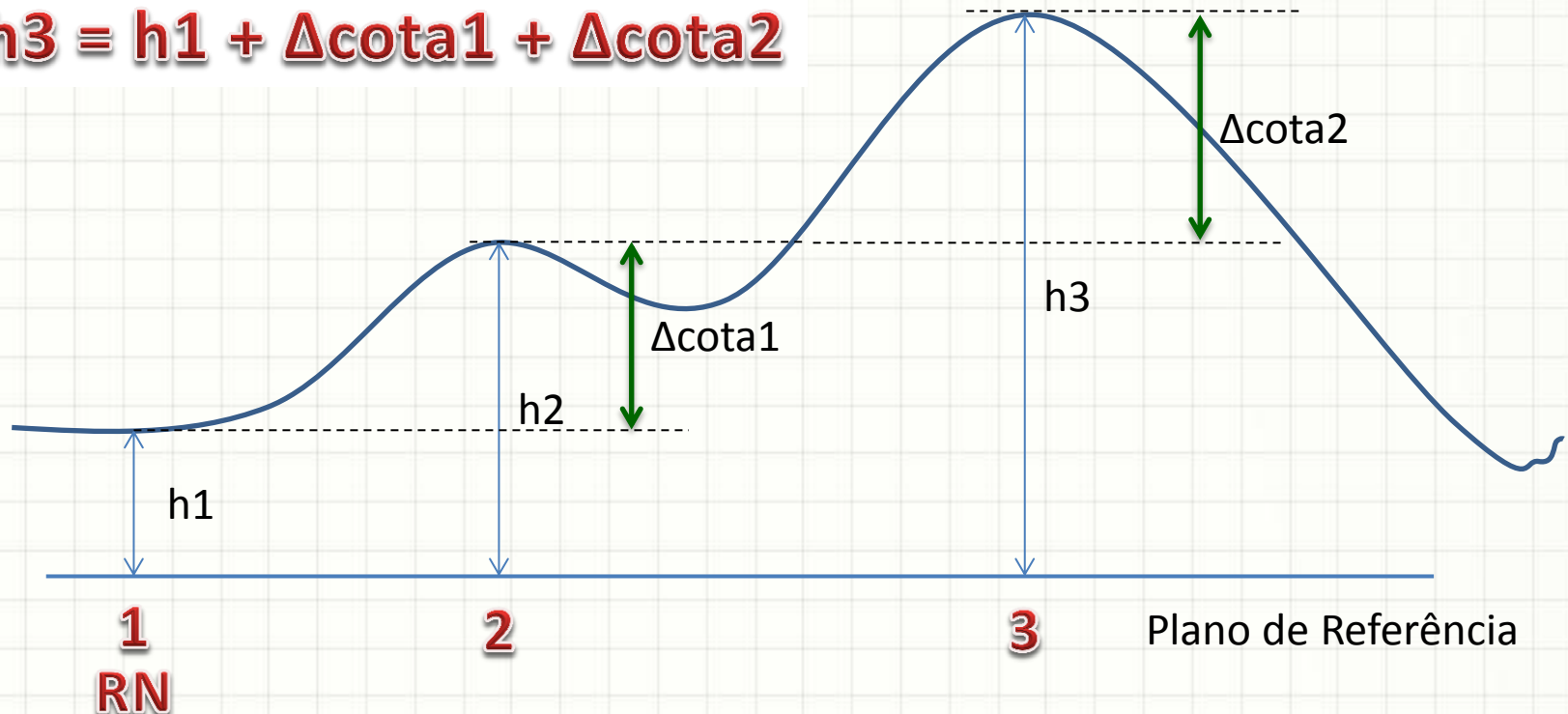
- Usamos: referência temporária em cada etapa!



Nivelamento Geométrico Composto

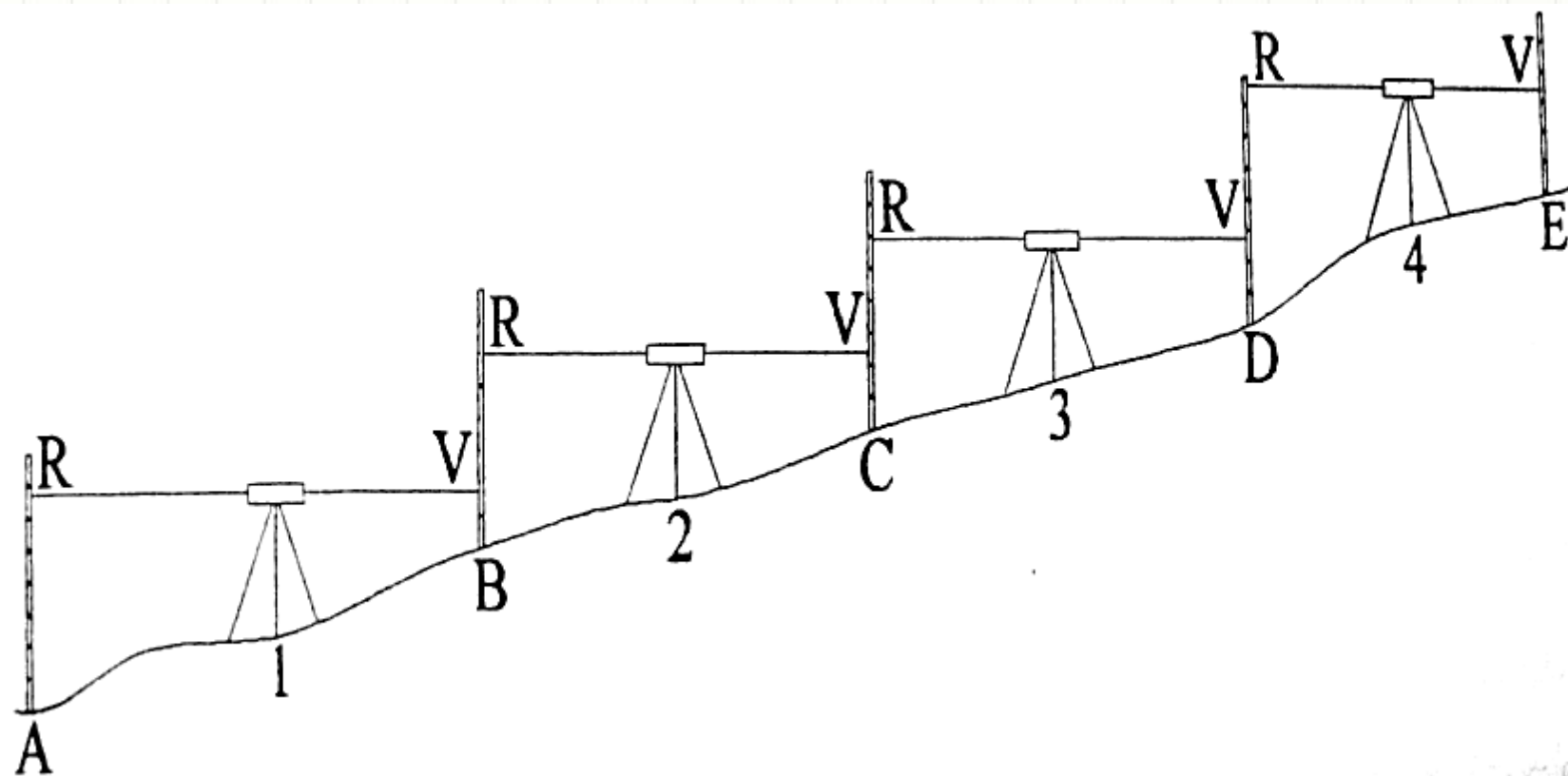
- Usamos: referência temporária em cada etapa!

