



TOPOGRAFIA

ALTIMETRIA: CÁLCULO DE COTAS

Prof. Dr. Daniel Caetano

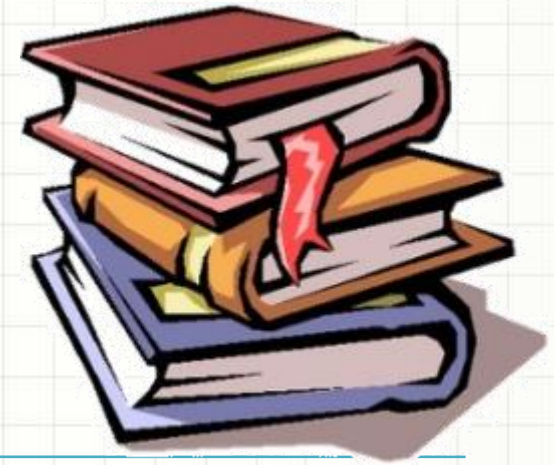
2013 - 2

Objetivos

- O que é uma cota
- Como se determina uma cota
- Nivelamento geométrico simples



Material de Estudo



Material

Acesso ao Material

Apresentação

<http://www.caetano.eng.br/>
(Topografia – Aula 4)

Material Didático

Topografia – Parte 2 – Págs 86-121

Biblioteca

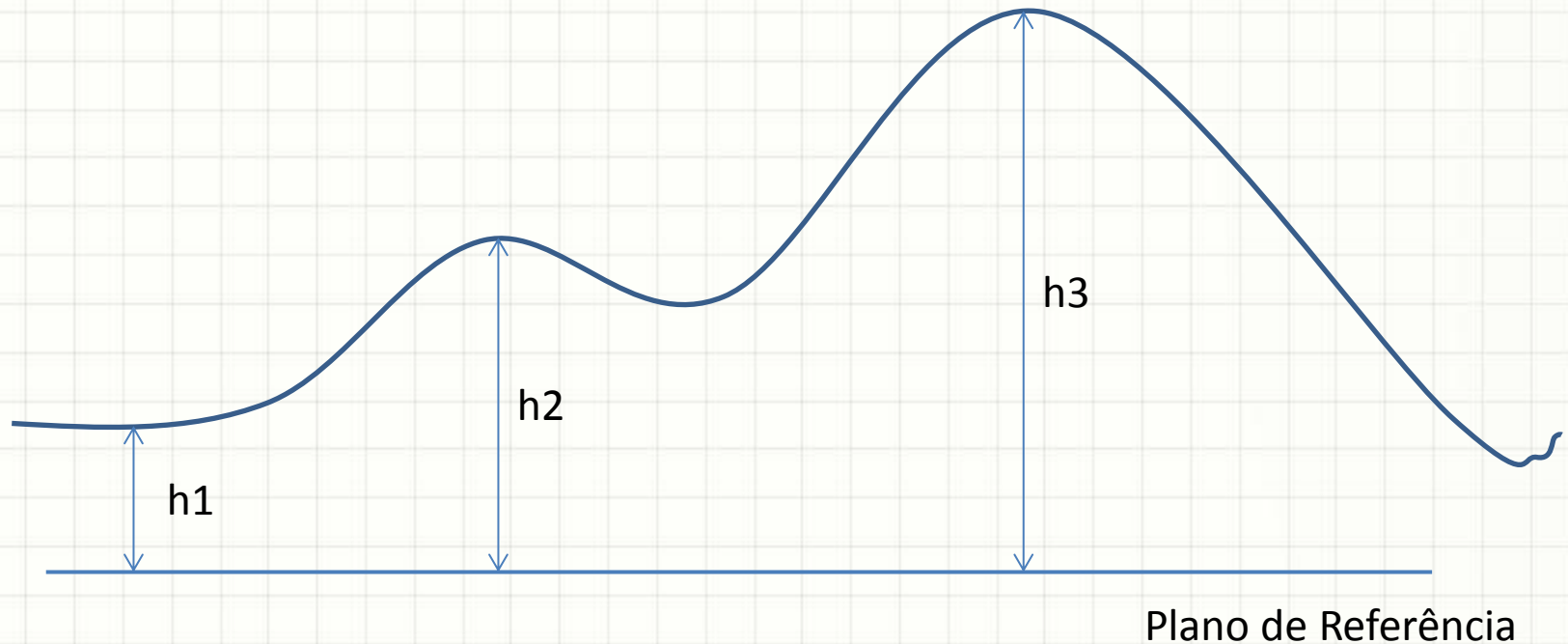
Topografia v.1 (Borges)



COTA E ALTITUDE

O que é cota?

- Cota: altura com relação a uma referência fixa
 - Referência é um plano horizontal



O que é cota?

- Referência usual: nível do mar
 - Cota → altitude



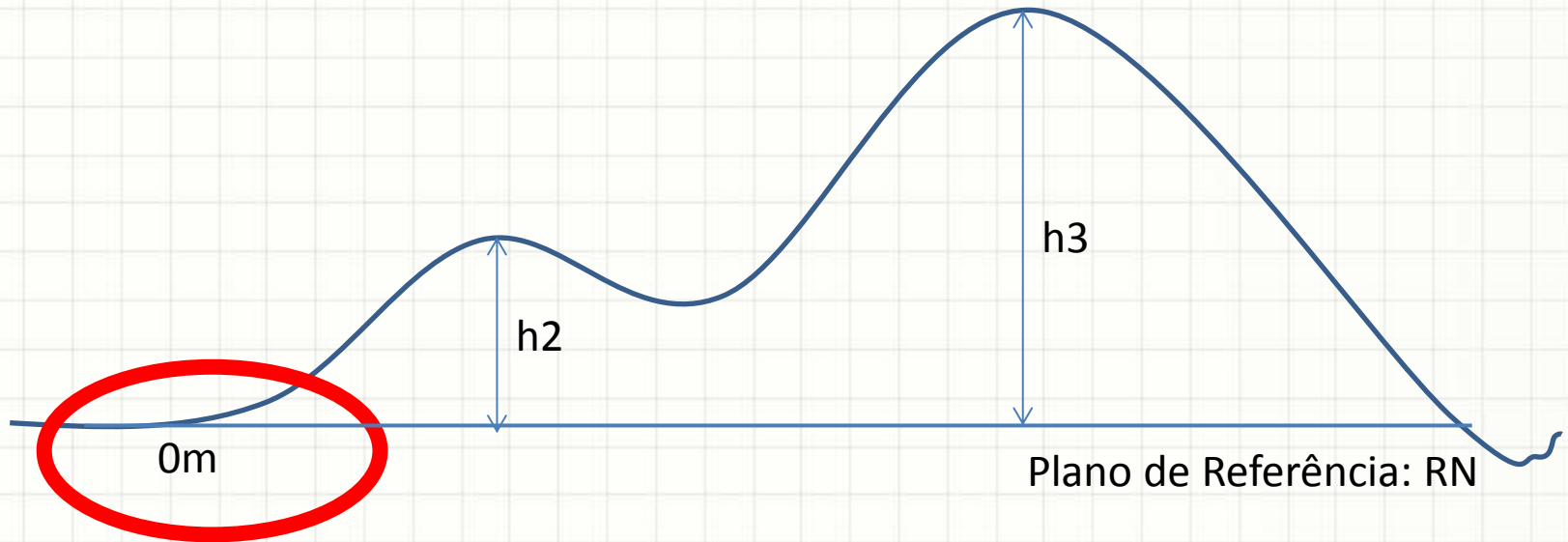
Como medir altitude?

- Em geral estamos longe do mar...



