Topografia

Altimetria: Levantamento Taqueométrico

Prof. Dr. Daniel Caetano

2017 - 1

Vimos como medir uma ampla região...

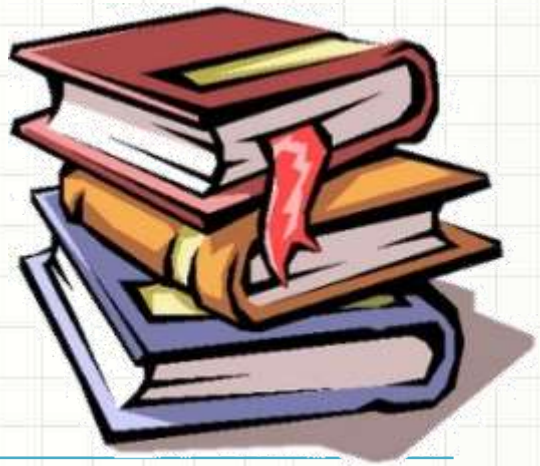
Mas como medir do outro lado?

Como medir a altura?

Objetivos

- Levantamento taqueométrico
- Perfil

Material de Estudo

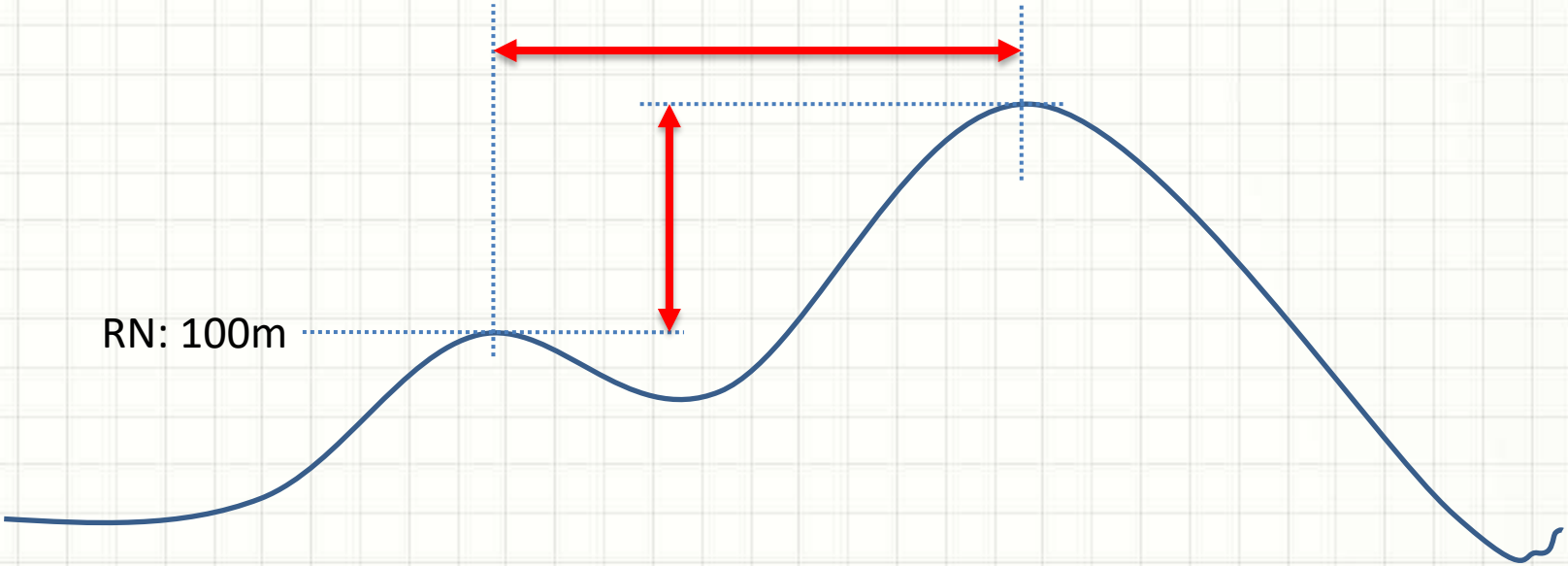


Material	Acesso ao Material
Apresentação	http://www.caetano.eng.br/ (Topografia – Aula 7)
Material Didático	Topografia – Parte 1 – Págs 88-91 Topografia – Parte 2 – Págs 48-52
Biblioteca	Topografia v.1 (Borges)

LEVANTAMENTO TAQUEOMÉTRICO

Levantamento Taqueométrico

- Processo para obter rapidamente:
  - Diferença de cota entre dois pontos
  - Distância entre dois pontos



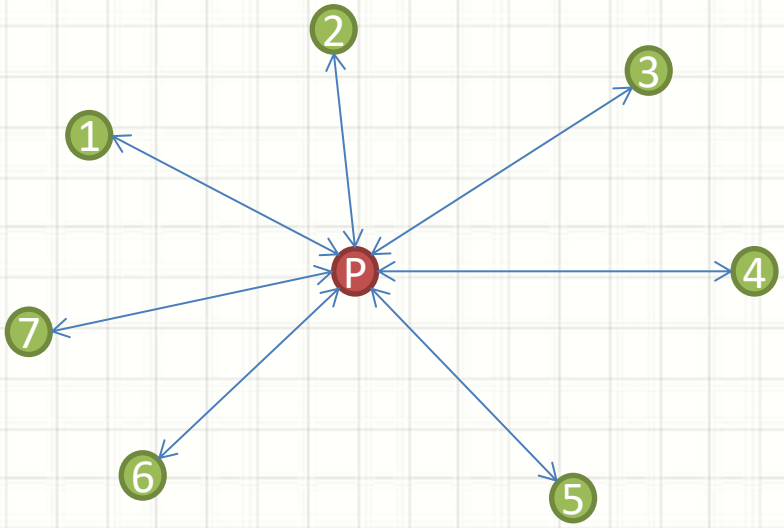
Levantamento Taqueométrico

- Muito utilizado em:
  - Levantamentos de menor precisão
  - Levantamento de relevo (muitos pontos!)

- Exemplos
  - Nivelamento expedito
  - Levantamento de perfis
  - Levantamento de seções transversais
  - Poligonais secundárias

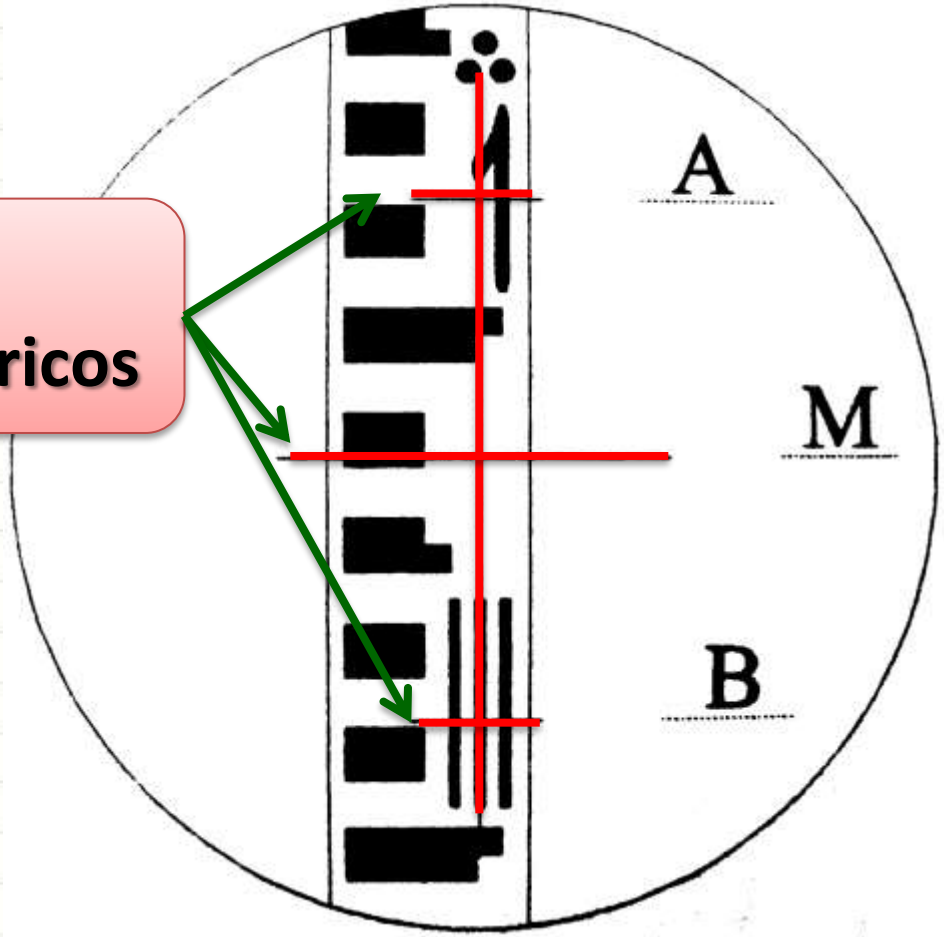
Levantamento Taqueométrico

- Representação do relevo:
  - Centra-se o teodolito/E.T. em cada vértice da poligonal
  - Mede-se coordenadas/cota de muitos pontos (irradiação)
  - Todos os pontos notáveis para permitir representação