$$h3 = h1 + \Delta cota1 + \Delta cota2$$



Nivelamento Geom. Composto

- Em campo...
 - Referência Temporária: **Ré**
 - Ponto medido: **Vante**



Nivelamento Geom. Composto

- Planilha: um pouco mais complexa

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498		865,426	
E2		1,923		
E2	2,799			
E3		1,851		
E3	2,097			
E4		1,339		
E4	1,925			
E5		1,823		
E5	1,550			
E6		2,580		

$$\Delta cota = ré - vante$$

Nivelamento Geom. Composto

- Planilha: um pouco mais complexa

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498		865,426	
E2		1,923		
E2	2,799			
E3		1,851		
E3	2,097			
E4		1,339		
E4	1,925			
E5		1,823		
E5	1,550			
E6		2,580		

$$\Delta cota = ré - vante$$

$$C_{\text{ponto}} = C_{\text{ref}} + \Delta cota$$

Nivelamento Geom. Composto

- Planilha: um pouco mais complexa

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498		865,426	
E2		1,923		
E2	2,799			
E3		1,851		
E3	2,097			
E4		1,339		
E4	1,925			
E5		1,823		
E5	1,550			
E6		2,580		

$$\Delta cota = ré - vante$$

$$\Delta cota = 1,498 - 1,923$$

$$\Delta cota = -0,425$$

$$C_{\text{ponto}} = C_{\text{ref}} + \Delta cota$$

$$C_{\text{ponto}} = 865,426 + (-0,425)$$

Nivelamento Geom. Composto

- Planilha: um pouco mais complexa

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498		865,426	
E2		1,923	865,001	
E2	2,799			
E3		1,851		
E3	2,097			
E4		1,339		
E4	1,925			
E5		1,823		
E5	1,550			
E6		2,580		

Nivelamento Geom. Composto

- Planilha: um pouco mais complexa

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498		865,426	
E2		1,923	865,001	
E2	2,799			
E3		1,851	865,949	
E3	2,097			
E4		1,339		
E4	1,925			
E5		1,823		
E5	1,550			
E6		2,580		

Nivelamento Geom. Composto

- Planilha: um pouco mais complexa

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498		865,426	
E2		1,923	865,001	
E2	2,799			
E3		1,851	865,949	
E3	2,097			
E4		1,339	866,707	
E4	1,925			
E5		1,823		
E5	1,550			
E6		2,580		

Nivelamento Geom. Composto

- Planilha: um pouco mais complexa

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498		865,426	
E2		1,923	865,001	
E2	2,799			
E3		1,851	865,949	
E3	2,097			
E4		1,339	866,707	
E4	1,925			
E5		1,823	866,809	
E5	1,550			
E6		2,580		

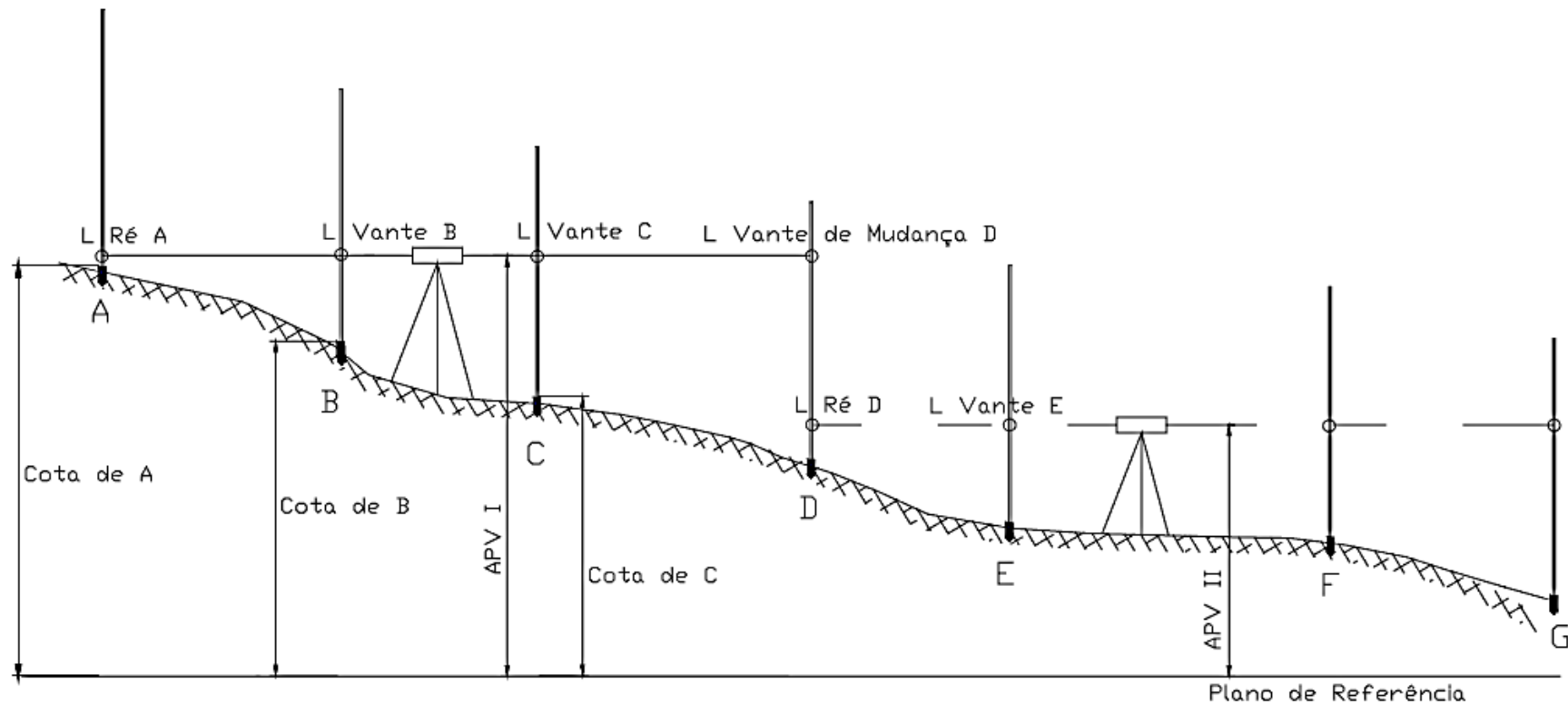
Nivelamento Geom. Composto

- Planilha: um pouco mais complexa

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498		865,426	
E2		1,923	865,001	
E2	2,799			
E3		1,851	865,949	
E3	2,097			
E4		1,339	866,707	
E4	1,925			
E5		1,823	866,809	
E5	1,550			
E6		2,580	865,779	

Nivelamento Geom. Composto

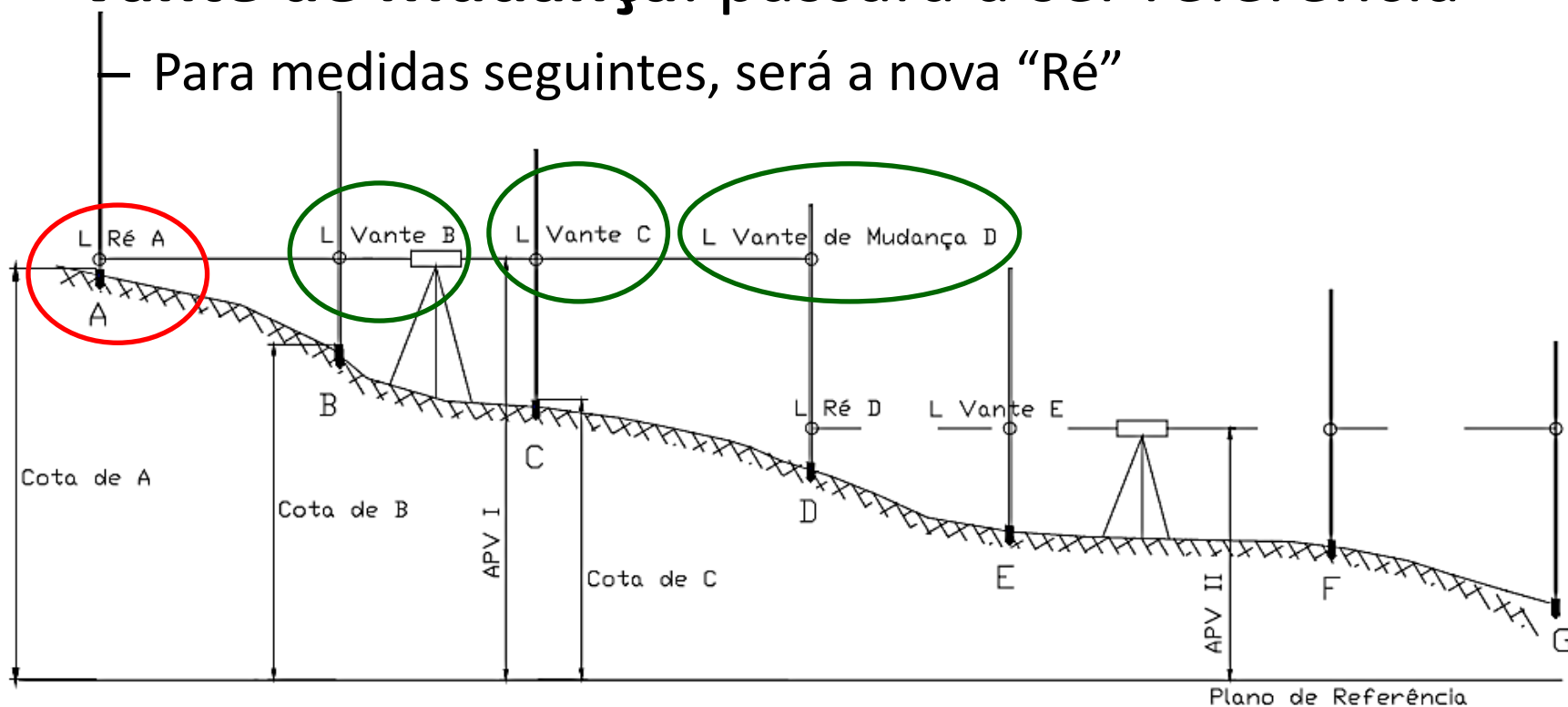
- Outro caso...