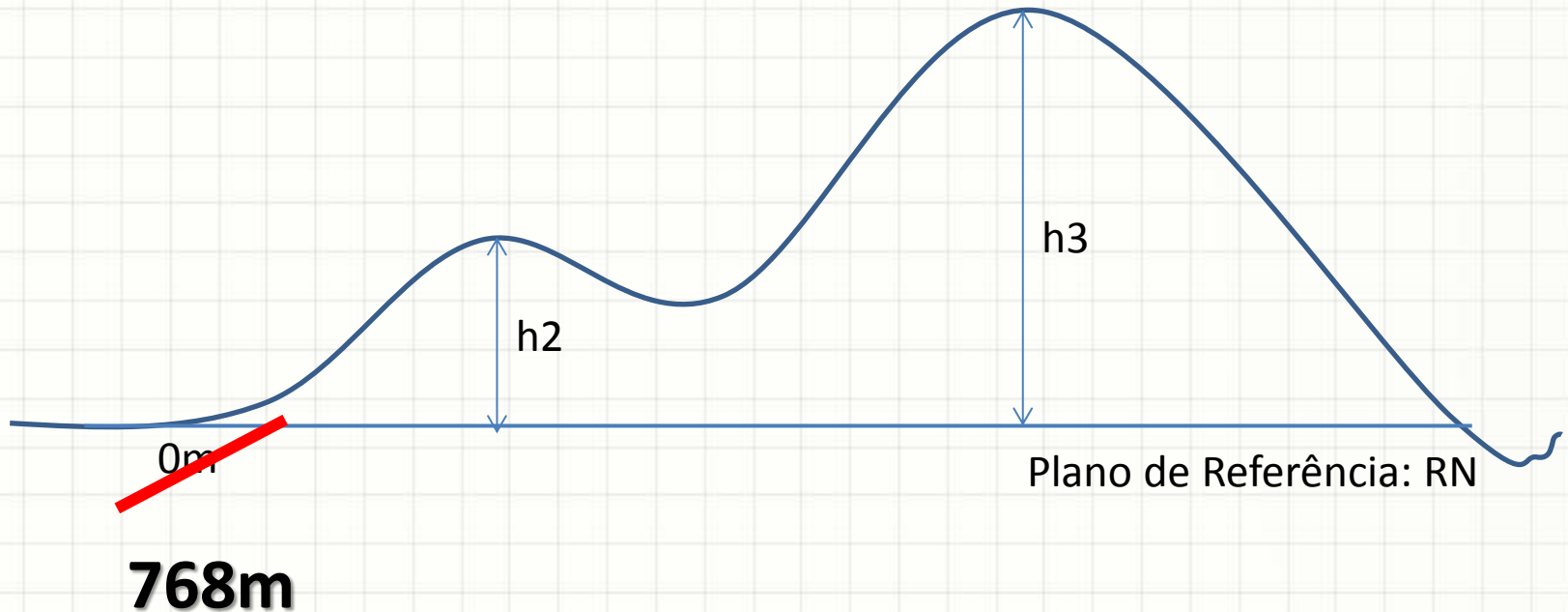
Cotas Relativas

- Cotas relativa a um ponto arbitrário
 - Definimos um valor arbitrário para ele



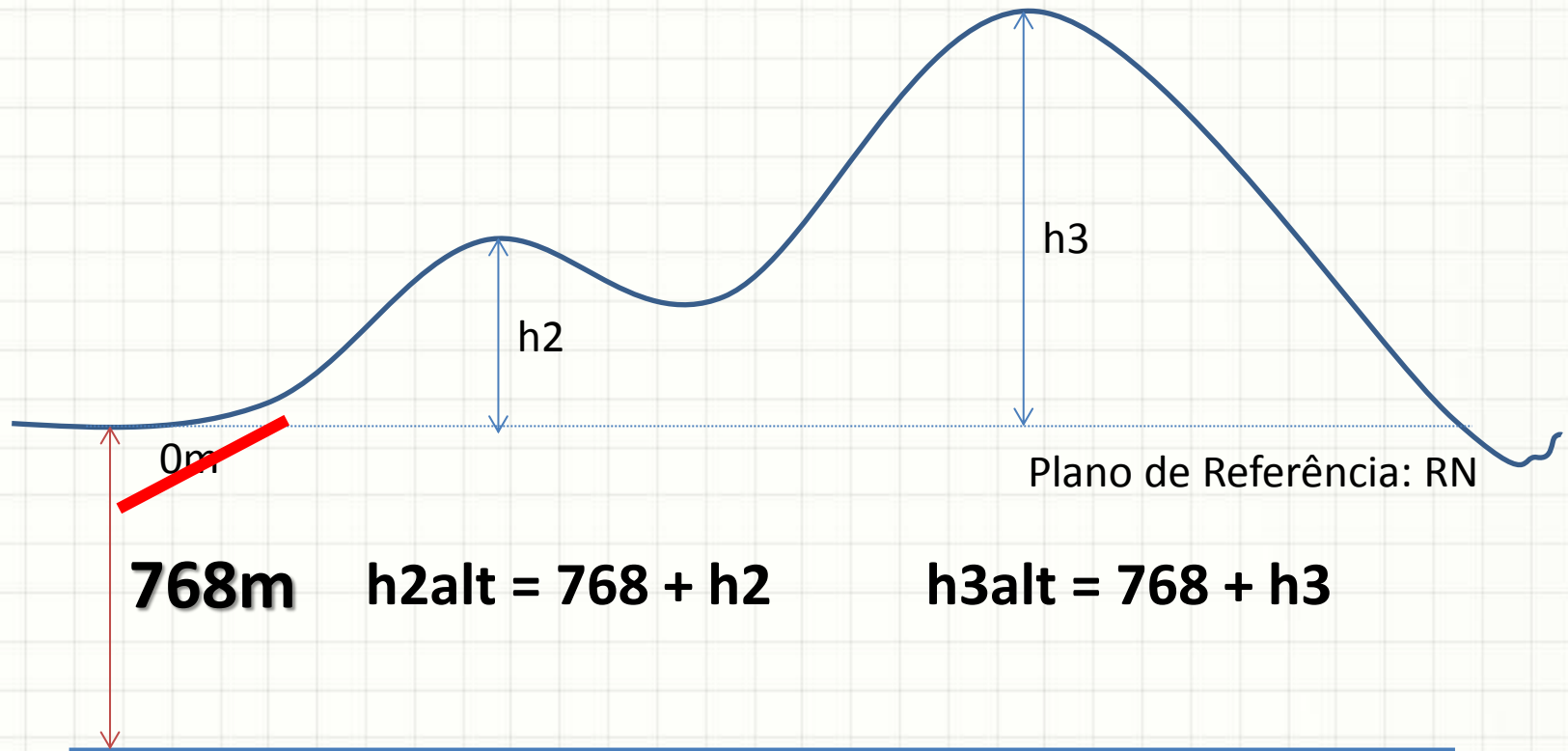
Cotas Relativas para Altitude

- Podemos fazer a conversão...
 - Se soubermos o valor real da altitude de um dos pontos



Cotas Relativas para Altitude

- Podemos fazer a conversão...
 - Se soubermos o valor da altitude de um dos pontos (RN)

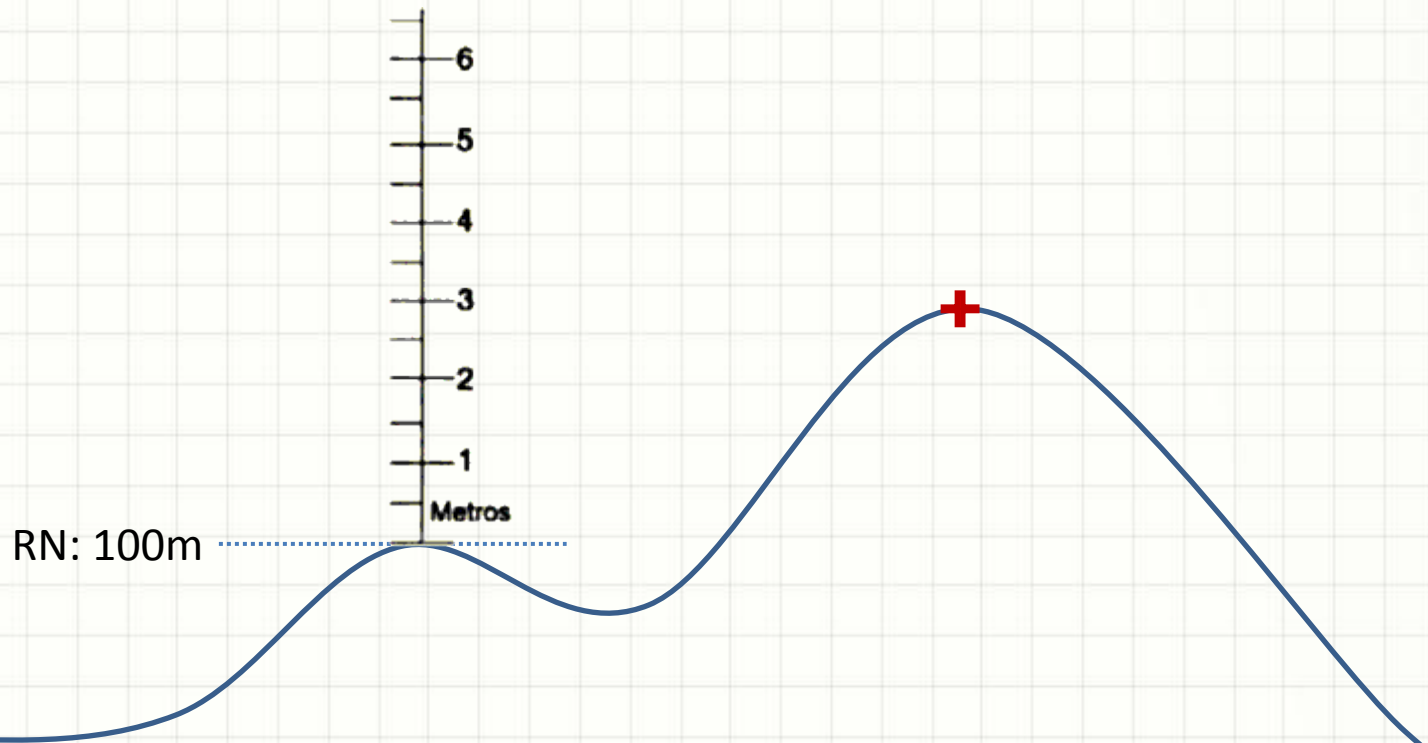




MEDINDO COTAS

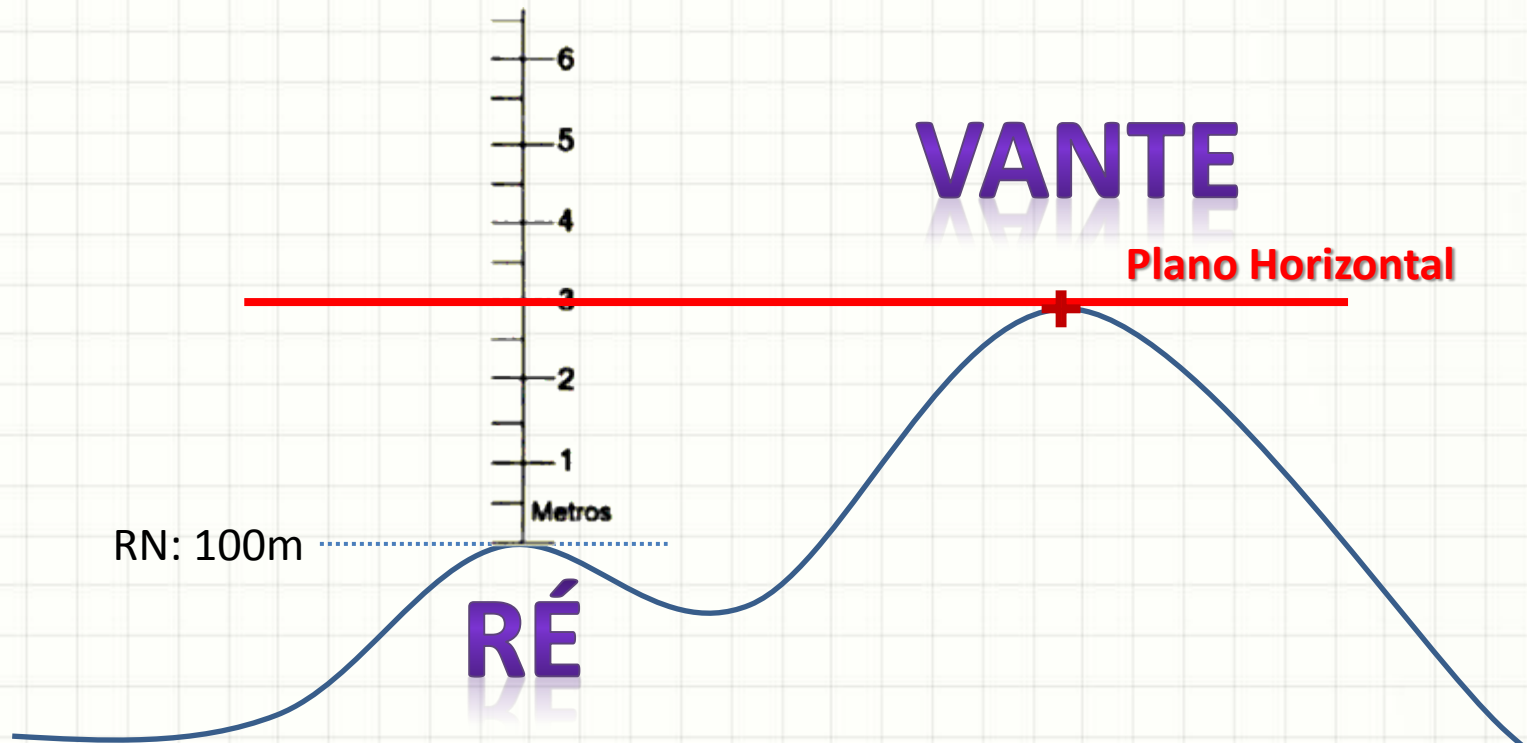
Medição de Cotas

- Como as cotas são relativas...
 - Sempre temos uma referência!
- Elas são determinadas medindo diferenças