Levantamento Taqueométrico

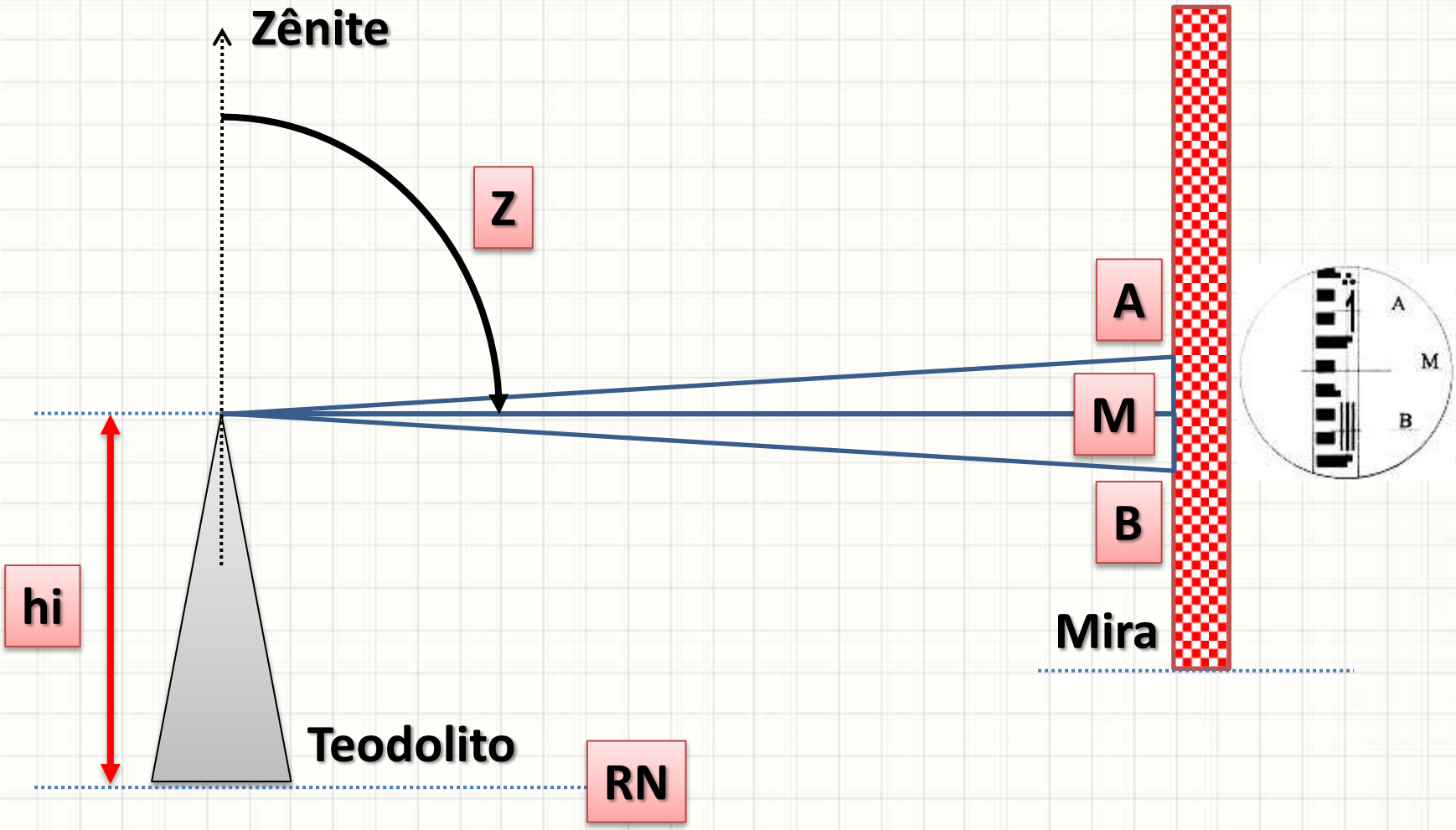
- Princípio de Funcionamento
  - Teodolito de 4 retículos (1 vertical, 3 horizontais)



Fios Estadimétricos

Levantamento Taqueométrico

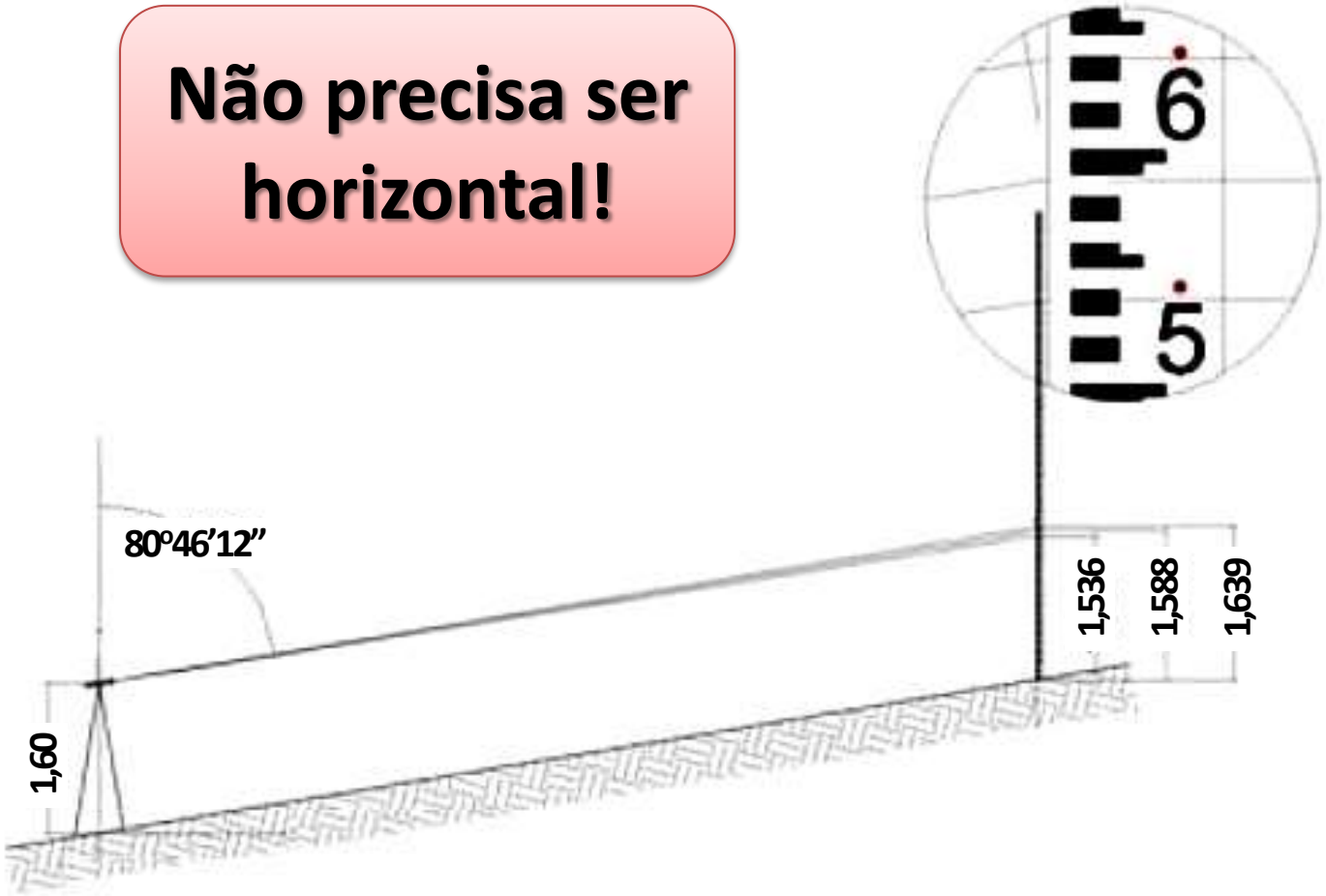
- O que medimos:



Levantamento Taqueométrico

- Exemplo

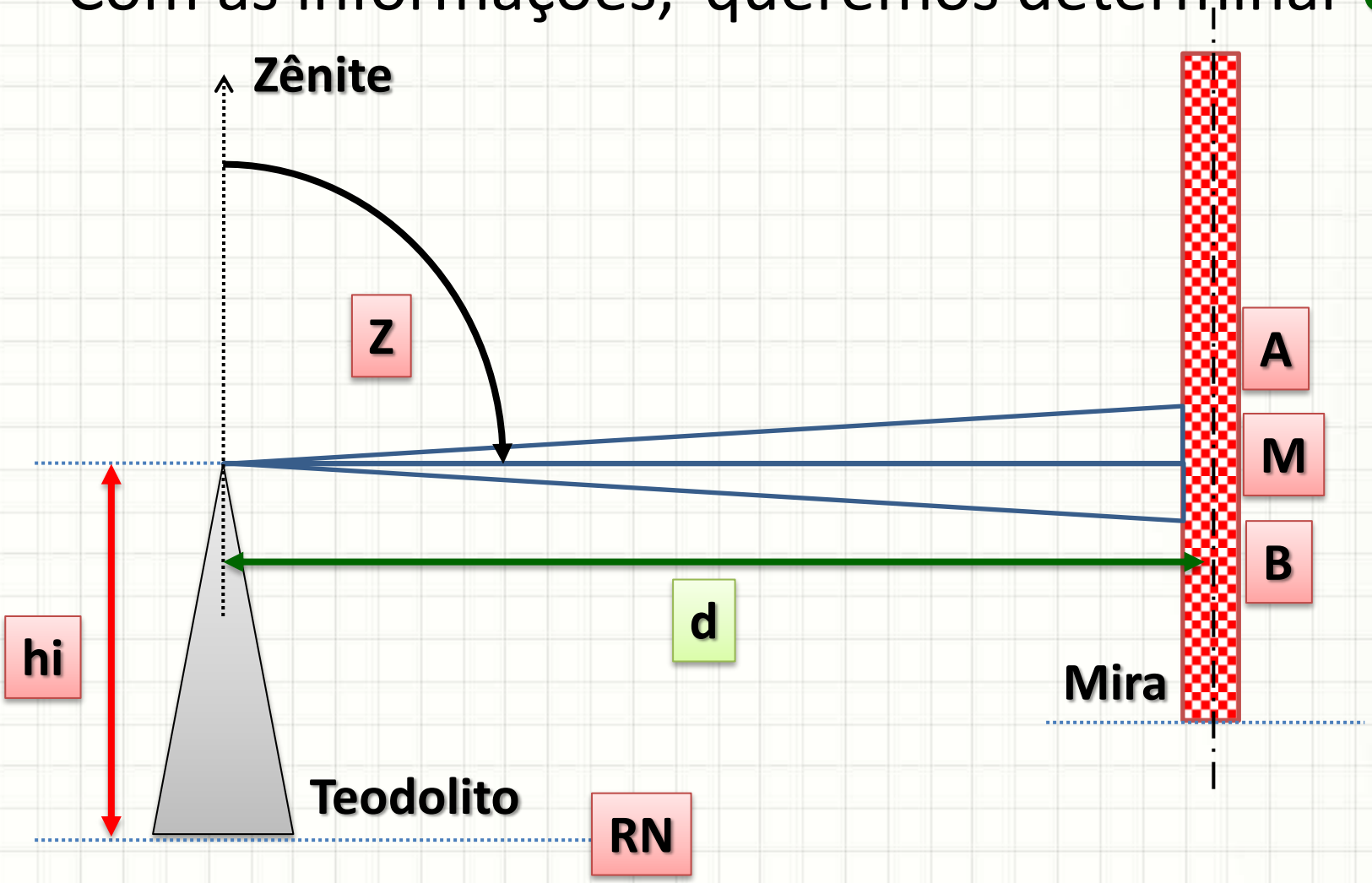
Não precisa ser horizontal!