Nivelamento Geom. Composto

- Referência Temporária: **Ré**
- Ponto medido: **Vante** ou **Vante de Mudança**
- **Vante de Mudança**: passará a ser referência

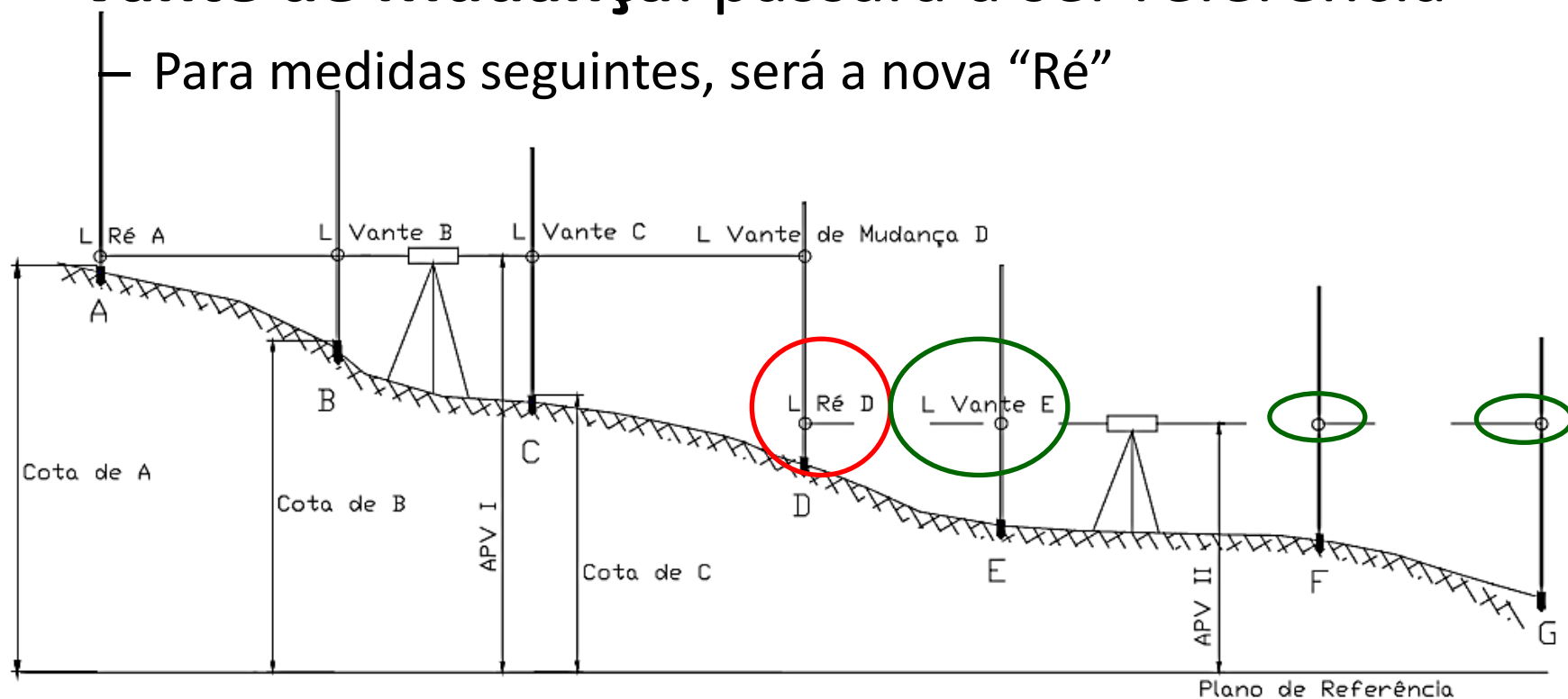
— Para medidas seguintes, será a nova “Ré”



Nivelamento Geom. Composto

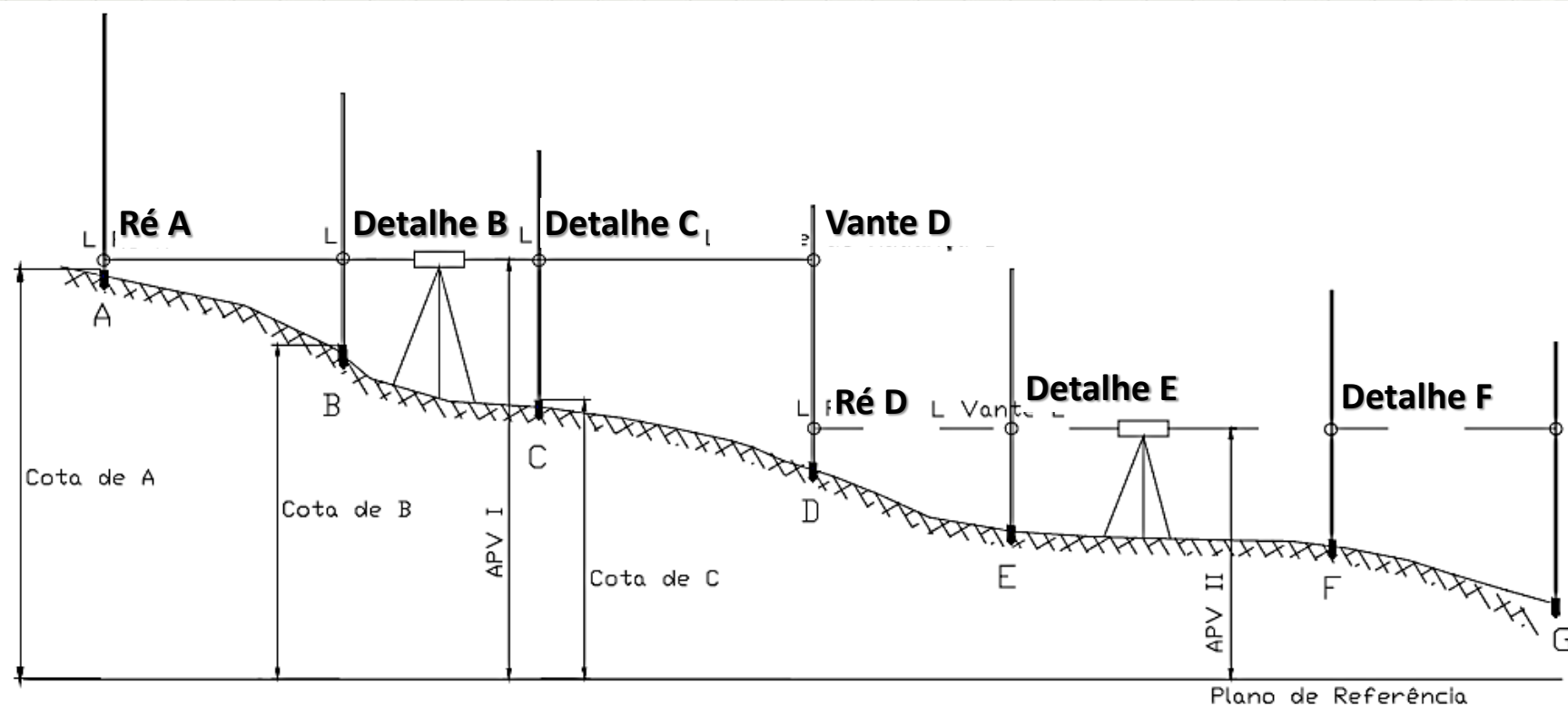
- Referência Temporária: **Ré**
- Ponto medido: **Vante** ou **Vante de Mudança**
- **Vante de Mudança**: passará a ser referência