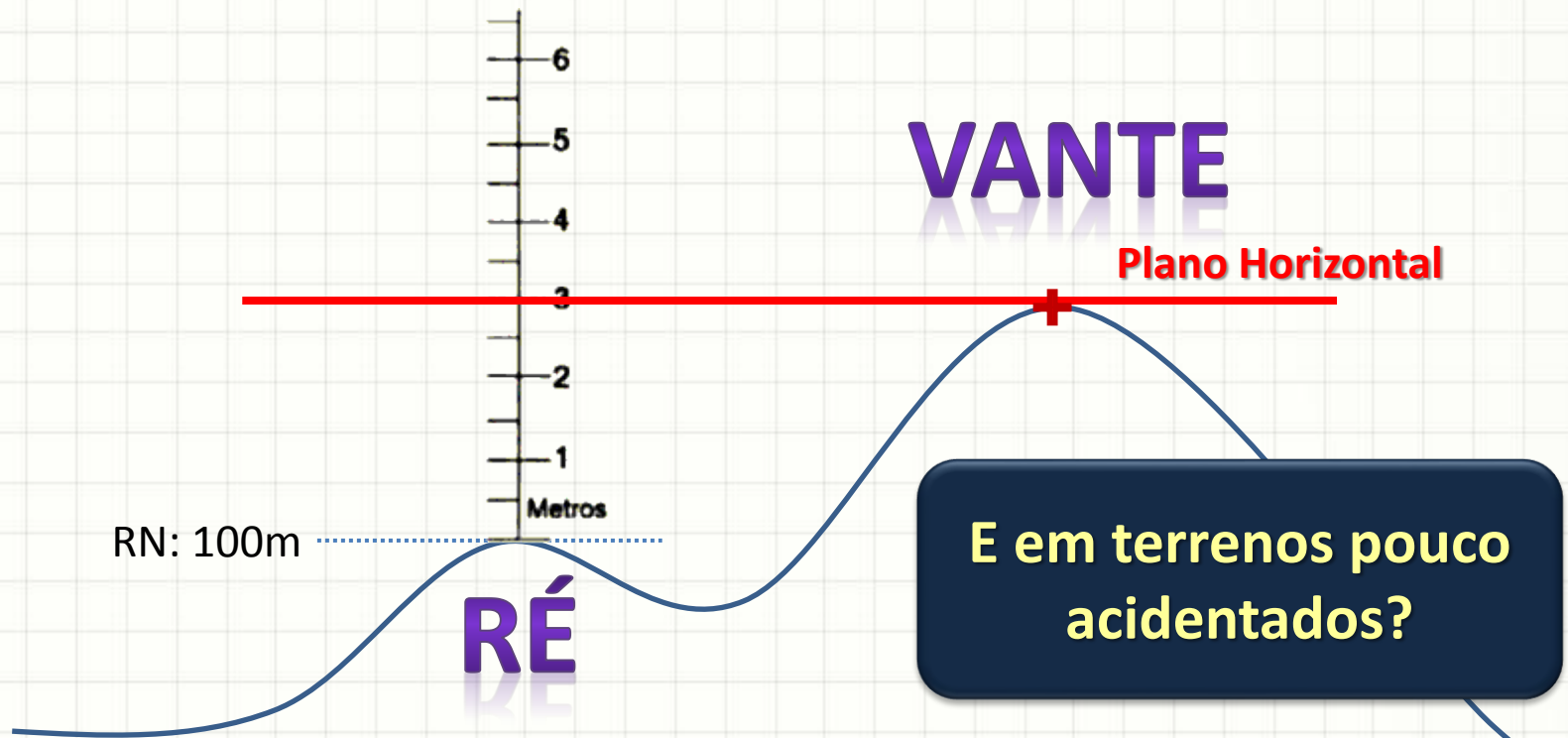
Medição de Cotas

- Como as cotas são relativas...
 - Sempre temos uma referência!
- Elas são determinadas medindo diferenças



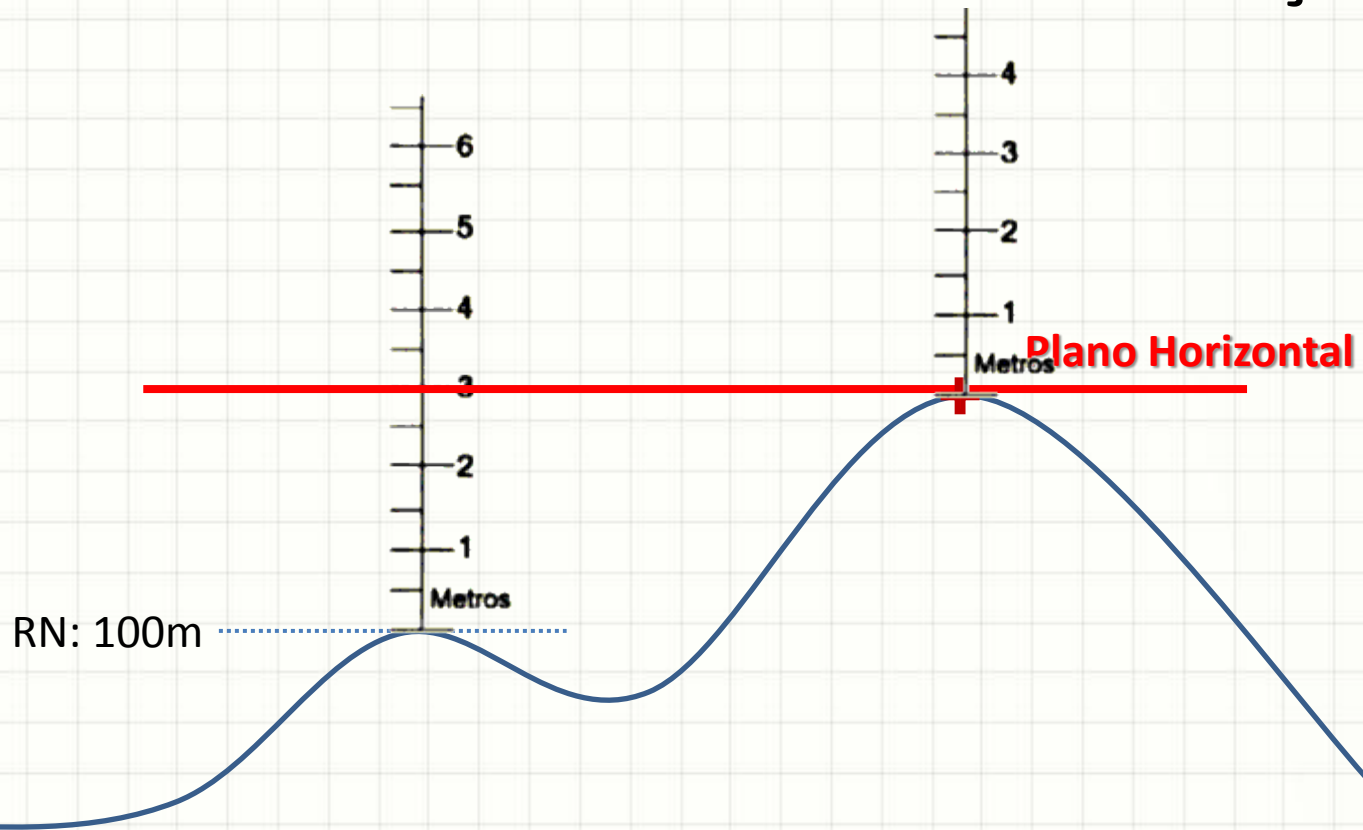
Medição de Cotas

- Como as cotas são relativas...
 - Sempre temos uma referência!
- Elas são determinadas medindo diferenças



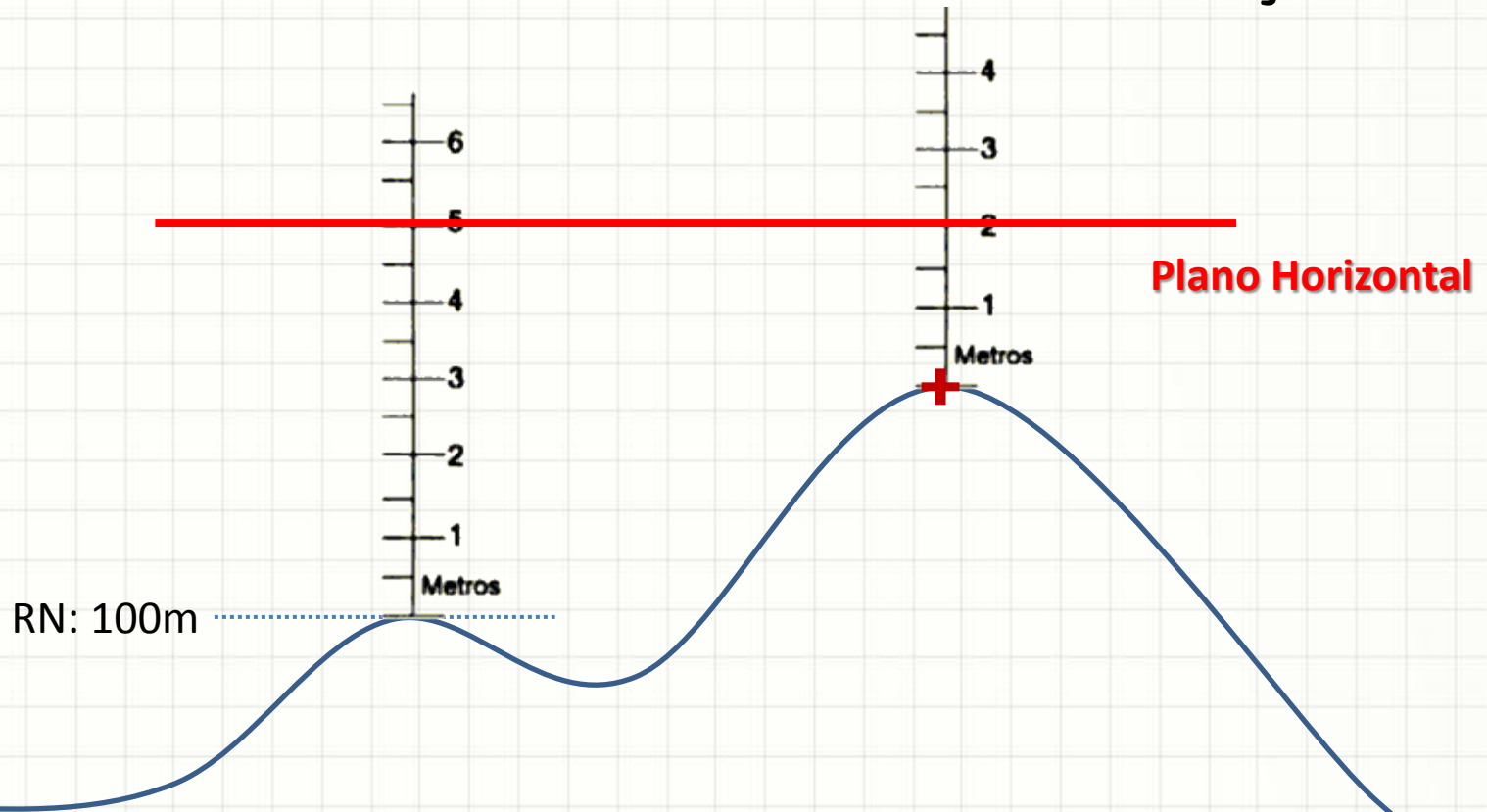
Medição de Cotas

- Como as cotas são relativas...
 - Sempre temos uma referência!
- Elas são determinadas medindo diferenças