— Para medidas seguintes, será a nova “Ré”



Nivelamento Geom. Composto

- É usual chamar as “vantes não de mudança”...
 - ... de **Detalhes**
- E chamar de **vante** as **vantes de mudança**



Nivelamento Geom. Composto

- Neste caso, a planilha ganha uma coluna

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498			865,426	
E2			1,923		
E3		1,851			
E3	2,097				
E4			1,339		
E6		1,925			
E6	1,823				
E7		1,550			

**Detalhes
aparecem em
uma única linha
intermediária**

Nivelamento Geom. Compensado

- Neste caso, a planilha ganha um

**Ao calcular,
vamos pular os
detalhes**

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498			865,426	
E2			1,923		
E3		1,851			
E3	2,097				
E4			1,339		
E6		1,925			
E6	1,823				
E7		1,550			

Nivelamento Geom. Composto

- Neste caso, a planilha ganha uma coluna

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498			865,426	
E2			1,923		
E3		1,851			
E3	2,097				
E4			1,339		
E6		1,925			
E6	1,823				
E7		1,550			

$$\Delta cota = ré - vante$$

$$C_{\text{ponto}} = C_{\text{ref}} + \Delta cota$$

Nivelamento Geom. Composto

- Neste caso, a planilha ganha uma coluna

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498			865,426	
E2			1,923		
E3		1,851		865,073	
E3	2,097				
E4			1,339		
E6		1,925			
E6	1,823				
E7		1,550			

Nivelamento Geom. Composto

- Neste caso, a planilha ganha uma coluna

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498			865,426	
E2			1,923		
E3		1,851		865,073	
E3	2,097				
E4			1,339		
E6		1,925		865,245	
E6	1,823				
E7		1,550			

Nivelamento Geom. Compensado

- Neste caso, a planilha ganha um

**Vamos, agora,
calcular os
detalhes**

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498			865,426	
E2			1,923		
E3		1,851		865,073	
E3	2,097				
E4			1,339		
E6		1,925		865,245	
E6	1,823				
E7		1,550		865,518	

Nivelamento Geom. Composto

- Neste caso, a planilha ganha uma coluna

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498			865,426	
E2			1,923	865,001	
E3		1,851		865,073	
E3	2,097				
E4			1,339		
E6		1,925		865,245	
E6	1,823				
E7		1,550		865,518	

Nivelamento Geom. Composto

- Neste caso, a planilha ganha uma coluna

Ponto Visado	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,498			865,426	
E2			1,923	865,001	
E3		1,851		865,073	
E3	2,097				
E4			1,339	865,831	
E6		1,925		865,245	
E6	1,823				
E7		1,550		865,518	

Nivelamento Geom. Composto

- É usual, ainda, indicar a distância

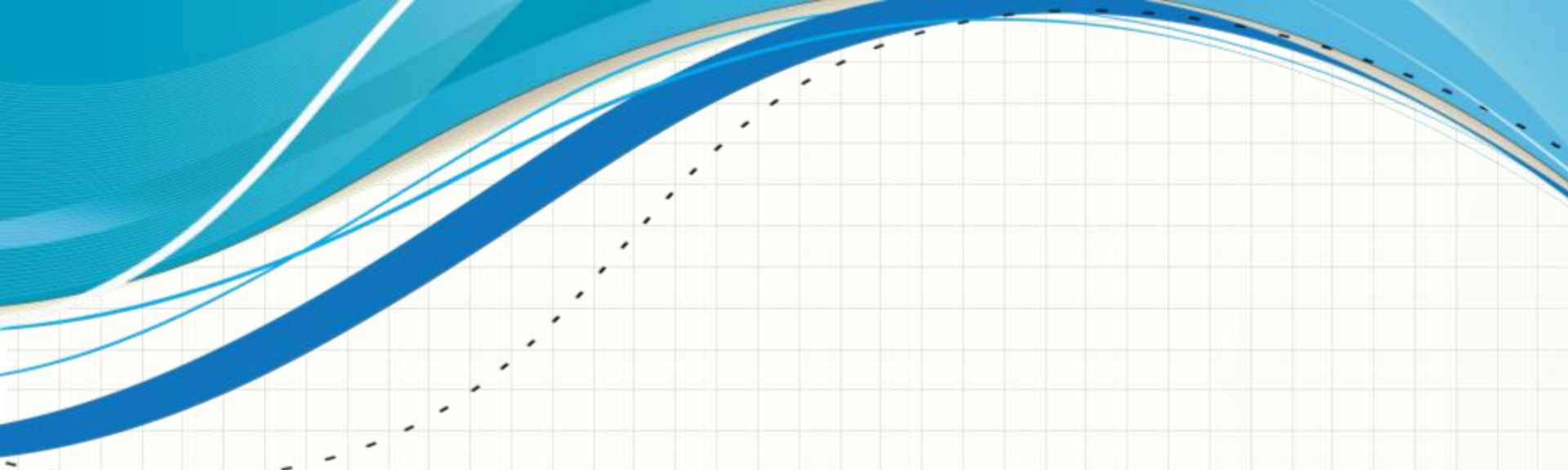
Ponto Visado	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	40,6	1,498			865,426	
E2	40,1			1,923	865,001	
E3	39,2		1,851		865,073	
E3	38,9	2,097				
E4	43,4			1,339	865,831	
E6	43,6		1,925		865,245	
E6	42,5	1,823				
E7	41,7		1,550		865,518	

Nivelamento Geom. Composto

- Linha Principal: RN-E3-E6-E7 (total: 246,5m)

Ponto Visado	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	40,6	1,498			865,426	
E2	40,1			1,923	865,001	
E3	39,2		1,851		865,073	
E3	38,9	2,097				
E4	43,4			1,339	865,831	
E6	43,6		1,925		865,245	
E6	42,5	1,823				
E7	41,7		1,550		865,518	

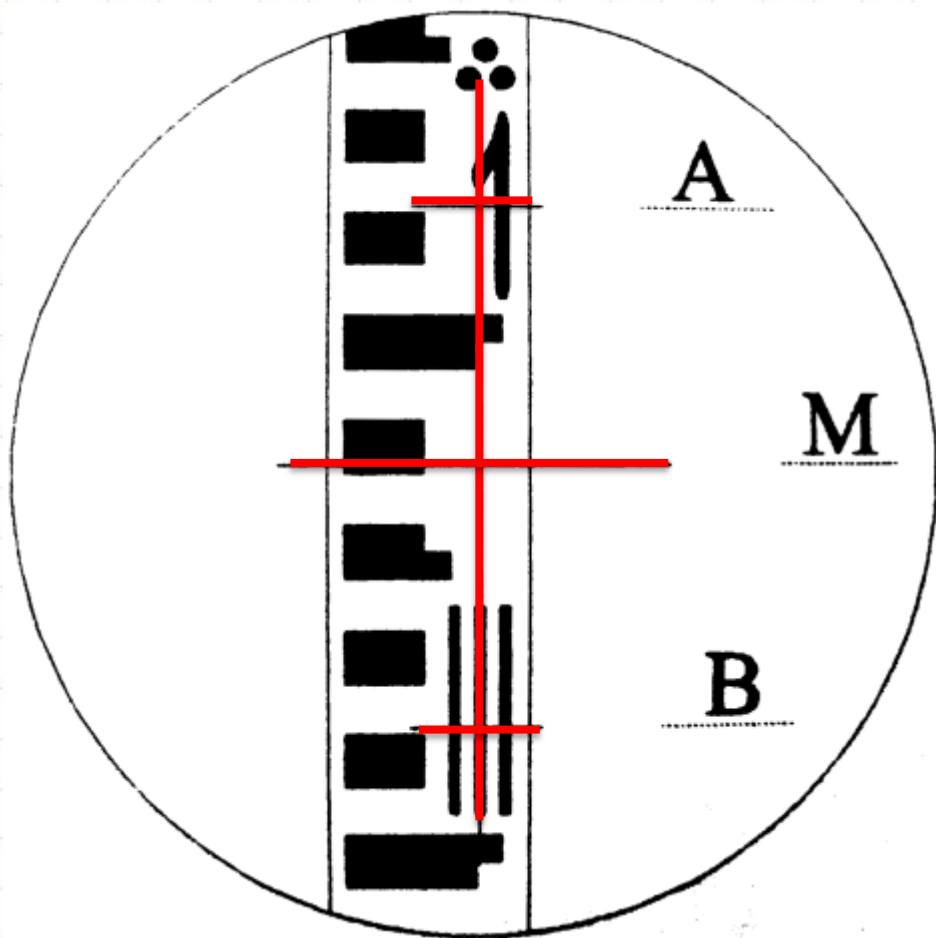
Somar extremos e intermediários que não são detalhes



ESTADIA

Estadia

- Alguns níveis e teodolitos possuem 4 retículos



$$A = 3,122\text{m}$$

$$M = 3,072\text{m}$$

$$B = 3,022\text{m}$$

Estadia

- Usamos as leituras de A e B para confirmar M

$$A = 3,122\text{m} \quad M = 3,072\text{m} \quad B = 3,022\text{m}$$

$$M = (A+B)/2$$

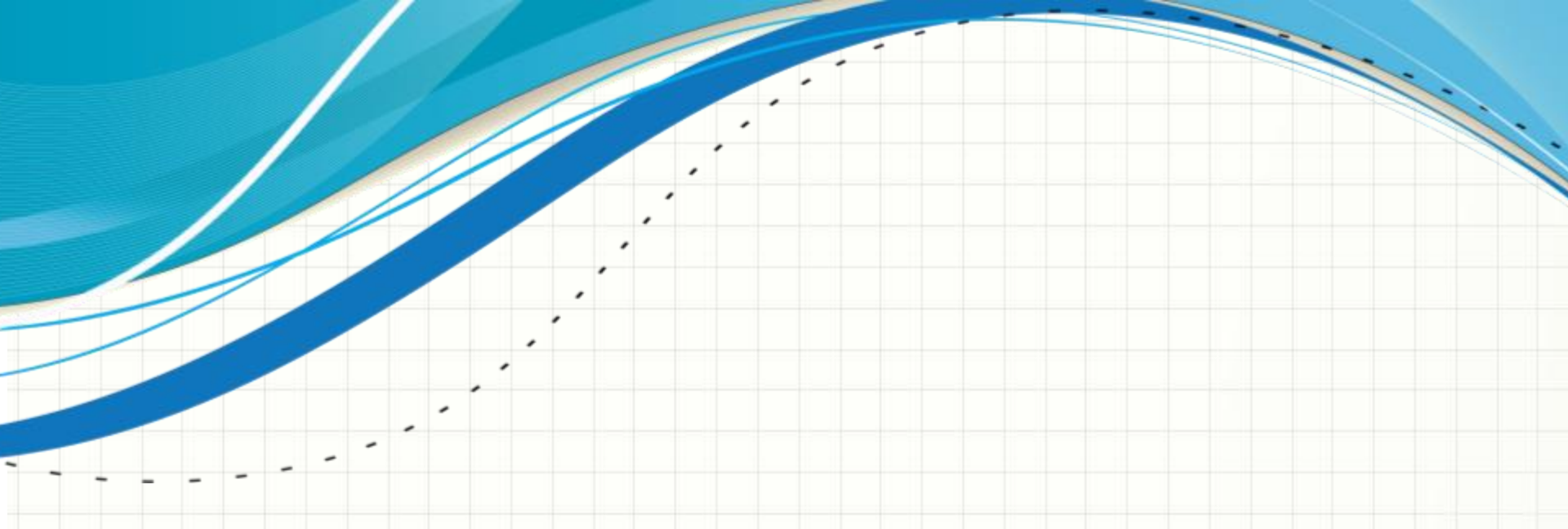


Confira!

Nivelamento Geométrico Completo

- Planilha (quase) completa, com estadia

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	
E3	2,314 1,880	38,9	2,097				
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831	
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245	
E6	2,032 1,615	42,5	1,823				
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518	



EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Exercícios Resolvidos

1. Complete a planilha abaixo

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,601 1,199	30,2				865,426	
E2	2,120 1,722	29,8					
E2	1,395 0,999	31,3					
E3	1,780 1,378	32,2					
E4	1,557 1,121	28,7					
E5	2,218 1,812	29,6					
E5	2,032 1,615	30,1					
E6	1,758 1,342	33,2					

Exercícios Resolvidos

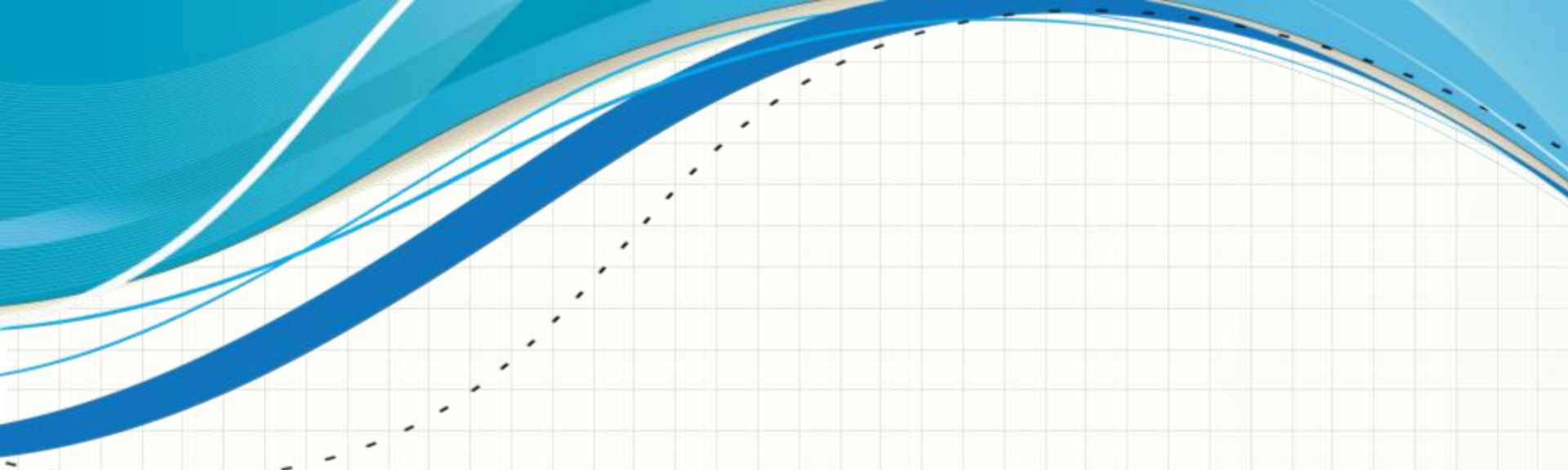
1. Complete a planilha abaixo

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,601 1,199	30,2				865,426	
E2	2,120 1,722	29,8					
E2	1,395 0,999	31,3					
E3	1,780 1,378	32,2					
E4	1,557 1,121	28,7					
E5	2,218 1,812	29,6					
E5	2,032 1,615	30,1					
E6	1,758 1,342	33,2					

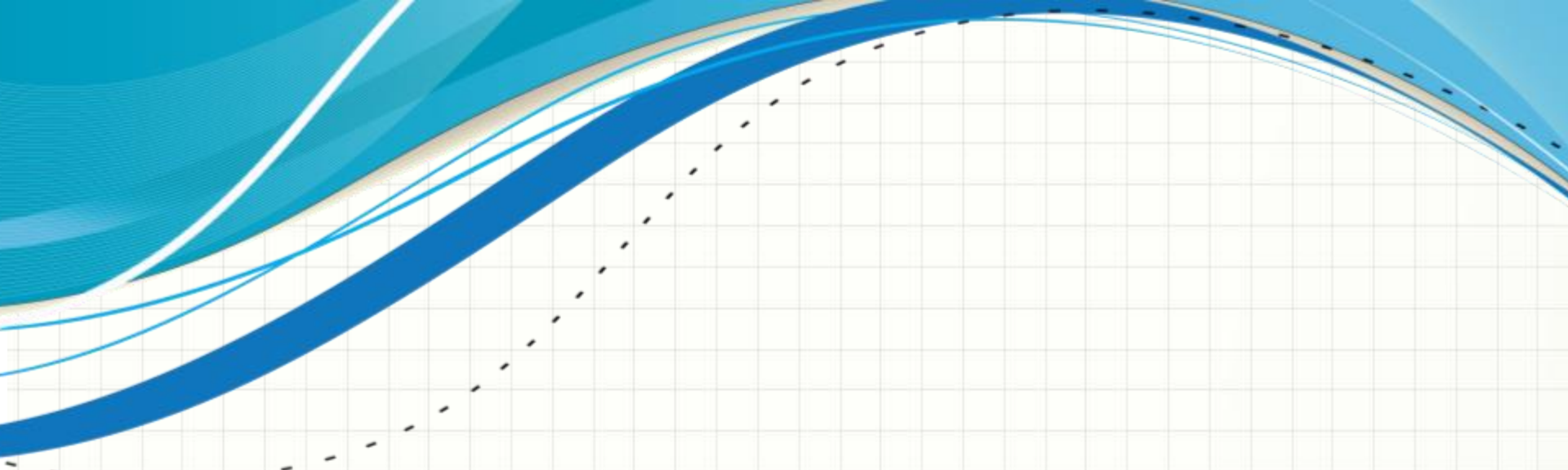
Exercícios Resolvidos

1. Complete a planilha abaixo

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,601 1,199	30,2	1,400			865,426	
E2	2,120 1,722	29,8		1,921		864,905	
E2	1,395 0,999	31,3	1,197				
E3	1,780 1,378	32,2			1,579	864,523	
E4	1,557 1,121	28,7			1,339	864,763	
E5	2,218 1,812	29,6		2,015		864,087	
E5	2,032 1,615	30,1	1,823				
E6	1,758 1,342	33,2		1,550		864,360	