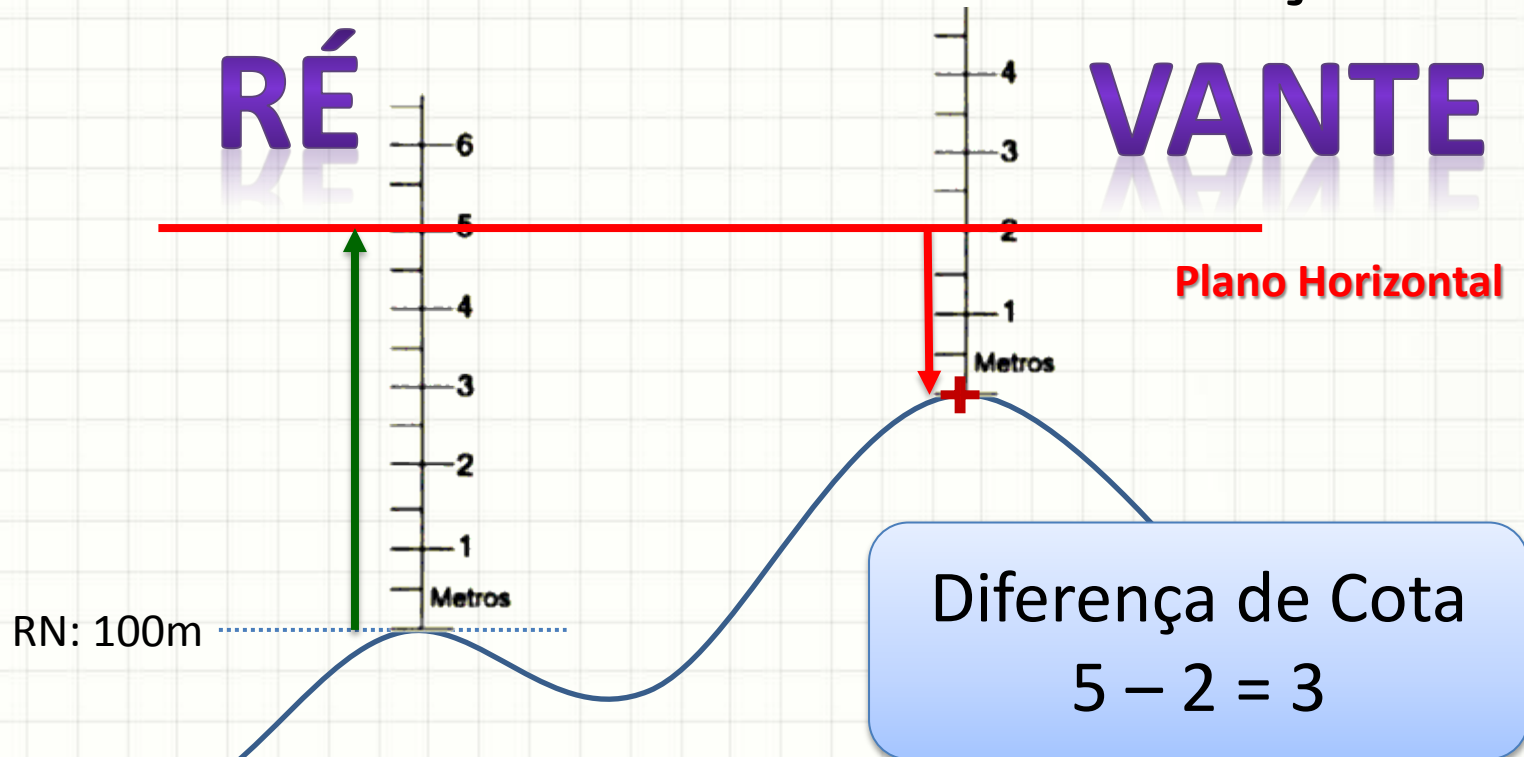
Medição de Cotas

- Como as cotas são relativas...
 - Sempre tempos uma referência!
- Elas são determinadas medindo diferenças



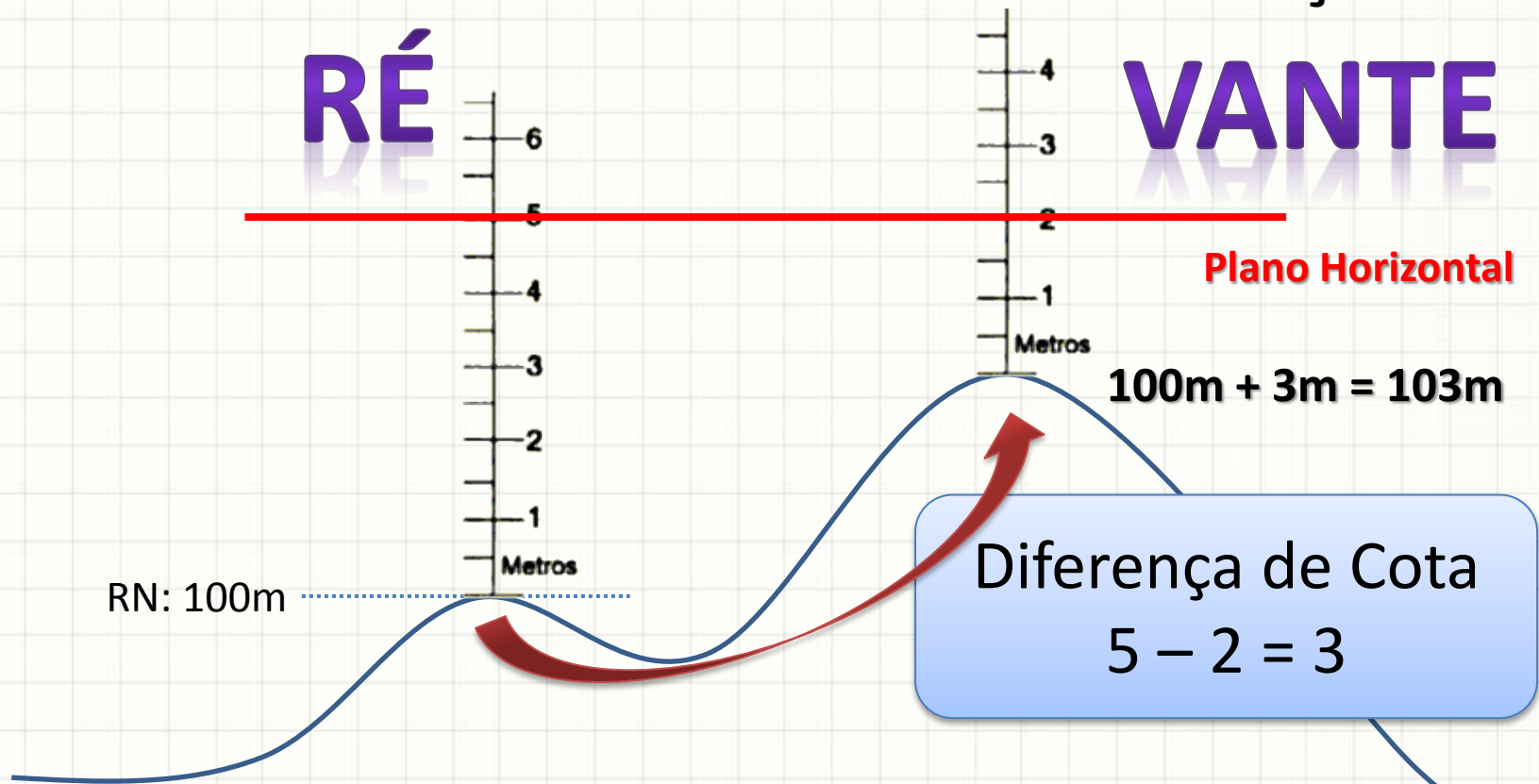
Medição de Cotas

- Como as cotas são relativas...
 - Sempre tempos uma referência!
- Elas são determinadas medindo diferenças



Medição de Cotas

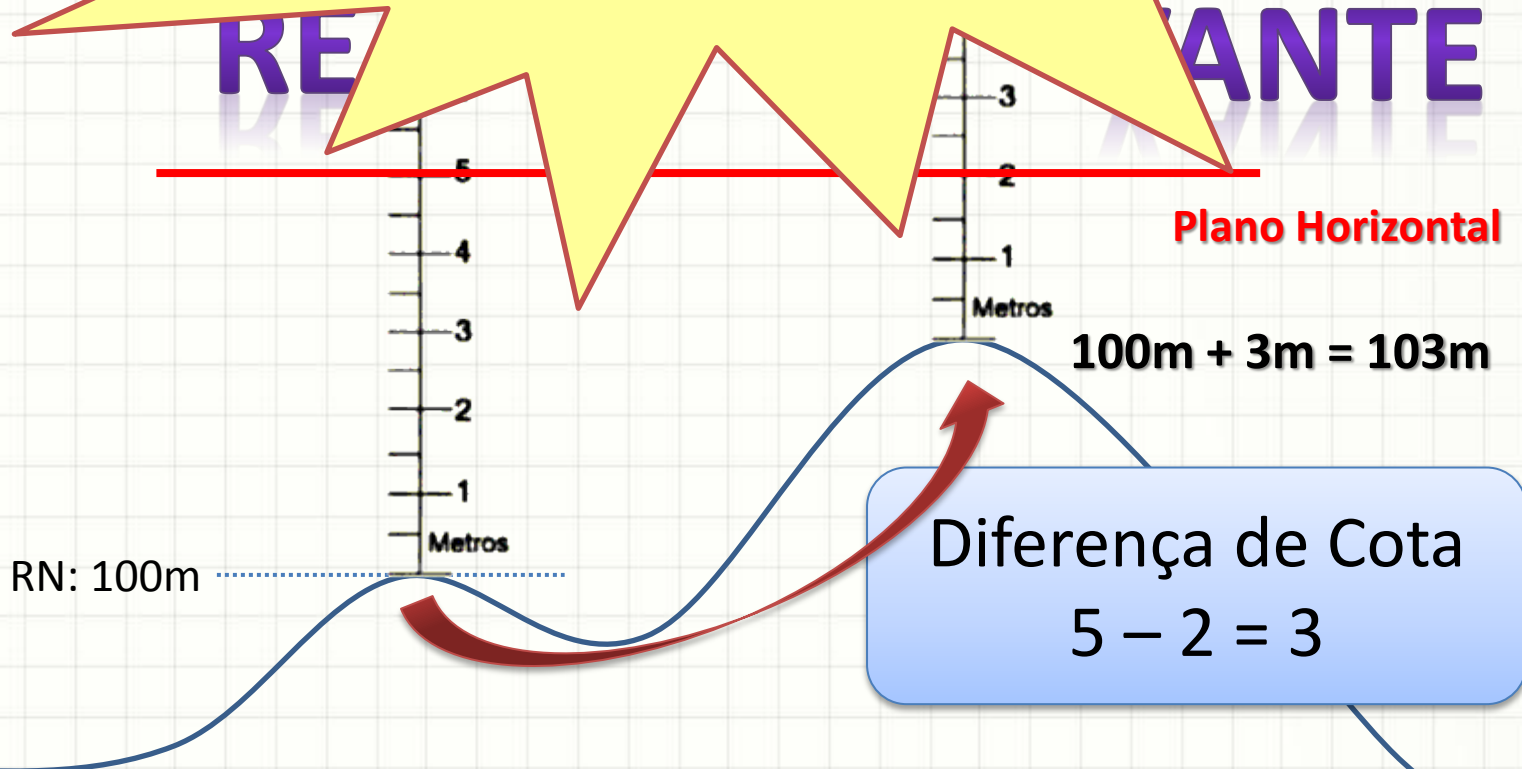
- Como as cotas são relativas...
 - Sempre tempos uma referência!
- Elas são determinadas medindo diferenças



Medição de Cotas

- Como as cotas são medidas:
 - Se as cotas são medidas em um plano horizontal, elas são cotas horizontais.
- Elas são cotas horizontais.

Mas como ter certeza de que estamos medindo na horizontal?

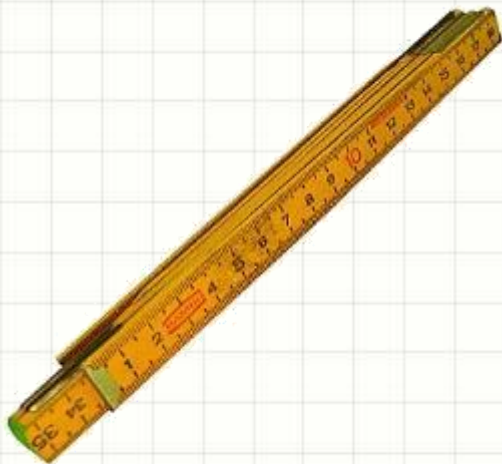




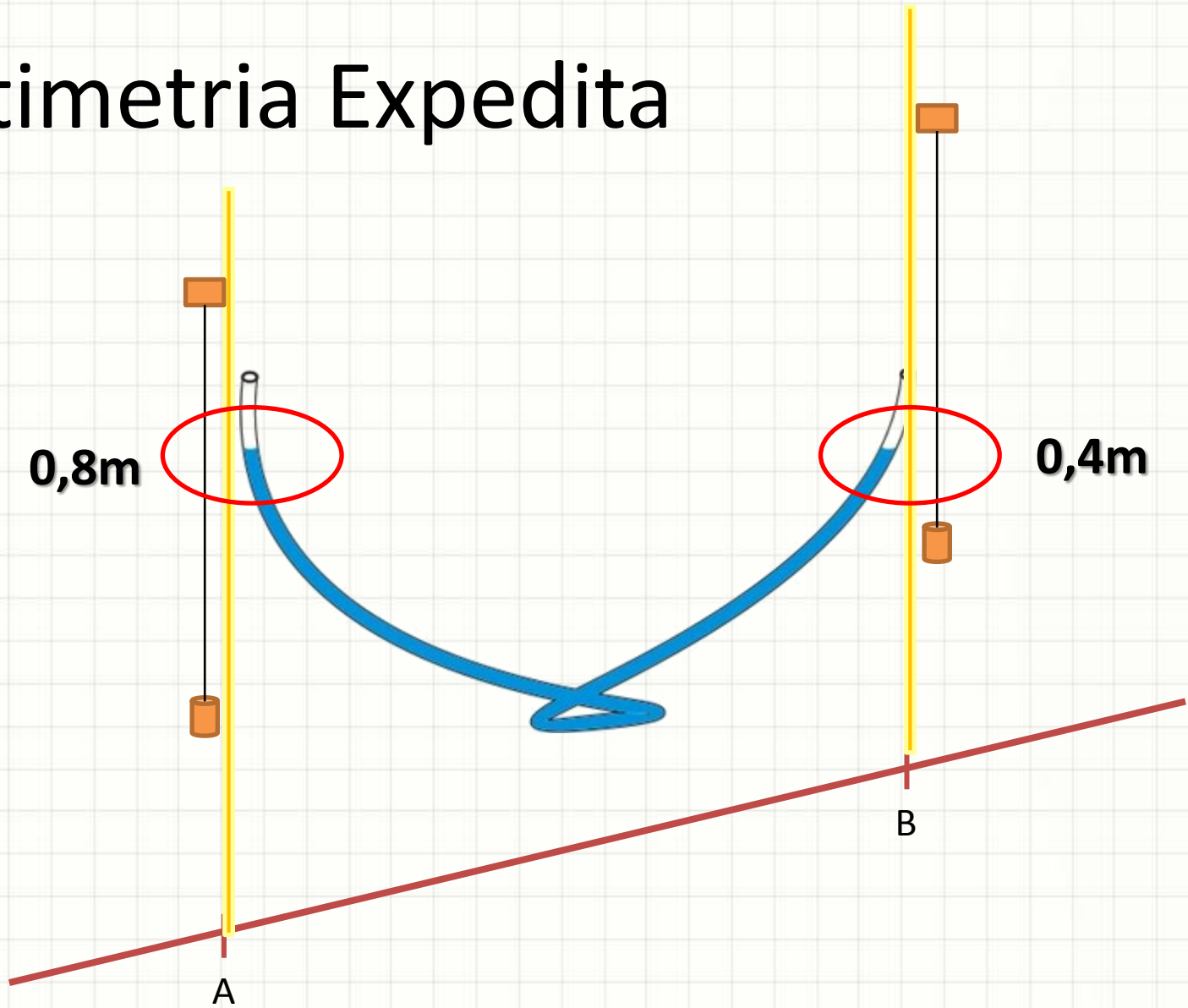
APARELHOS DE MEDIDA

Aparelhos de Medida

- Antes de mais nada...
 - Precisamos conhecer os instrumentos!
- Para levantamentos mais expeditos...
 - 2 Metros de bambu
 - 2 Prumos de centro
 - Mangueira de nível



Altimetria Expedita



Altimetria Expedita

- Limitações
 - Pequenas distâncias ($\sim 10\text{m}$)
 - Pequenos desníveis ($\sim 2\text{m}$)
- Vantagens
 - Precisão relativa
 - Equipamentos simples
 - Fácil de realizar

Altimetria em Campo

- Para medir com precisão em campo...
- Precisamos de um nível (ou teodolito)...
 - E de réguas!



Altimetria em Campo

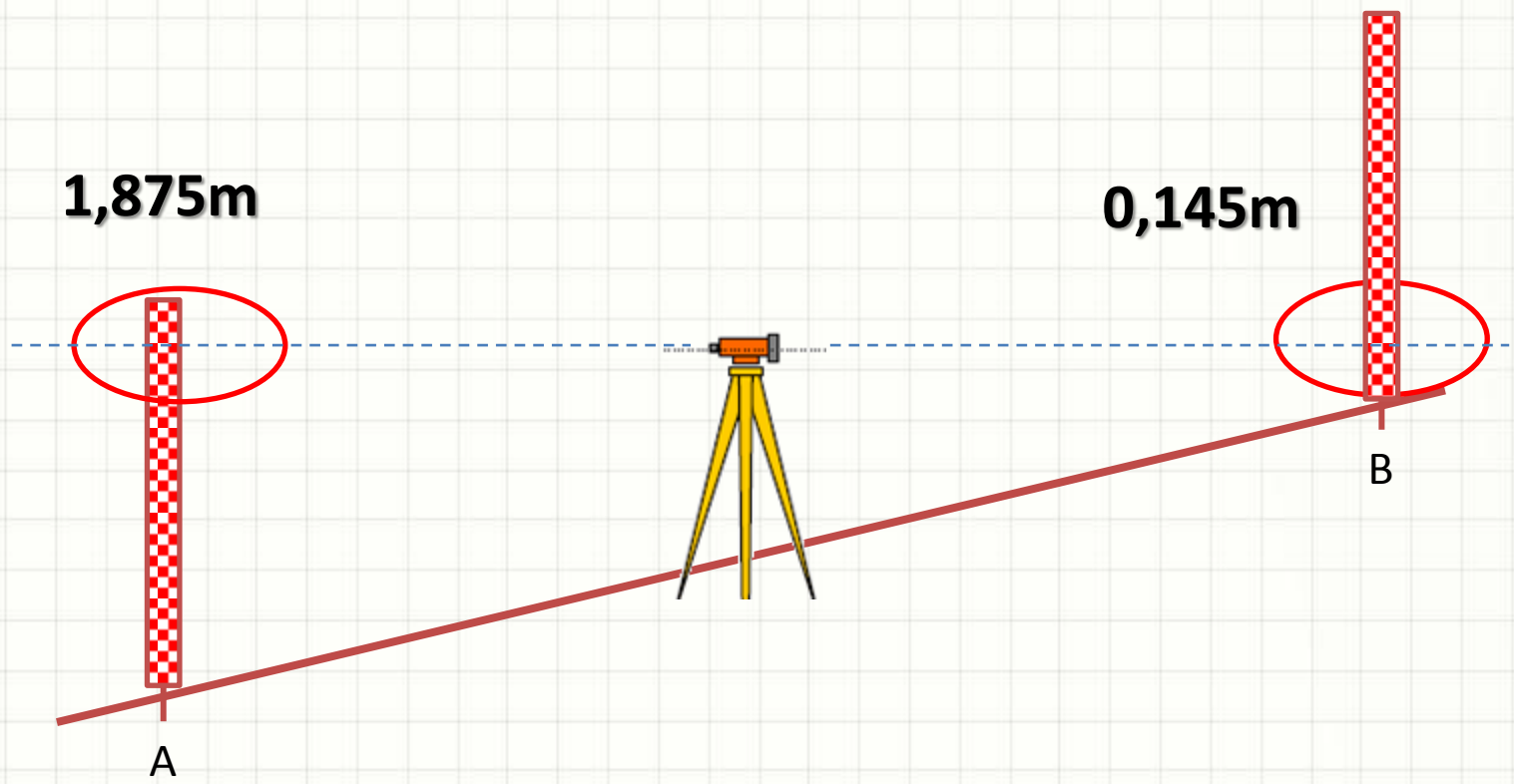
- O princípio da medida é o mesmo
 - Mangueira de nível → Nível
 - Metro de bambu → Régua