PAUSA PARA O CAFÉ



ERRO TOLERÁVEL

Erro Tolerável

- Imagine: sabemos a cota de 2 extremos
- Queremos medir as cotas intermediárias
- Vamos medir uma a uma...



Erro Tolerável

- Imagine: sabemos a cota de 2 extremos
- Queremos saber as cotas intermediárias
- Vamos fazer uma interpolação...

$240,004 \neq 240,000$!

Esse erro é tolerável?



Erro Tolerável

- O erro ser tolerável depende da:
 - Precisão do levantamento
 - Distância entre os pontos medidos com diferença de cota

- A fórmula para o erro tolerável é:

$$f = k \cdot \sqrt{s}$$

- f – Erro tolerável (em mm);
- k – Cte. de precisão do levantamento (usamos $10\text{mm}/\text{km}^{1/2}$);
- s – Distância entre os pontos, em km.

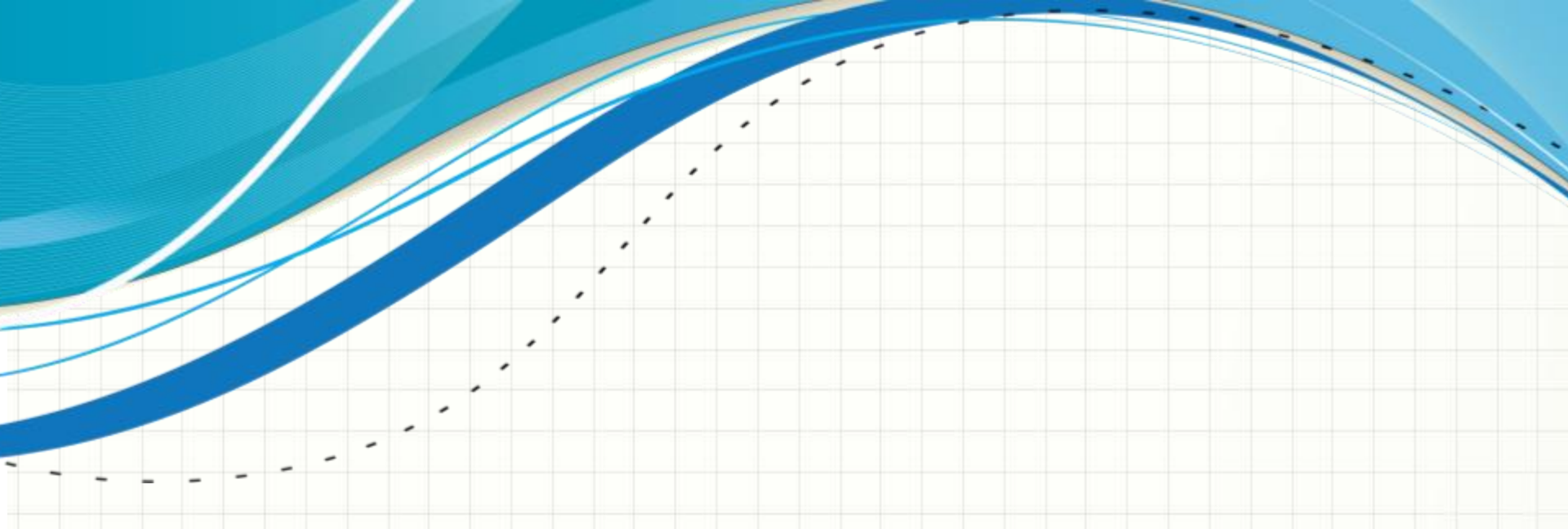
$$f = 10 \cdot \sqrt{s}$$

Erro Tolerável

- No caso do exemplo:
 - $k = 10\text{mm/km}^{1/2}$
 - $s = 0,85\text{km}$

$$f = 10 \cdot \sqrt{0,85}$$

- $f = 9,2\text{mm}$
- Valor obtido tem uma diferença de 4mm
- O erro é tolerável!



DISTRIBUINDO O ERRO

Distribuindo o Erro

Erro de 4mm!

- E se descobrirmos que $N(E7) = 865,522$?

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	
E3	2,314 1,880	38,9	2,097				
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831	
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245	
E6	2,032 1,615	42,5	1,823				
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518	

Distribuindo o Erro

- Primeiro, verificamos se o erro é tolerável

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	
E2	2,123 1,722	40,1			1,923	865,001	
E3	2,095 1,656	39,2					
E3	2,314 1,880	38,9	2,097				
E4	1,557 1,121	43,4					
E6	2,317 1,712	43,6					
E6	2,032 1,615	42,5	1,823				
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518	

Pontos de detalhe não entram na conta da distância total!

Distribuindo o Erro

- Primeiro, verificamos se o erro é tolerável

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	
E2	2,123 1,722	40,1			1,923	865,001	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	
E3	2,314 1,880	38,9	2,097				
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831	
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245	
E6	2,032 1,615	42,5	1,823				
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518	

SOMA: 246,5 $f = 10 \cdot \sqrt{0,2465}$ $f = 5mm$

Distribuindo o Erro

- Primeiro, verificamos se o erro é tolerável

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	
E2	2,123 1722					865,001	
E3	2,095 1,656					865,073	
E3	2,314 1,880						
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831	
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245	
E6	2,032 1,615	42,5	1,823				
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518	

4mm < 5mm → OK!

SOMA: 246,5 $f = 10 \cdot \sqrt{0,2465}$ $f = 5mm$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	
E3	2,314 1,880	38,9	2,097				
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831	
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245	
E6	2,032 1,615	42,5	1,823				
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518	

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001		
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073		
E3	2,314 1,880	38,9	2,097					
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831		
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245		
E6	2,032 1,615	42,5	1,823					
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518		

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001		
E3	2,095 1,656	39,2	RN → E2 : 80,7m $80,7 * 0,0162 = 1,3\text{mm}$					
E3	2,314 1,880	38,9						
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831		
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245		
E6	2,032 1,615	42,5	1,823					
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518		

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2	RN → E2 : 80,7m $80,7 * 0,0162 = 1,3\text{mm}$					
E3	2,314 1,880	38,9						
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831		
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245		
E6	2,032 1,615	42,5	1,823					
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518		

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073		
E3	2,314 1,880	38,9						
E4	1,557 1,121	43,4						
E6	2,317 1,712	43,6						
E6	2,032 1,615	42,5	1,823					
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518		

RN → E3 : 79,8m
 $79,8 * 0,0162 = 1,3\text{mm}$

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	+1	
E3	2,314 1,880	38,9						
E4	1,557 1,121	43,4						
E6	2,317 1,712	43,6						
E6	2,032 1,615	42,5	1,823					
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518		

RN → E3 : 79,8m
 $79,8 * 0,0162 = 1,3\text{mm}$

SOMA: 246,5 4 / 246,5 = 0,0162 mm / m

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	+1	
E3	2,314 1,880	38,9	2,097					
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831		
E6	2,317 1,712	43,6	RN→E4 : 162,1m $162,1 * 0,0162 = 2,6\text{mm}$					
E6	2,032 1,615	42,5						
E7	1,748 1,352	41,7						

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	+1	
E3	2,314 1,880	38,9	2,097					
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831	+3	
E6	2,317 1,712	43,6						
E6	2,032 1,615	42,5						
E7	1,748 1,352	41,7						

RN → E4 : 162,1m
 $162,1 \times 0,0162 = 2,6\text{mm}$

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1.923	865.001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2					+1	
E3	2,314 1,880	38,9						
E4	1,557 1,121	43,4					+3	
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245		
E6	2,032 1,615	42,5	1,823					
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518		

RN→E6 : 162,3m
 $162,3 * 0,0162 = 2,6\text{mm}$

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1.923	865.001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2					+1	
E3	2,314 1,880	38,9						
E4	1,557 1,121	43,4					+3	
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245	+3	
E6	2,032 1,615	42,5	1,823					
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518		

RN→E6 : 162,3m
 $162,3 * 0,0162 = 2,6\text{mm}$

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	+1	
E3	2,314 1,880	38,9						
E4	1,557 1,121	43,4					+3	
E6	2,317 1,712	43,6					+3	
E6	2,032 1,615	42,5						
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518		

RN → E7 : 246,5m
 $246,5 * 0,0162 = 4,0\text{mm}$

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

- Se é tolerável, vamos dividir o erro

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	+1	
E3	2,314 1,880	38,9						
E4	1,557 1,121	43,4					+3	
E6	2,317 1,712	43,6					+3	
E6	2,032 1,615	42,5						
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518	+4	

RN → E7 : 246,5m
 $246,5 * 0,0162 = 4,0\text{mm}$

SOMA: 246,5 $4 / 246,5 = 0,0162 \text{ mm / m}$

Distribuindo o Erro

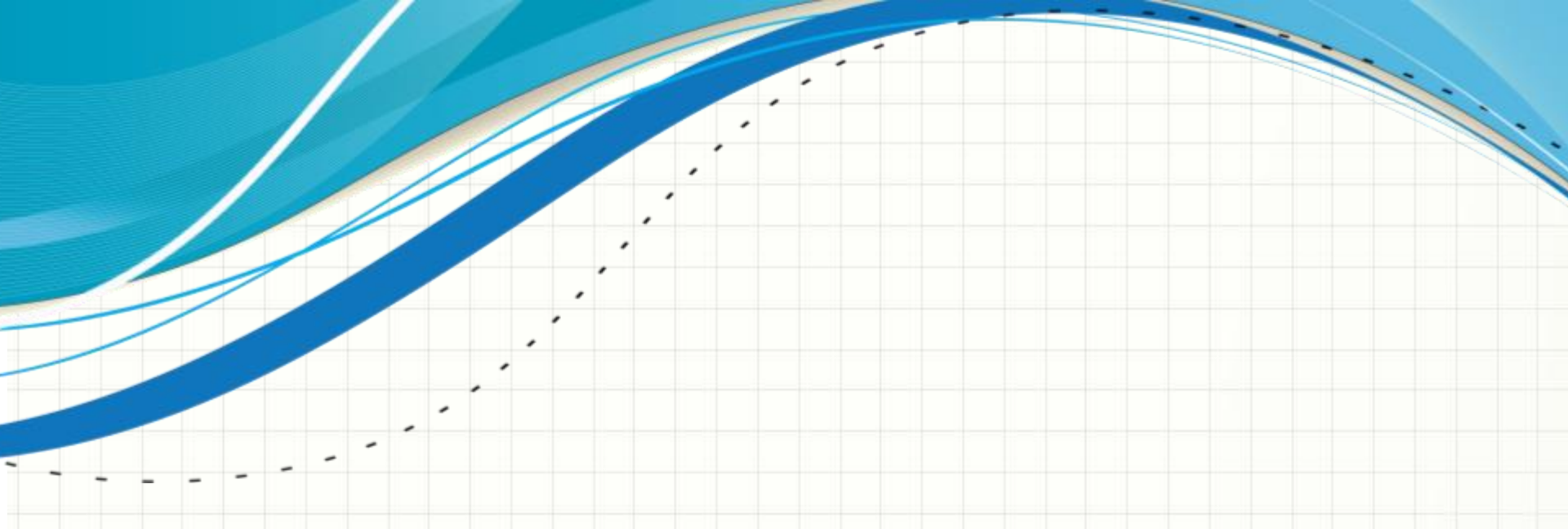
- Finalmente, indicamos a altitude

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	+1	
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	+1	
E3	2,314 1,880	38,9	2,097					
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831	+3	
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245	+3	
E6	2,032 1,615	42,5	1,823					
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518	+4	

Distribuindo o Erro

- Finalmente, indicamos a altitude

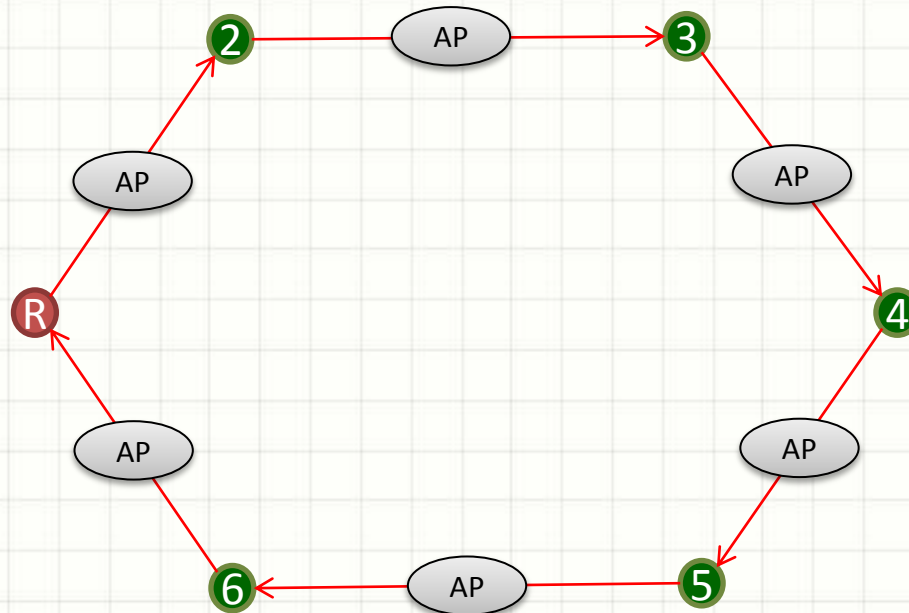
Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Detalhe (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498			865,426	+0	865,426
E2	2,123 1722	40,1			1,923	865,001	+1	865,002
E3	2,095 1,656	39,2		1,851		865,073	+1	865,074
E3	2,314 1,880	38,9	2,097					
E4	1,557 1,121	43,4			1,339	865,831	+3	865,834
E6	2,317 1,712	43,6		1,925		865,245	+3	865,248
E6	2,032 1,615	42,5	1,823					
E7	1,748 1,352	41,7		1,550		865,518	+4	865,522



MEDINDO DIFERENÇAS DE COTA EM PERCURSO FECHADO

Percurso Fechado

- Mesmo quando não conhecemos 2 cotas...
 - Temos como avaliar o erro!
- Basta medirmos um percurso fechado
 - Ponto origem (RN) = Último ponto visado



Percurso Fechado

- Finalizaremos com uma planilha assim

Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498		865,426		
E2	2,123 1,722	40,1		1,923	865,001		
E2	2,995 2,603	39,2	2,799				
E3	2,045 1,665	38,9		1,851	865,949		
E3	2,314 1,880	43,4	2,097				
E4	1,557 1,121	43,6		1,339	866,707		
E4	2,317 1,712	42,5	1,925				
E5	2,032 1,615	41,7		1,823	866,809		
E5	1,748 1,352	39,6	1,550				
E6	2,775 2,386	38,9		2,580	865,779		
E6	1,698 1,286	41,2	1,492				
RN	2,055 1,647	40,8		1,851	865,420		