- É possível usar prumos
 - garantir a posição vertical da régua

Altimetria em Campo

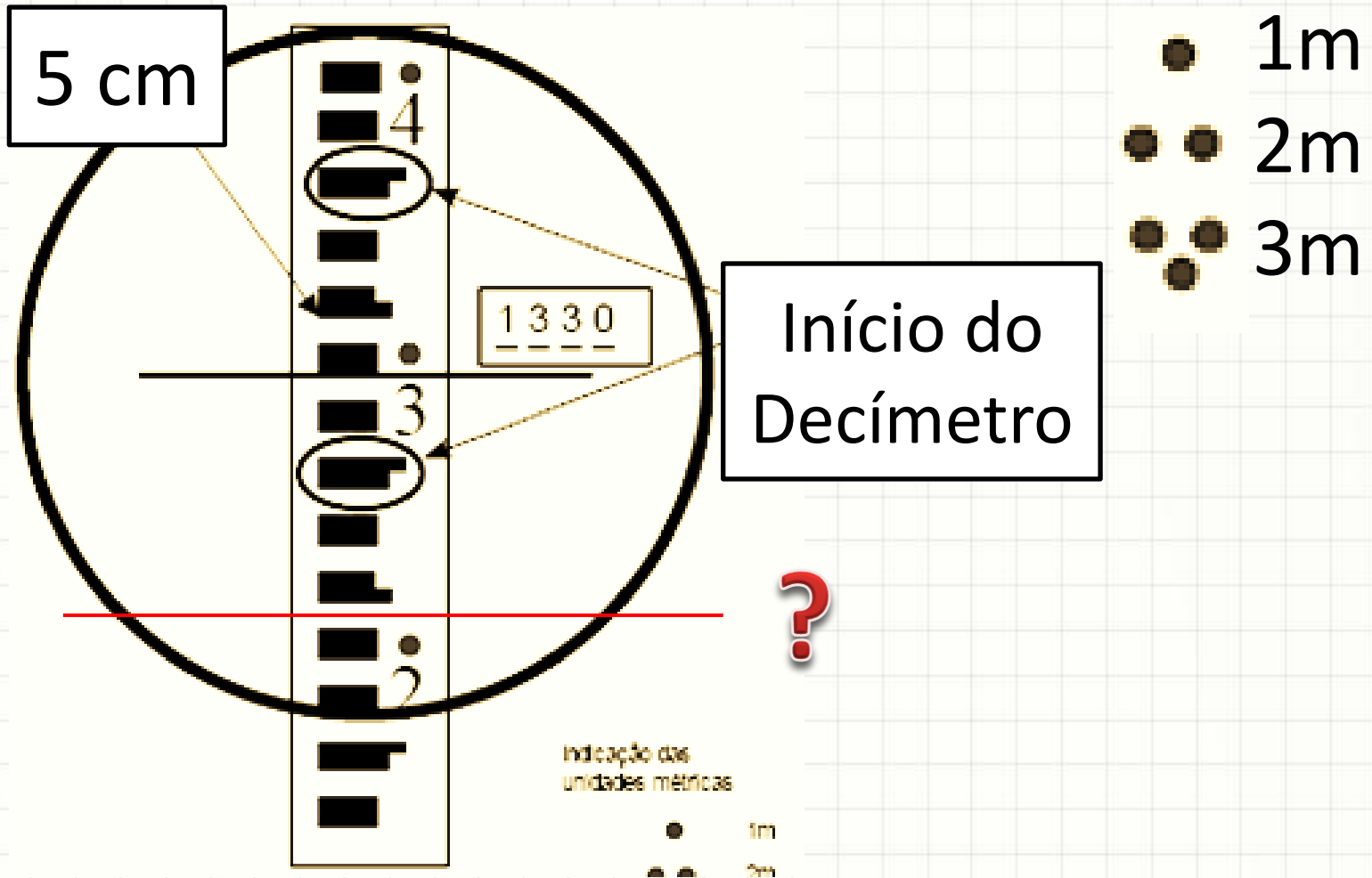
RÉ

VANTE



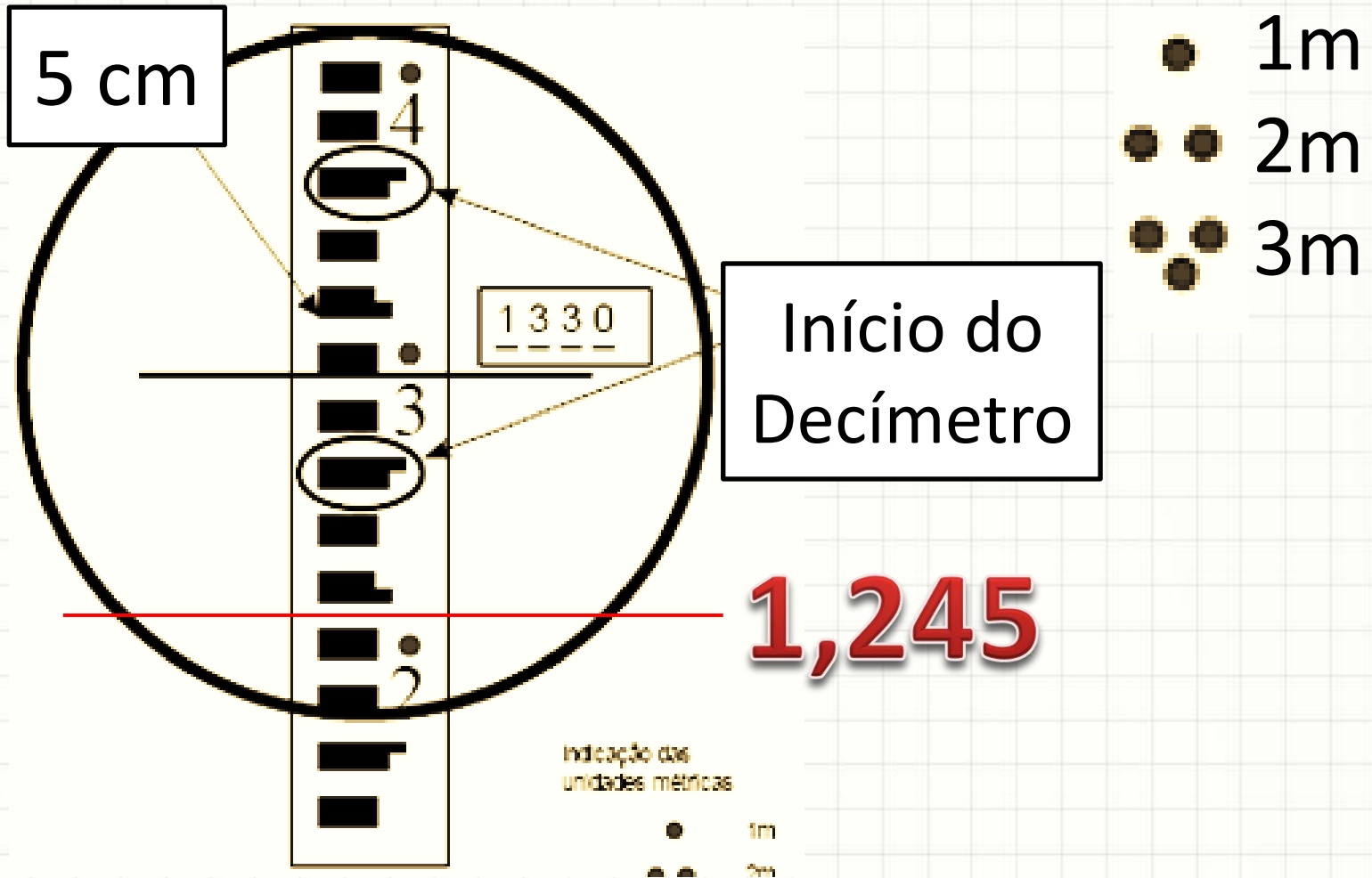
Como Ler a Régua

- A régua é projetada para ser lida à distância



Como Ler a Régua

- A régua é projetada para ser lida à distância



Como Ler a Régua

- Outro tipo de régua:





EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Exercícios Resolvidos

1. O referencial de nível foi definido em 200m. A partir dele, foram determinadas as seguintes cotas:

Estação	Cota (m)
RN	200,00
1	215,30
2	217,95
3	192,10

Quais seriam as cotas se o RN fosse 745m?

Exercícios Resolvidos

1. O referencial de nível foi definido em 200m. A partir dele, foram determinadas as seguintes cotas:

Quais seriam as cotas se o RN fosse 745m?

Estação	Cota (m)
RN	200,00
1	215,30
2	217,95
3	192,10

PASSO 1: Determinação da diferença

$$\Delta V = \text{RN}_{\text{real}} - \text{RN}_{\text{suposto}}$$

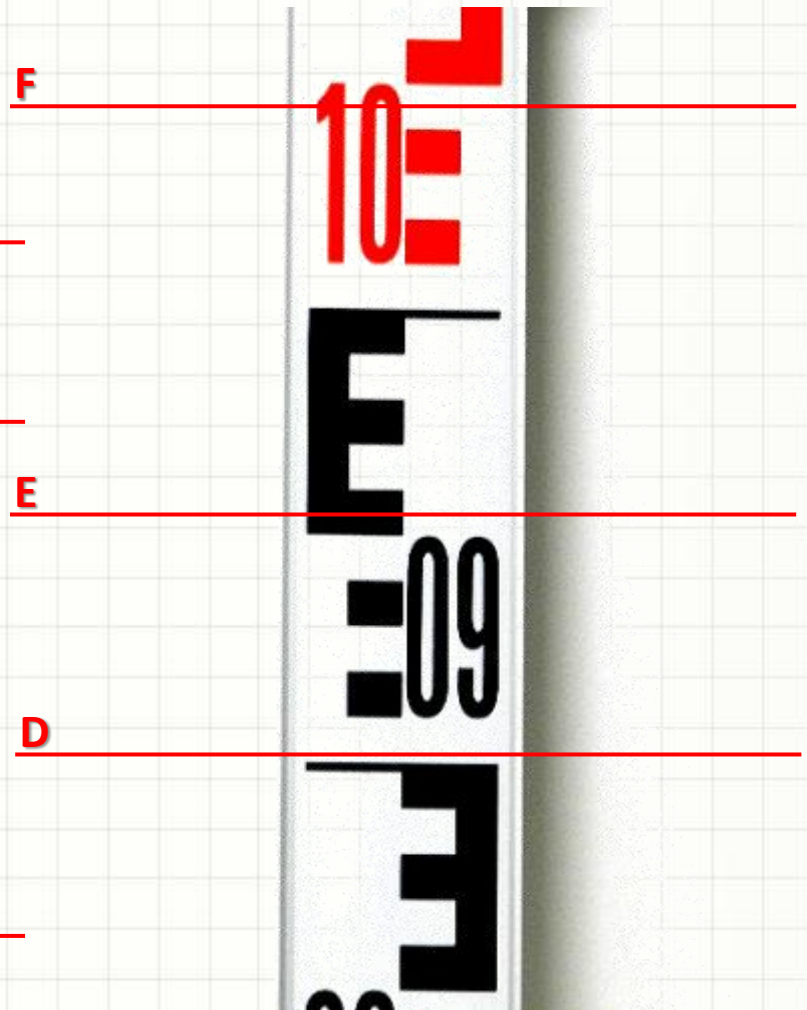
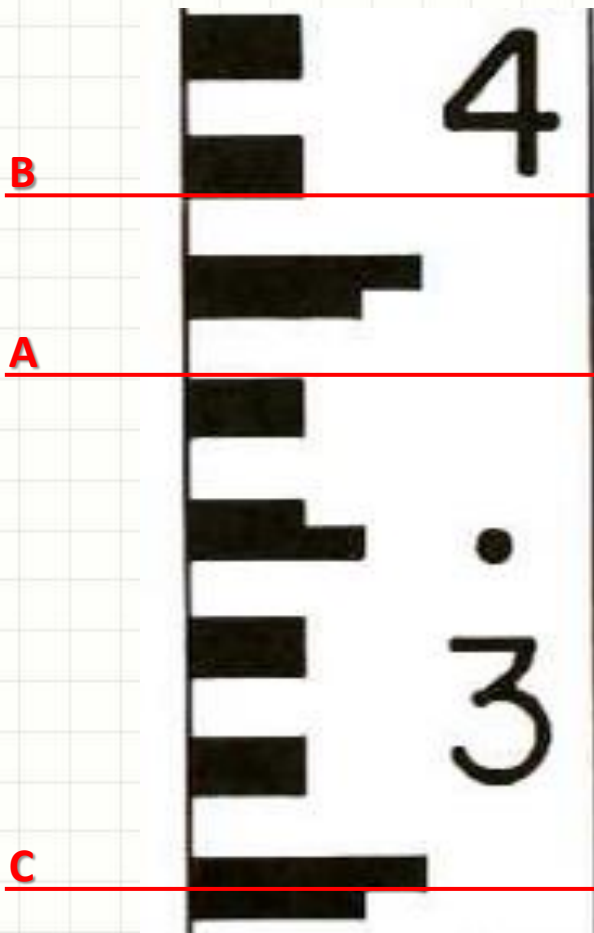
$$\Delta V = 745 - 200 = 545$$