Percurso Fechado

- Finalizaremos com uma planilha assim

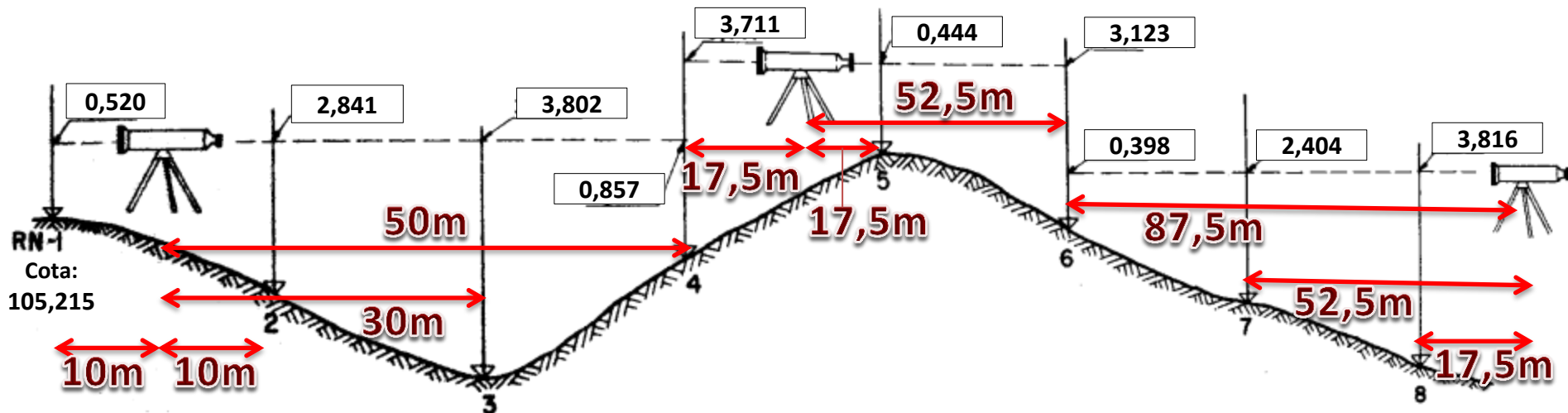
Ponto Visado	Estadia (m)	Distância (m)	Mira Ré (m)	Mira Vante (m)	Cota Provisória (m)	Ajuste (mm)	Altitude (m)
RN	1,701 1,295	40,6	1,498		865,426	+0	865,426
E2	2,123 1,722	40,1		1,923	865,001	+1	865,002
E2	2,995 2,603	39,2	2,799				
E3	2,045 1,665	38,9		1,851	865,949	+2	865,951
E3	2,314 1,880	43,4	2,097				
E4	1,557 1,121	43,6		1,339	866,707	+3	866,710
E4	2,317 1,712	42,5	1,925				
E5	2,032 1,615	41,7		1,823	866,809	+4	866,813
E5	1,748 1,352	39,6	1,550				
E6	2,775 2,386	38,9		2,580	865,779	+5	865,784
E6	1,698 1,286	41,2	1,492				
RN	2,055 1,647	40,8		1,851	865,420	+6	865,426

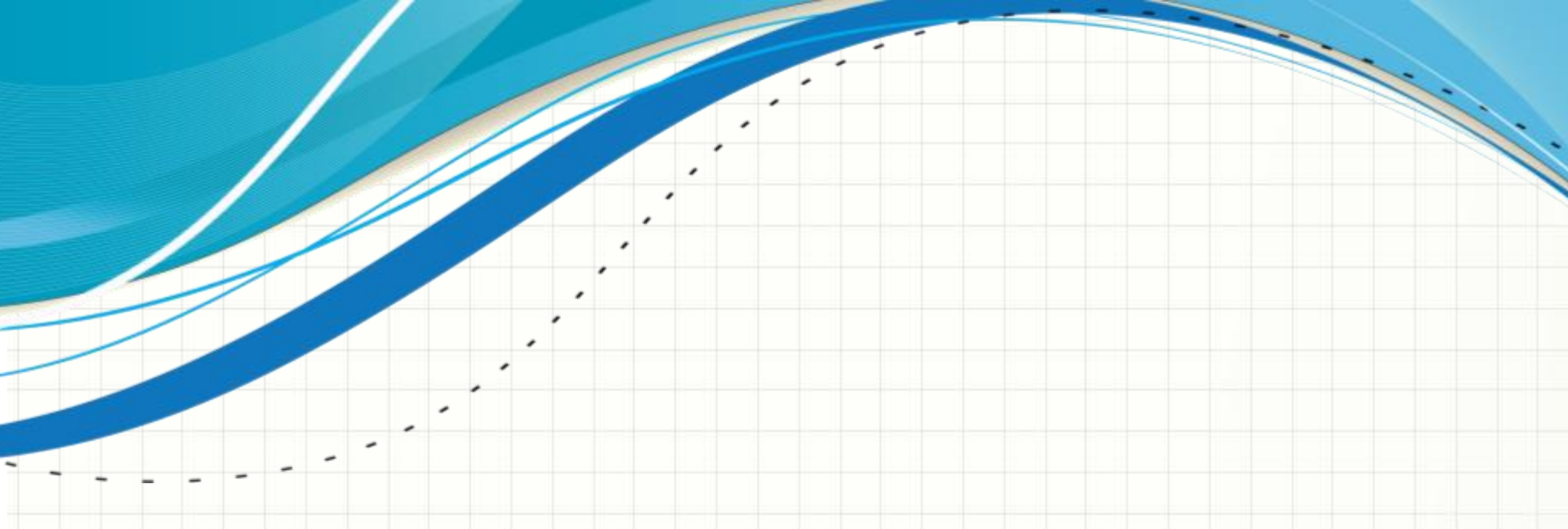


EXERCÍCIOS

Atividade (Quartetos/Entrega Individual)

- Para o perfil abaixo (não faça as correções):
 - Preencha a planilha completa (menos a estadia)
 - Calcule o erro máximo admissível
 - Corrija os níveis, sabendo que entre os extremos da linha principal (1-4-6-8), há um erro total de 3mm
 - Os níveis estão bem no meio da região desenhada

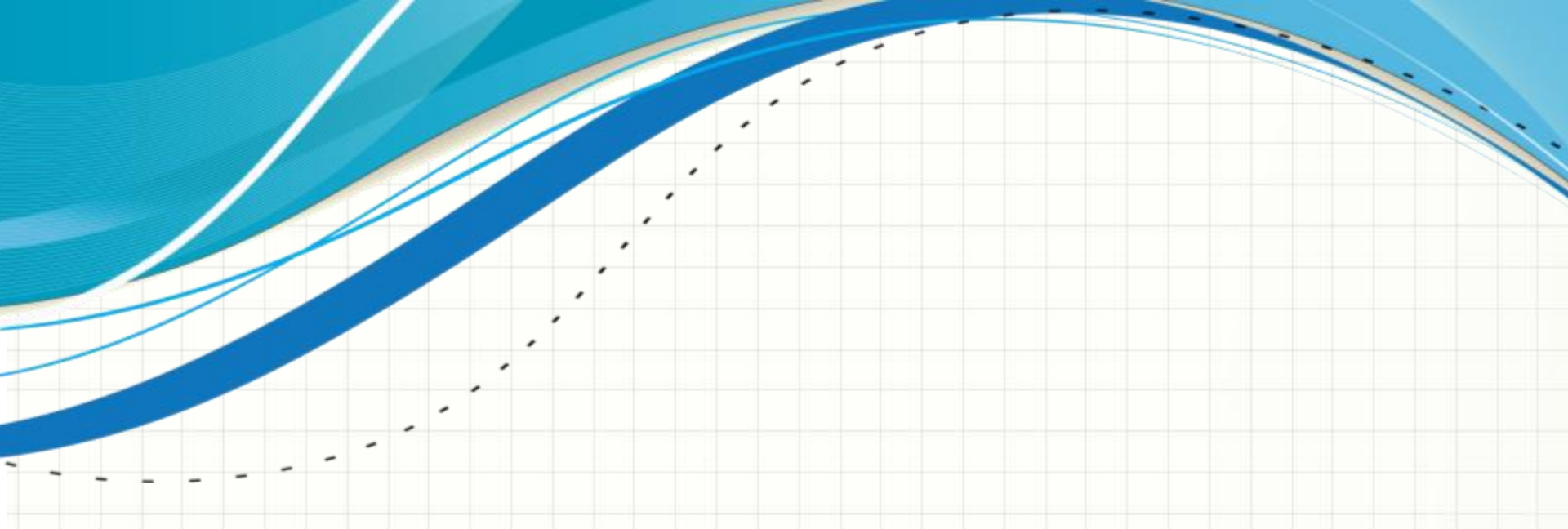




CONCLUSÕES

Resumo

- Diferenças de cota entre pontos distantes
 - É possível medir
 - A medida deve ser feita em etapas
 - Essa medição propaga erro: correção
 - Levantamento Poligonal
-
- Visada sempre possível
 - E se não for?
 - E se o terreno for muito íngreme?



PERGUNTAS?