PASSO 2: Soma-se a diferença a todas as cotas

Estação	Cota (m)
RN	745,00
1	760,30
2	762,95
3	737,10

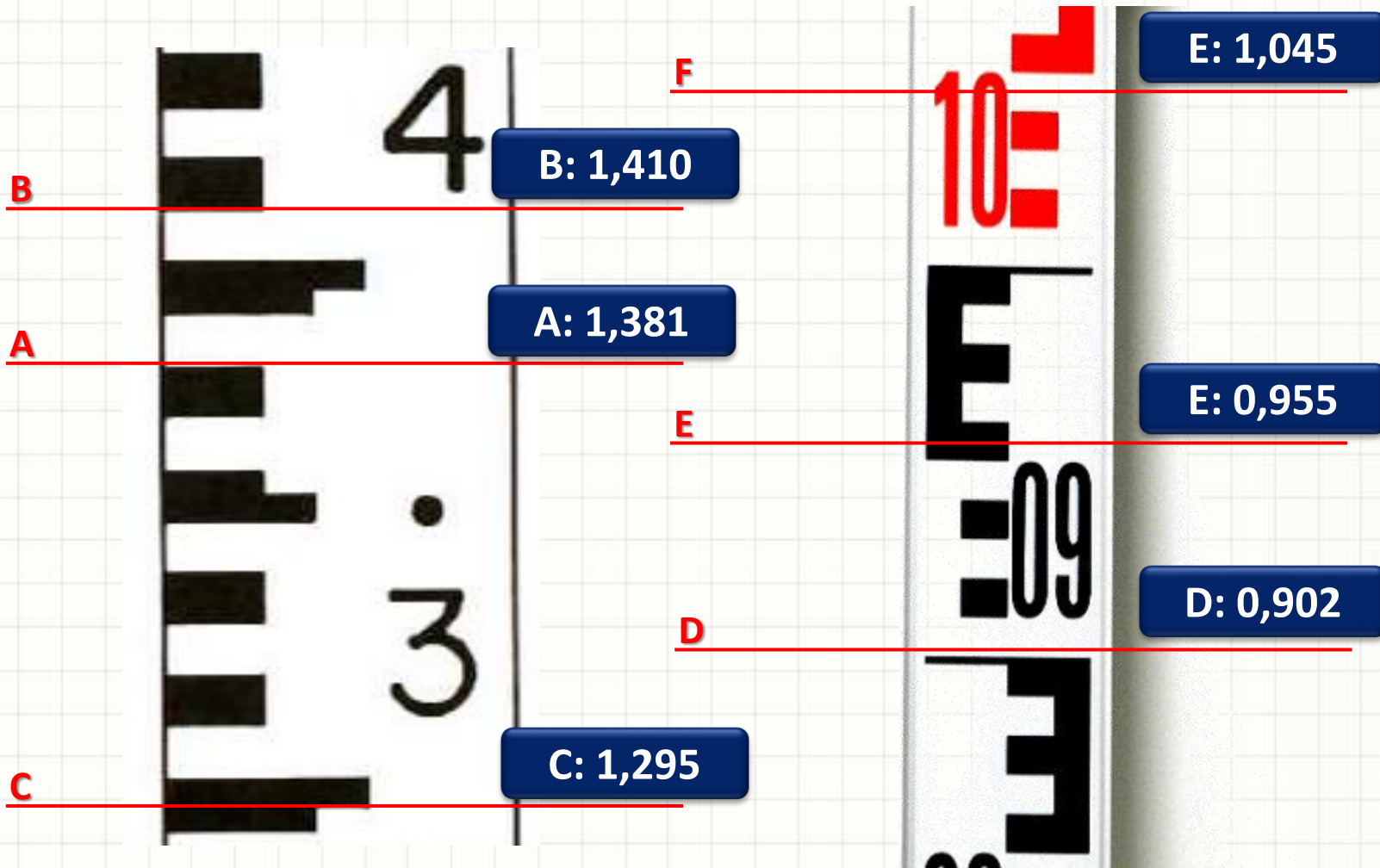
Exercícios Resolvidos

2. Quais os valores lidos nas régulas abaixo:



Exercícios Resolvidos

2. Quais os valores lidos nas réguas abaixo:

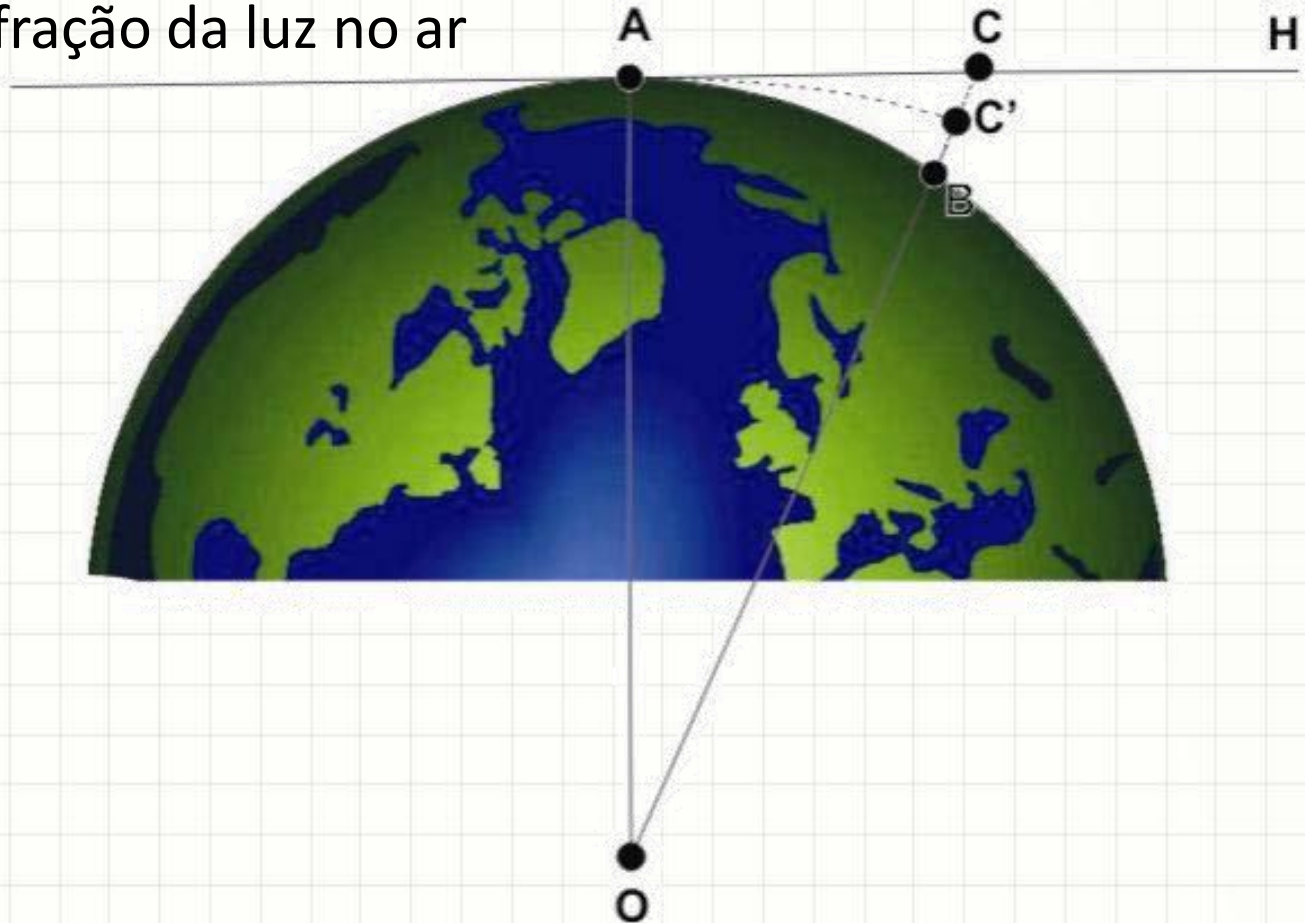




EVITANDO ERROS

Fontes de Erros Sistemáticos

- Há duas grandes fontes de erros sistemáticos
 - Curvatura da Terra
 - Refração da luz no ar



Corrigindo os Erros Sistemáticos

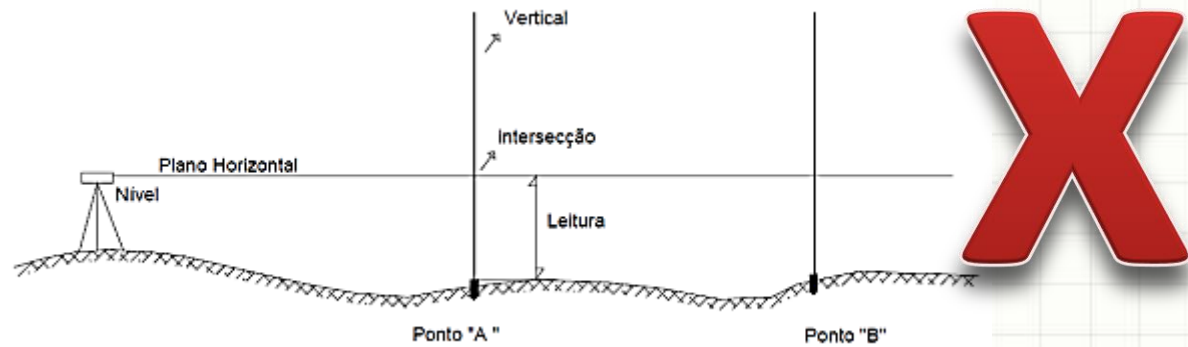
- Considerando
 - Terra esférica
 - Lei de Biot
- Chega-se à seguinte correção:

$$CR = 7 \cdot S^2$$

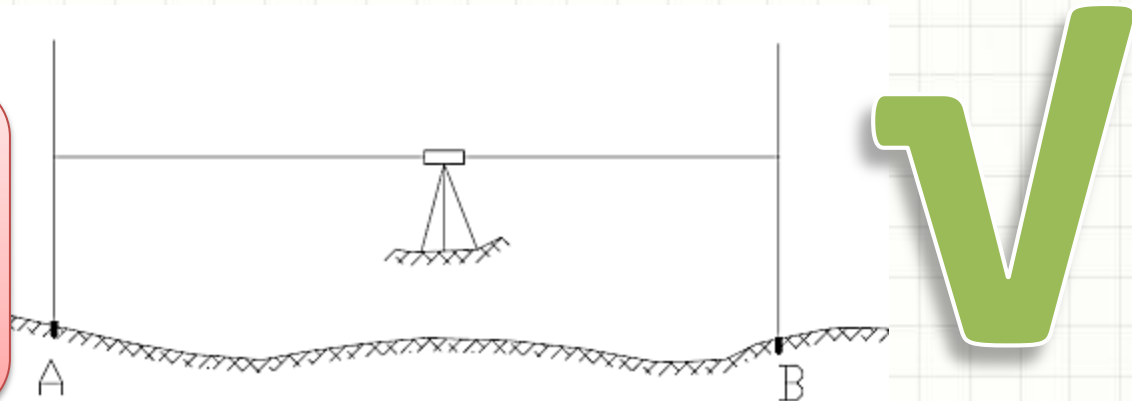
- S é a distância entre os pontos, em km
- CR é a correção (redução), em cm

Corrigindo os Erros Sistemáticos

- Em campo: podemos evitar o efeito
- Nível exatamente no meio dos dois pontos



Essa forma corrige bem para distância **A-AP-B** não maior que 70m



Corrigindo os Erros Acidentais

- A melhor forma de corrigir erros acidentais
 - Aqueles que são inevitáveis
 - Inerentes às medidas
- É por meio da média
- Repete-se várias vezes a mesma medida
 - Leitura por pessoas diferentes
 - Com equipamento em posição ligeiramente diferente
 - Girando a lente (corrige efeitos de inclinação do aparelho)
- Ao final, tira-se a média dos valores lidos

Corrigindo os Erros Acidentais

- É possível determinar o erro da média

$$M = \frac{\sum x_i}{n} \quad v_i = x_i - M \quad e_q = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n - 1}}$$

- Se há $x_i < M - 2,5.e_q$
- ou $x_i > M + 2,5.e_q$
 - Eliminá-los e refazer a média e o erro quadrático

$$e_m = \frac{e_q}{\sqrt{n}} \quad x = M \pm e_m$$



PAUSA PARA O CAFÉ!



EXERCÍCIO RESOLVIDO

Exercício Resolvido

- Calcule o valor provável com essas medidas:
- 37, 35, 24, 39, 29

Exercício Resolvido

- Calcule o valor provável com essas medidas:
- 37, 35, 24, 39, 29
- Solução:
- $M = 37+35+24+39+29 / 5 = 32,8$
- $V_i s = 4,2; 2,2; -8,8; 6,2; -3,8$
- Soma $V_i s^2 = 152,8$
- $e_q = (152,8/4)^{0,5} = 6,18$
- $2,5 \cdot e_q = 15,5$
- $e_m = e_m / (n)^{0,5} = 6,18 / 2.236 = 2,76$

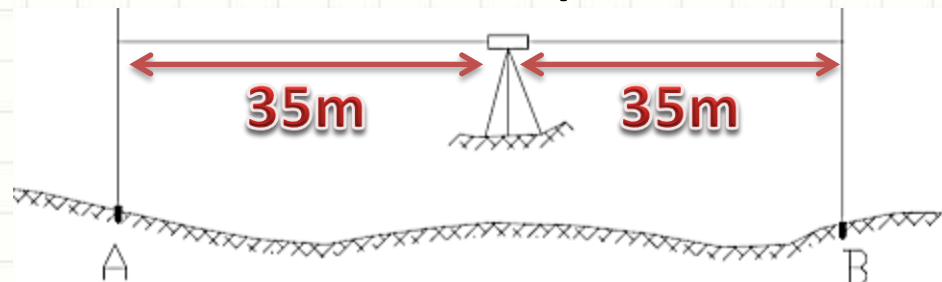
$$x = 32,8 \pm 2,8$$



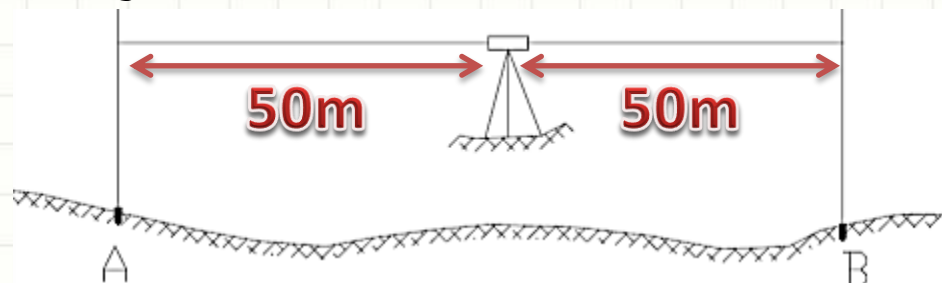
EVITANDO ERROS

Evitando Erros Grosseiros

- Tenha a certeza de que o nível está nivelado!
- Confira uma medida que ficar muito diferente
- Calibre o equipamento com frequência
- Evite distâncias maior que 70m

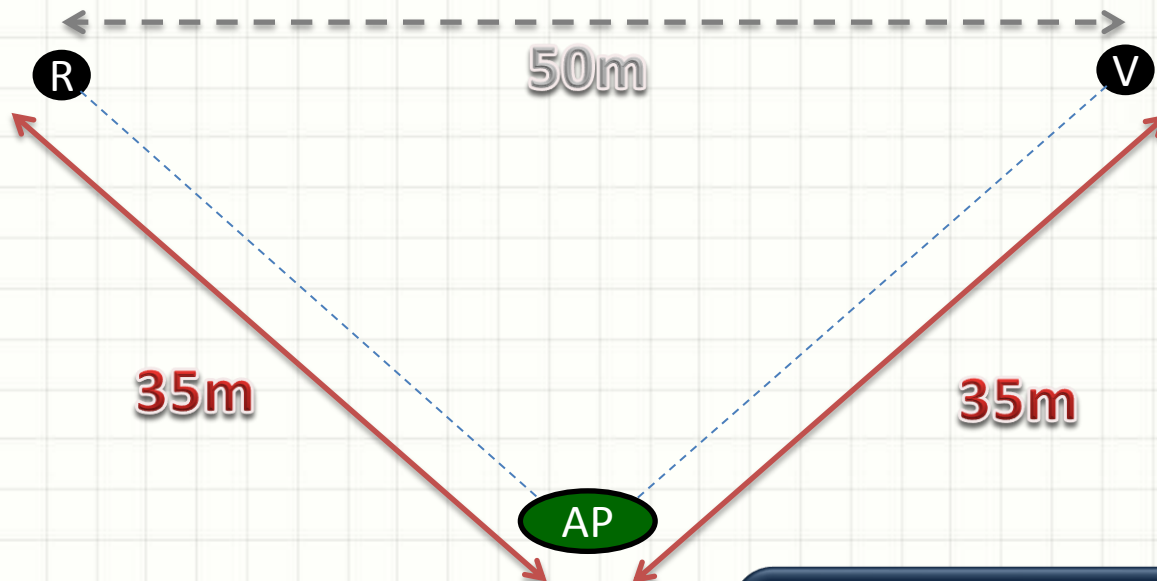


- Nunca meça entre distância maior que 100m



Evitando Erros Grosseiros

- A distância não é a medida em linha entre os pontos extremos!



**Distância A-B na
diferença de cota: 70m!**

Erros em Medidas Expeditas

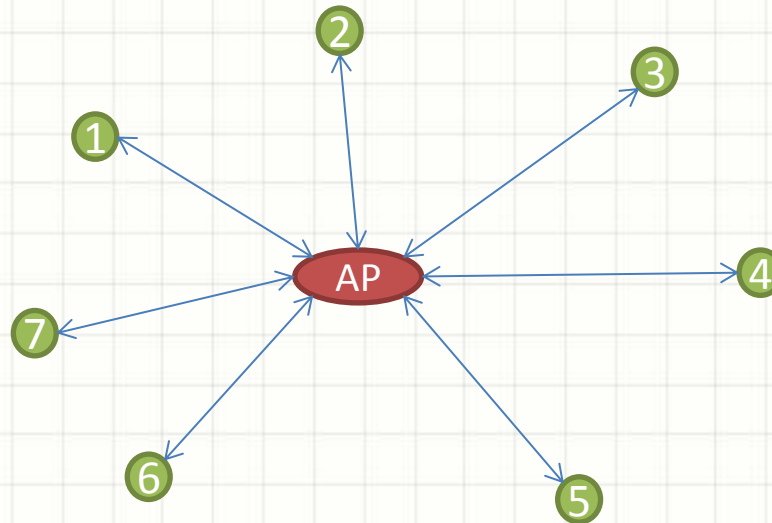
- Com nível de mangueira e metros
 - A mangueira **sempre está** entre os pontos, logo...
 - Problema de curvatura não ocorre
 - Problema de refração não ocorre
- Mas os erros acidentais ocorrem!
- Os erros grosseiros também, cuidado!
 - Em especial: metros **devem** estar na vertical!



PLANILHAS DE MEDIDA

Planilhas para Levantamento Simples

- O topógrafo usa muitas planilhas
- Para a altimetria simples, a planilha é simples
- O levantamento simples pressupõe
 - Um ponto base (Aparelho) ●
 - Muitos pontos de medida (Rés/Vantes) ●



Planilhas para Levantamento Simples

Ré/Vante	R (Ré)	Vante	Diferença
1 / 2			
2 / 3			
3 / 4			
4 / 5			
5 / 6			
6 / 7			
7 / 8			
8 / 9			
9 / 10			
10 / 11			
11 / 12			
...			

Planilhas para Levantamento Simples

Ré/Vante	R (Ré)	Vante	Diferença
1 / 2	1,82	0,70	
2 / 3			
3 / 4			
4 / 5			
5 / 6			
6 / 7			
7 / 8			
8 / 9			
9 / 10			
10 / 11			
11 / 12			
...			

Planilhas para Levantamento Simples

Ré/Vante	R (Ré)	Vante	Diferença
1 / 2	1,82	0,70	1,12
2 / 3	0,70	0,30	
3 / 4			
4 / 5			
5 / 6			
6 / 7			
7 / 8			
8 / 9			
9 / 10			
10 / 11			
11 / 12			
...			

Planilhas para Levantamento Simples

Ré/Vante	R (Ré)	Vante	Diferença
1 / 2	1,82	0,70	1,12
2 / 3	0,70	0,30	0,40
3 / 4	0,3	1,72	
4 / 5			
5 / 6			
6 / 7			
7 / 8			
8 / 9			
9 / 10			
10 / 11			
11 / 12			
...			

Planilhas para Levantamento Simples

Ré/Vante	R (Ré)	Vante	Diferença
1 / 2	1,82	0,70	1,12
2 / 3	0,70	0,30	0,40
3 / 4	0,3	1,72	-1,42
4 / 5	1,72	1,50	
5 / 6			
6 / 7			
7 / 8			
8 / 9			
9 / 10			
10 / 11			
11 / 12			
...			

Planilhas para Levantamento Simples

Ré/Vante	R (Ré)	Vante	Diferença
1 / 2	1,82	0,70	1,12
2 / 3	0,70	0,30	0,40
3 / 4	0,3	1,72	-1,42
4 / 5	1,72	1,50	0,22
5 / 6			
6 / 7			
7 / 8			
8 / 9			
9 / 10			
10 / 11			
11 / 12			
...			



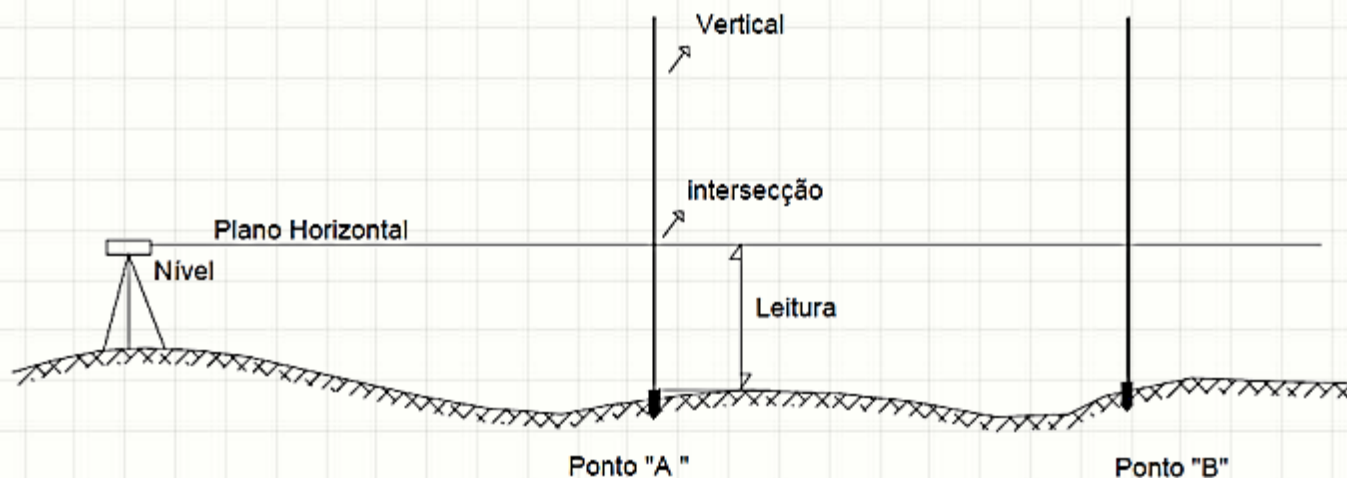
EXERCÍCIOS

Atividade – 1/3 (Quartetos/Entrega Individual)

- Escolha algum elemento da sala de aula
 - Lousa, carteira, cadeira/mesa do professor etc.
- Escolha um método de medida
 - Meça 8 vezes a altura do elemento (2x cada aluno)
 - Alterne entre os membros do grupo para cada medida
- Calcule o erro da média
- Indique o valor mais provável da medida

Atividade – 2/3 (Quartetos/Entrega Individual)

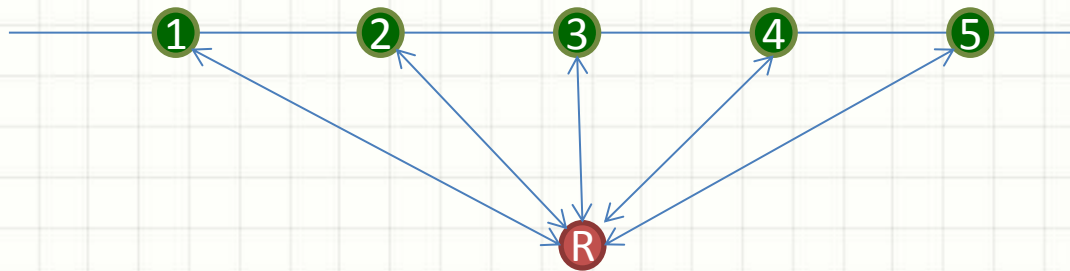
- Qual é o erro cometido para as seguintes distâncias totais de medida, considerando esta configuração de leitura:



Distância
1m
10m
50m
100m
500m
1000m

Atividade – 3/3 (Quartetos/Entrega Individual)

- A planilha abaixo se refere ao diagrama:



Ré/Vante	Ré	Vante	Diferença
1 / 2	2,754	1,534	
2 / 3	2,664	1,268	
3 / 4	2,567	1,012	
4 / 5	1,002	2,752	



CONCLUSÕES

Resumo

- Altitudes são medidas por diferenças de cota
 - O cálculo é simples, mas há fontes de erro
 - Atenção com os erros acidentais e grosseiros
 - Posicione o equipamento sempre no “centro”
 - Evite pontos distantes mais que 35m do aparelho
 - Instrumentos: variam em precisão/ praticidade
-
- E quando tem algo entre o aparelho e o ponto?
 - E quando a área é muito grande?



PERGUNTAS?