Taqueometria: Cálculo da Distância

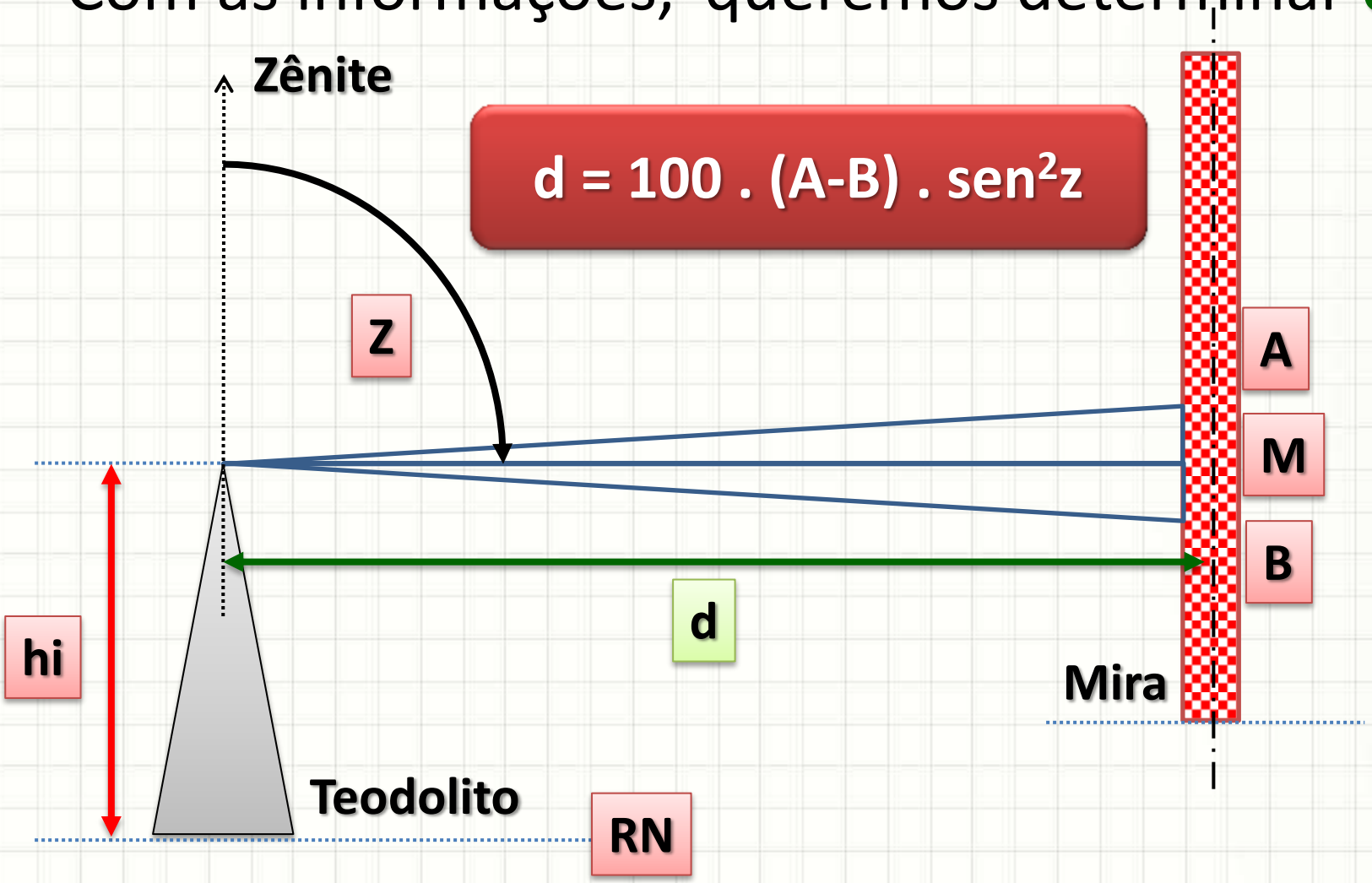
Cálculo de Distância

- Com as informações, queremos determinar **d**:



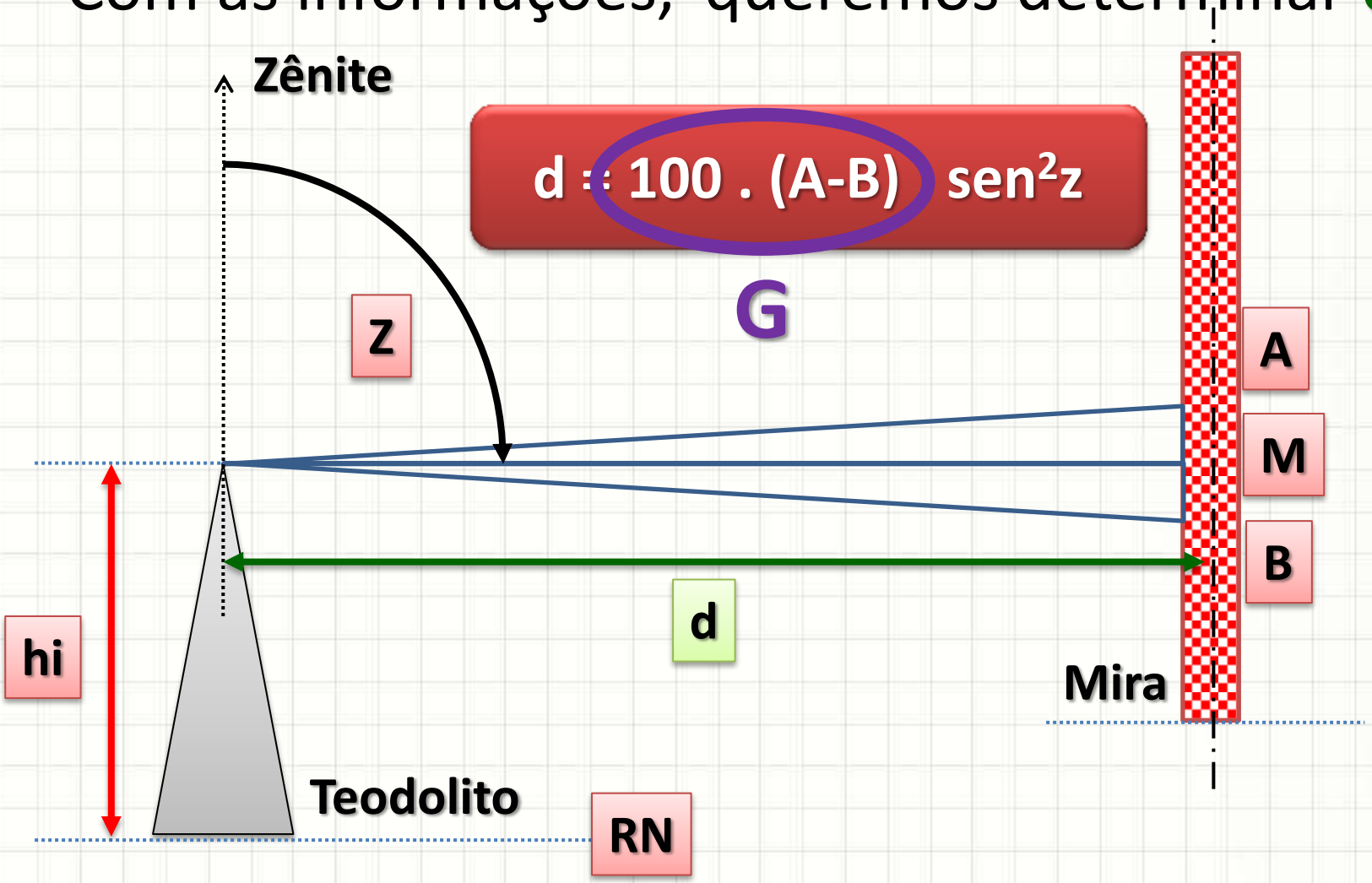
Cálculo de Distância

- Com as informações, queremos determinar **d**:



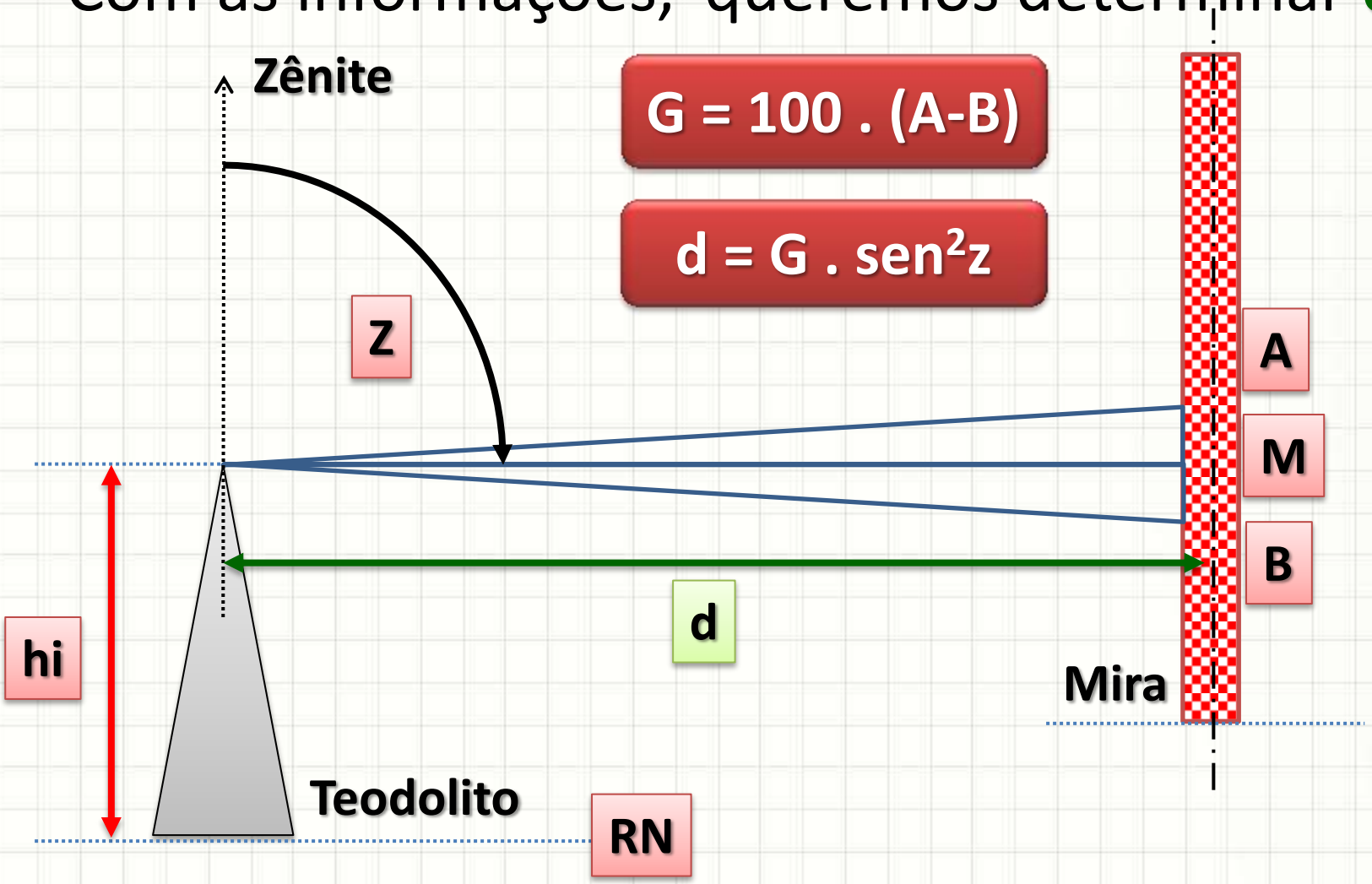
Cálculo de Distância

- Com as informações, queremos determinar **d**:



Cálculo de Distância

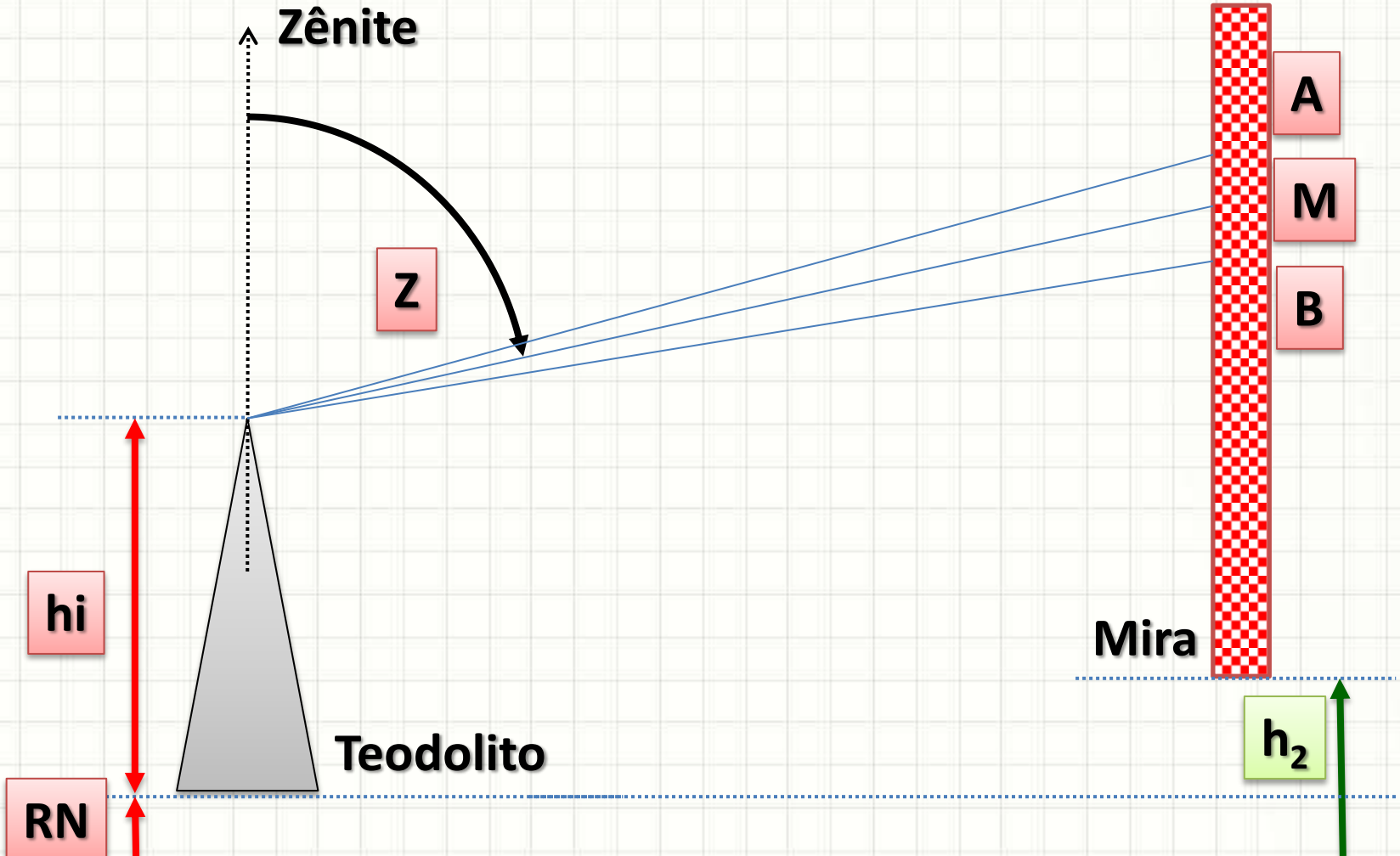
- Com as informações, queremos determinar **d**:



Taqueometria: Cálculo de Cota

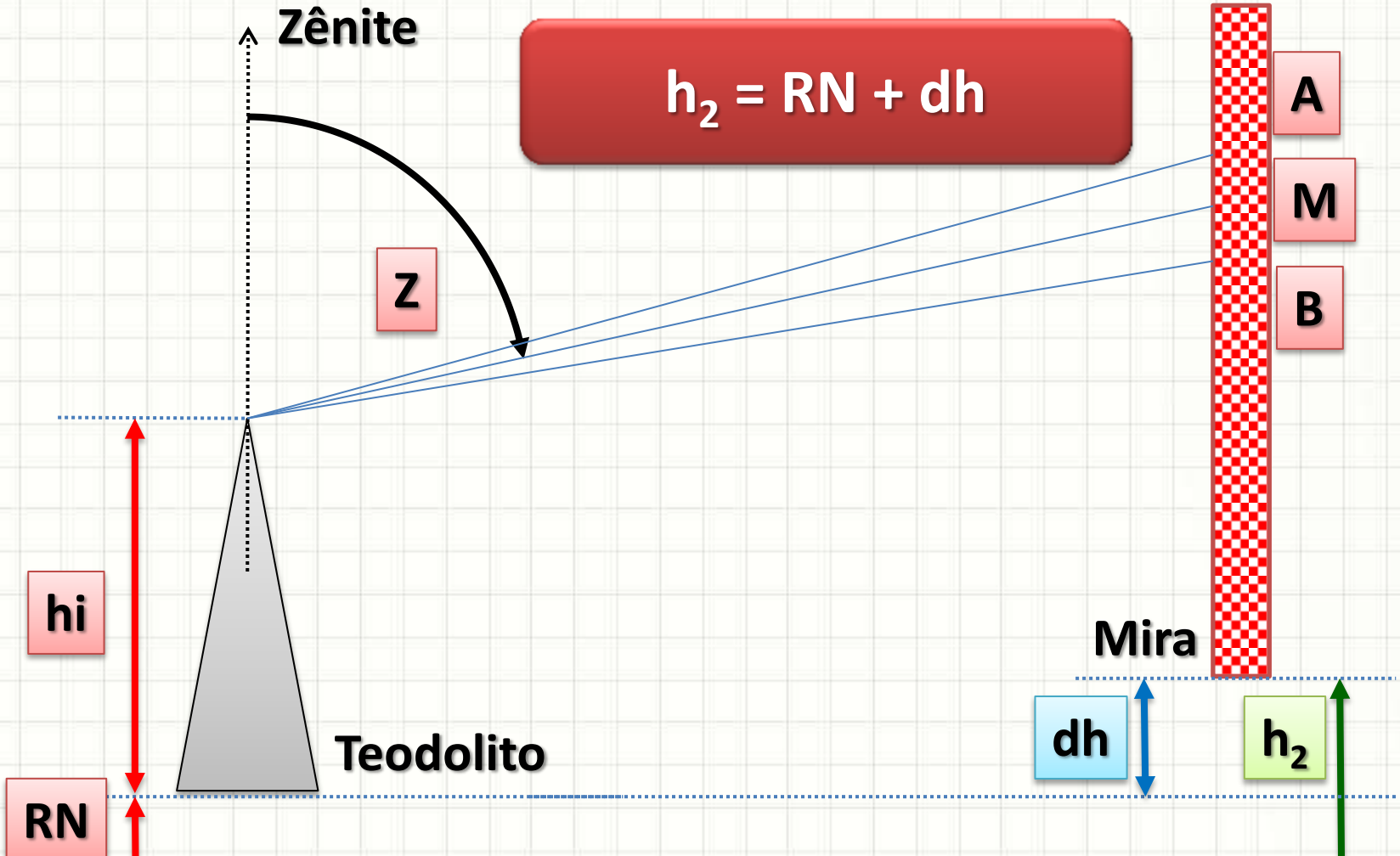
Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar **h_2**:



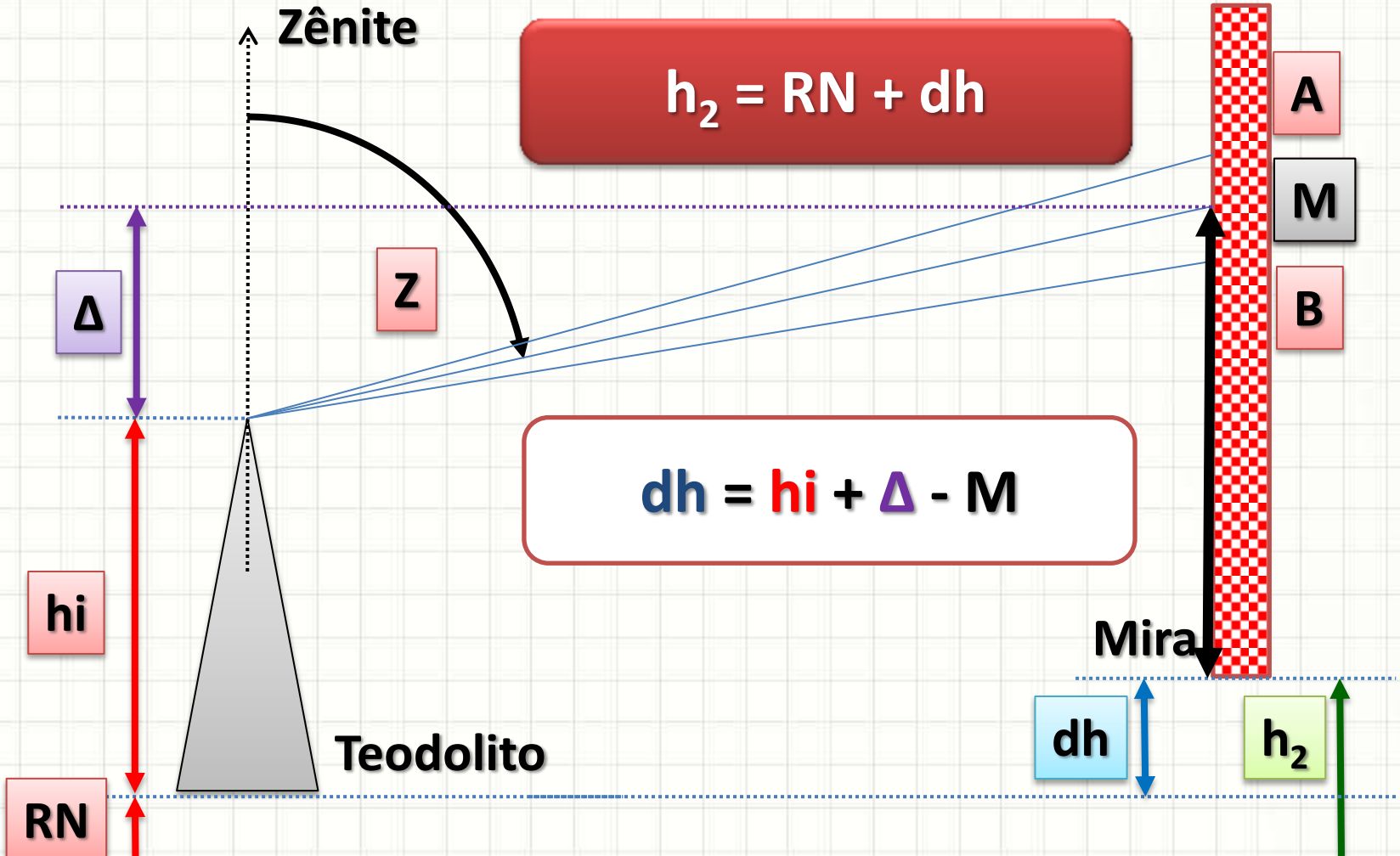
Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar **h_2**:



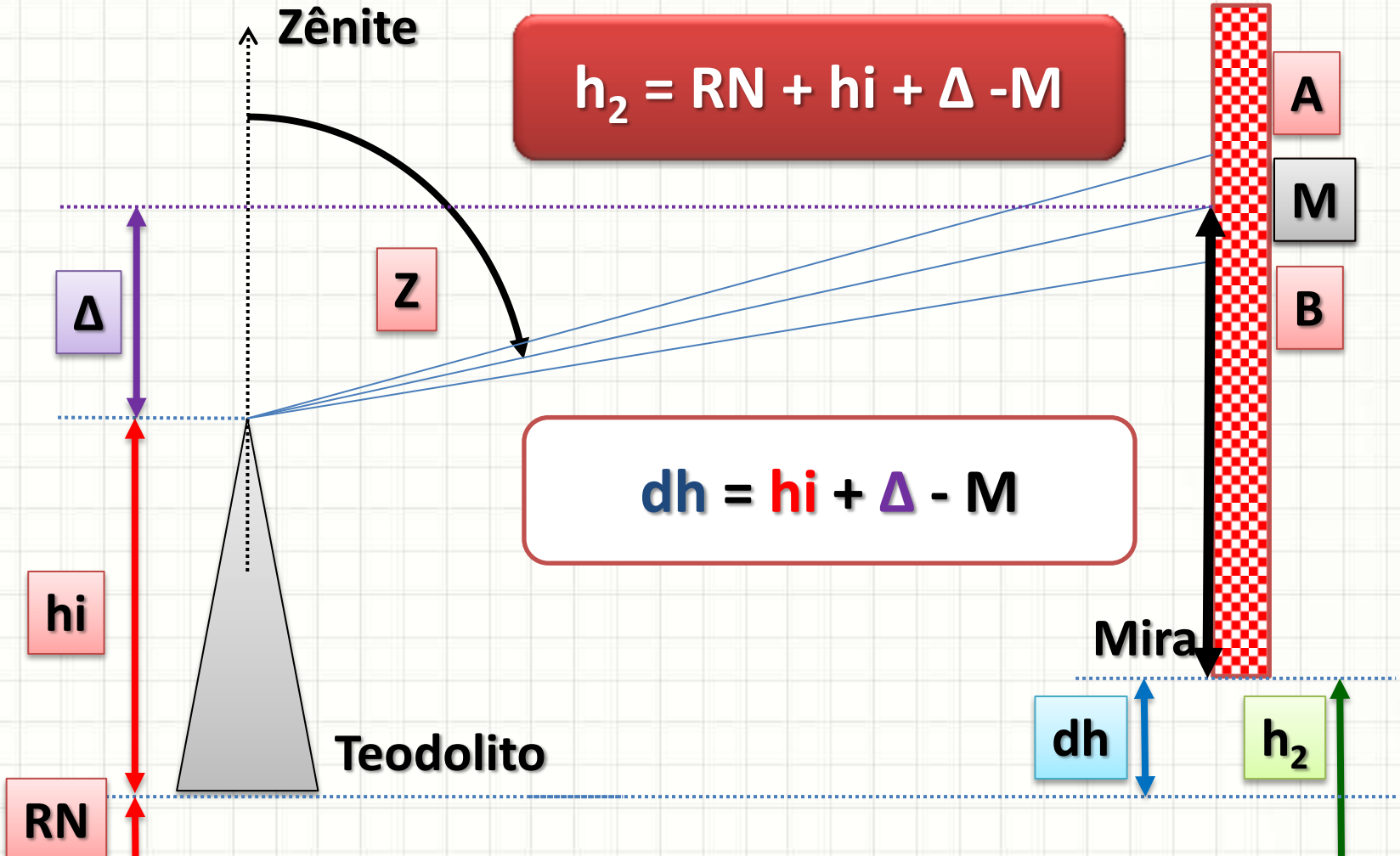
Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar h_2:



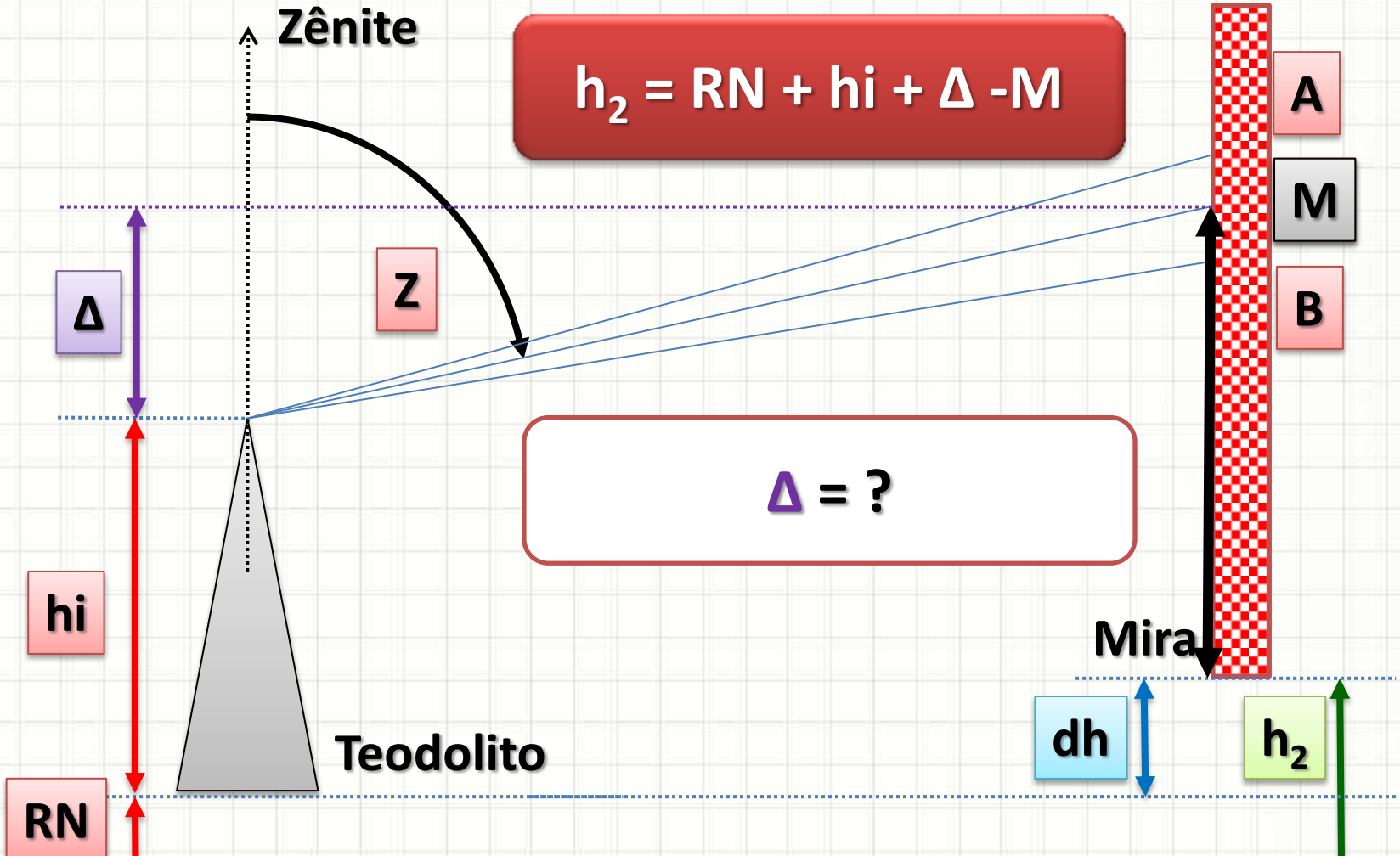
Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar h_2:



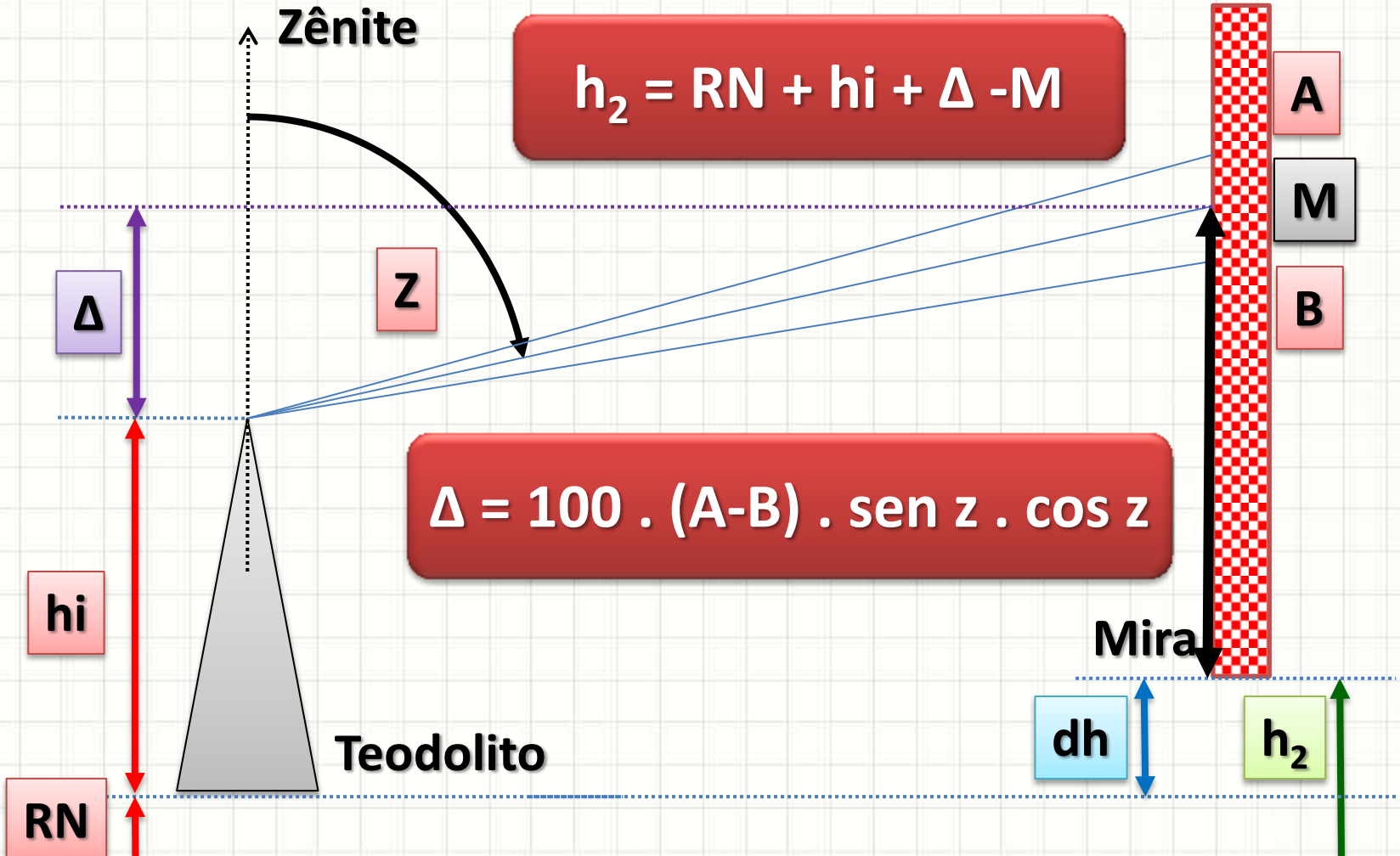
Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar h_2:



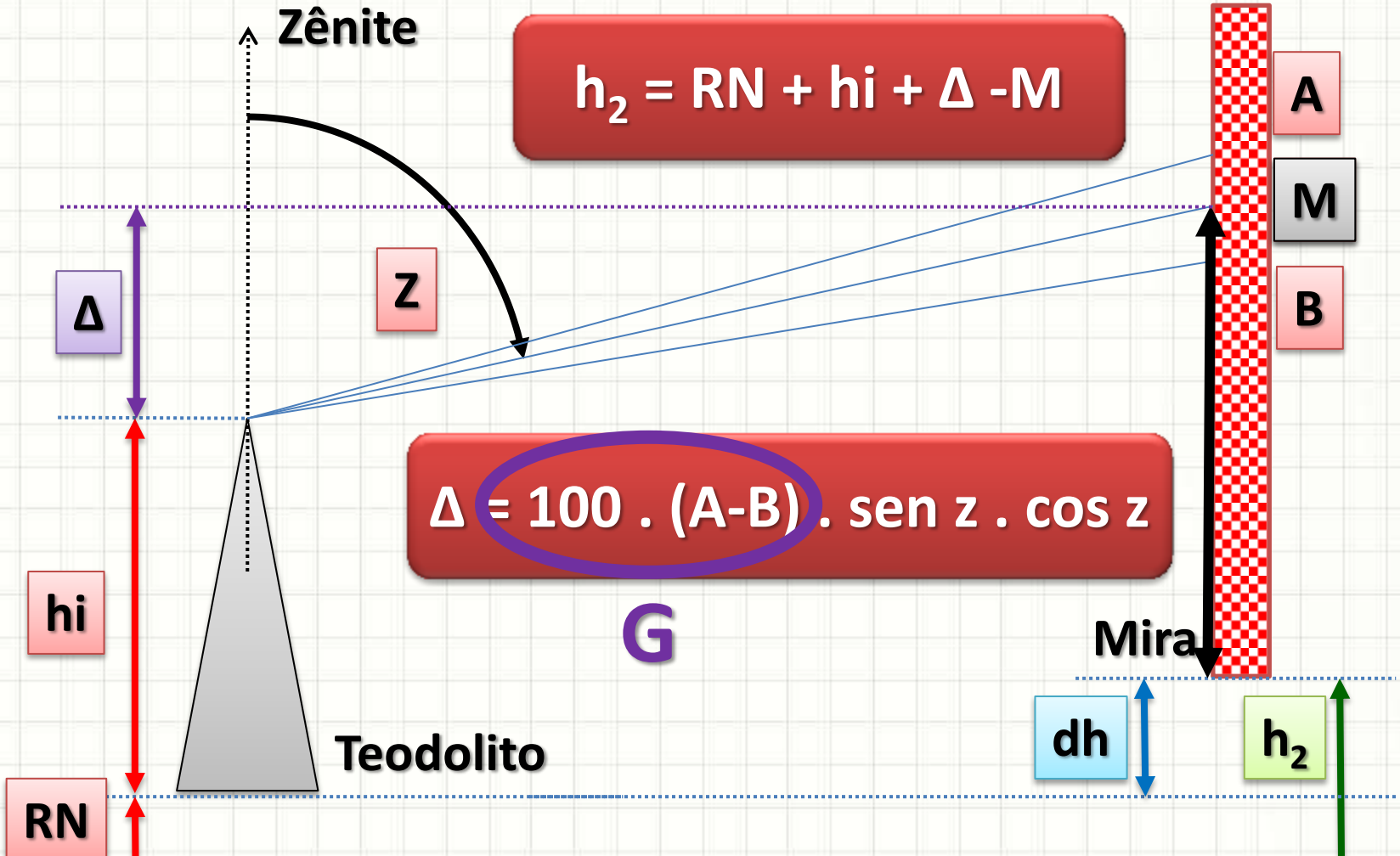
Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar h_2:



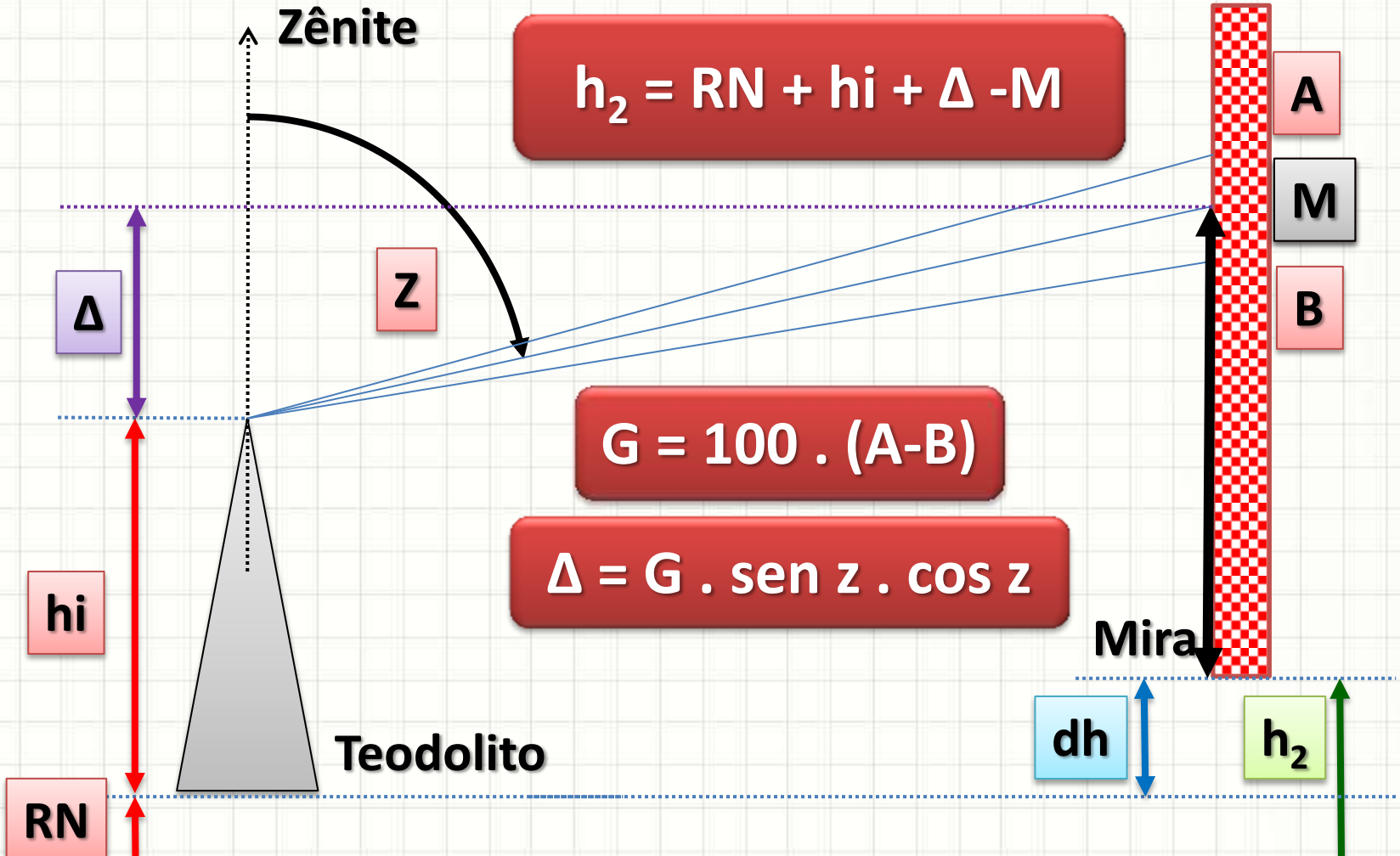
Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar h_2:



Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar **h_2**:



Resumo de Equações da Taqueometria

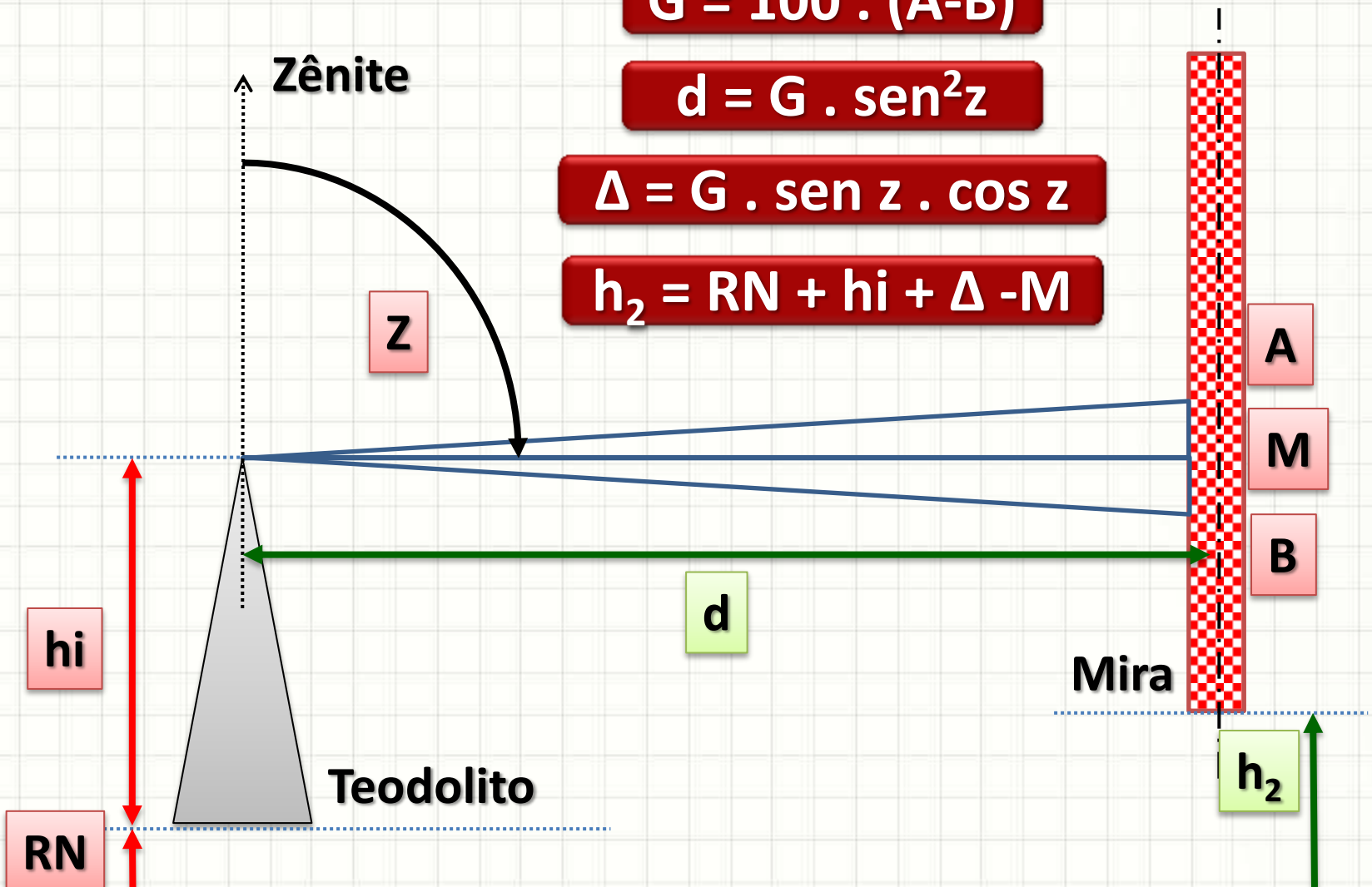
Resumindo: Cota e Distância

$$G = 100 \cdot (A-B)$$

$$d = G \cdot \text{sen}^2 z$$

$$\Delta = G \cdot \text{sen } z \cdot \cos z$$

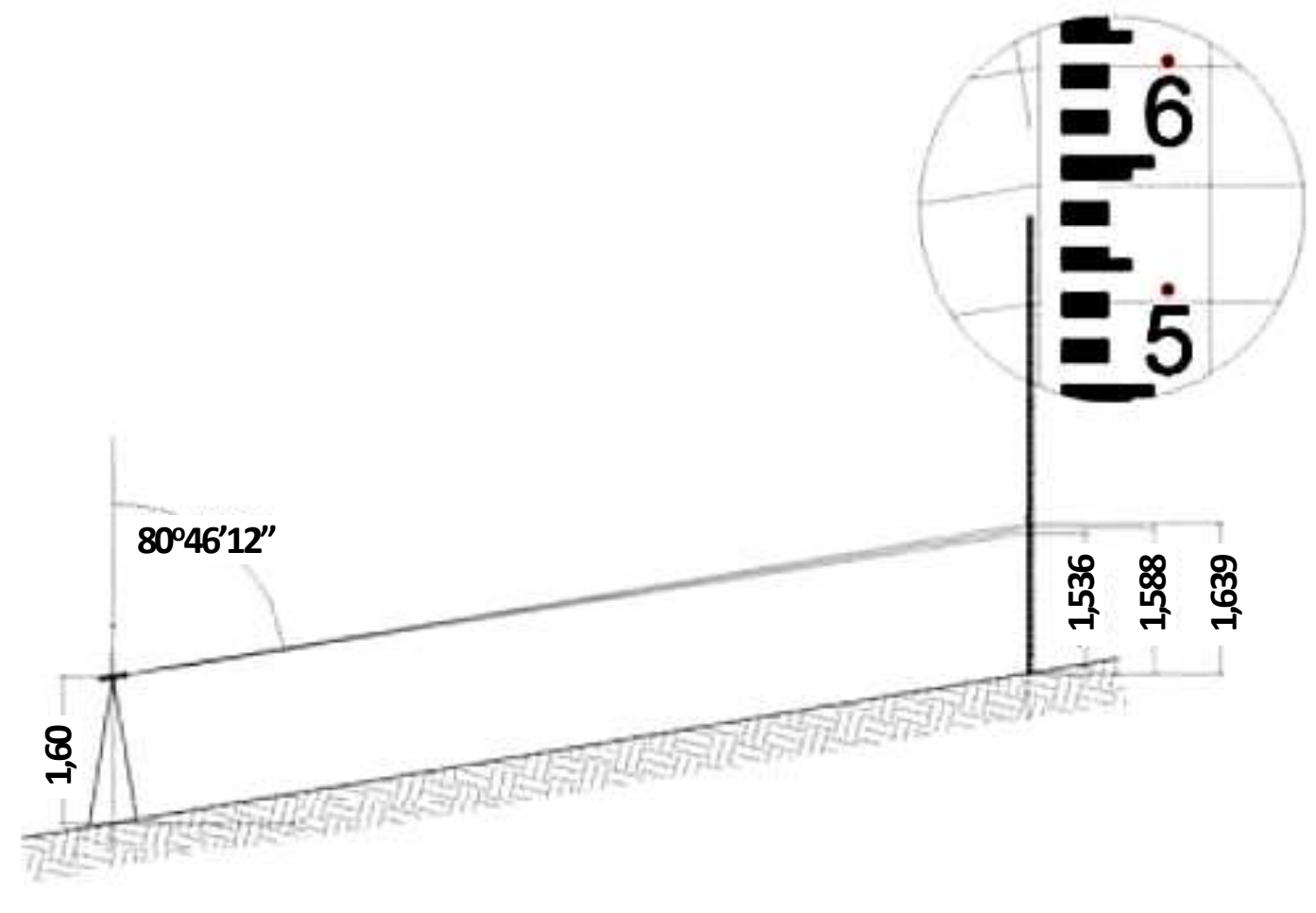
$$h_2 = RN + hi + \Delta - M$$



EXEMPLO

Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo

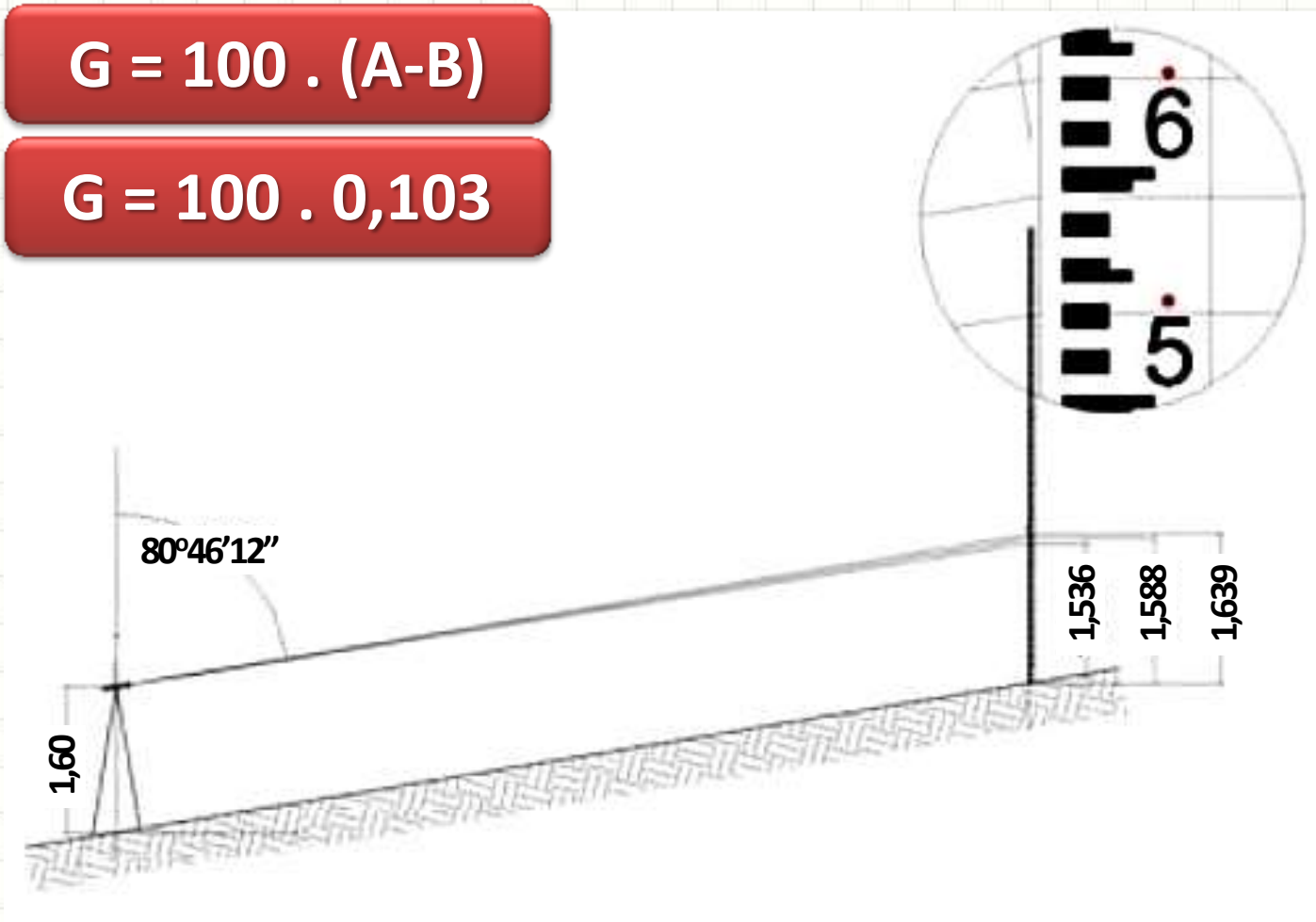


Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Distância

G = 100 . (A-B)

G = 100 . 0,103



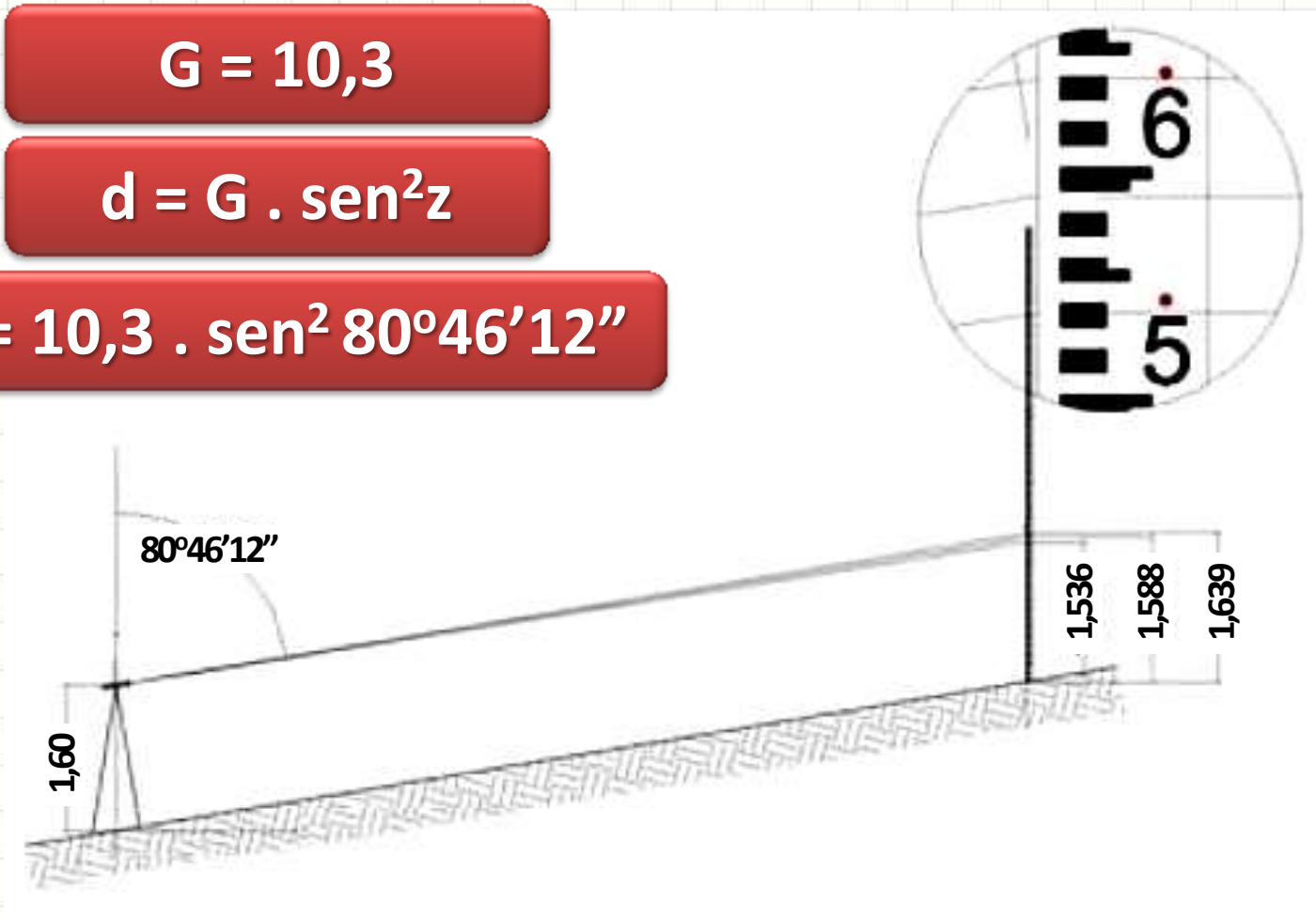
Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Distância

G = 10,3

$d = G \cdot sen^2 z$

$d = 10,3 \cdot sen^2 80^o46'12''$



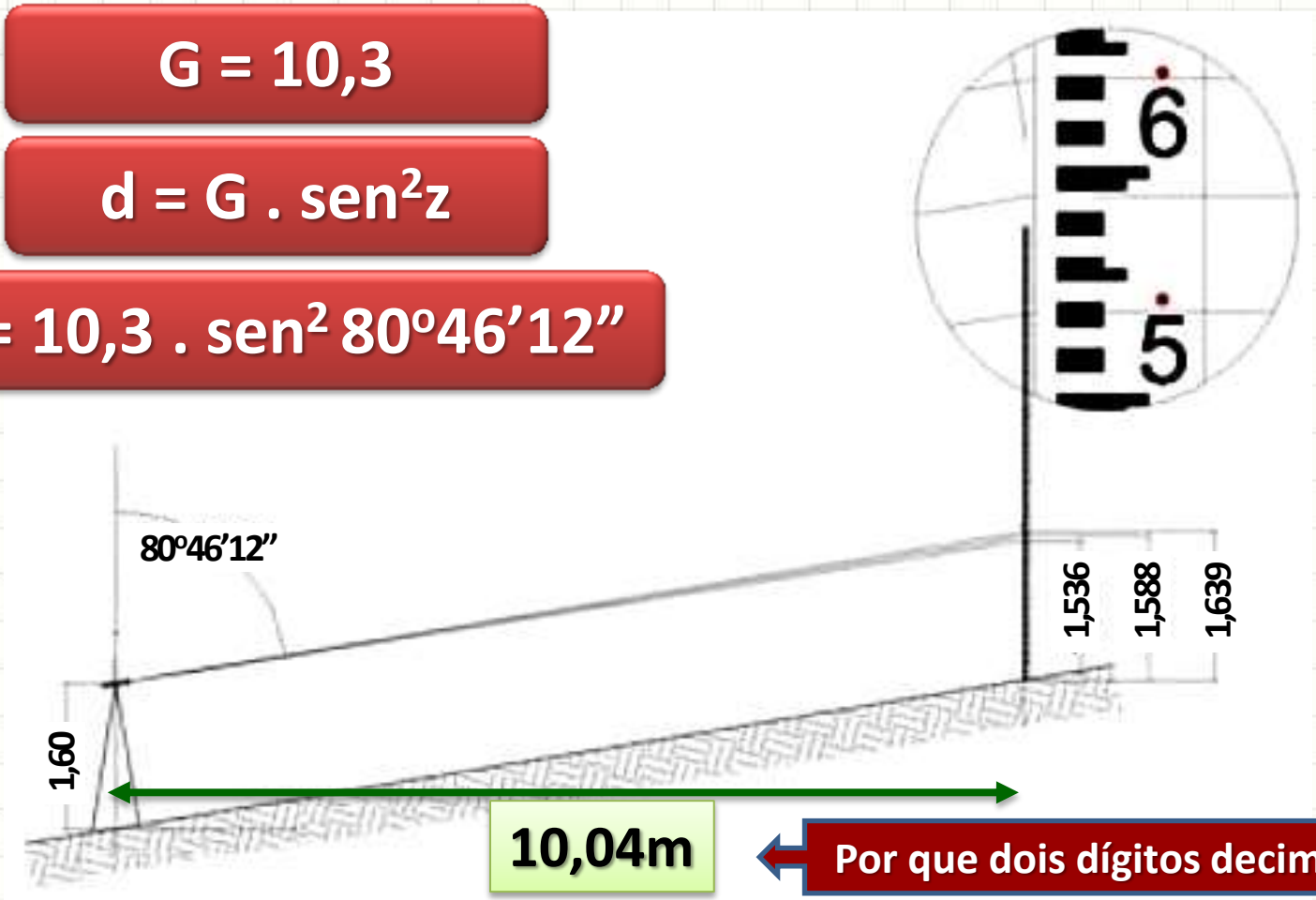
Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Distância

G = 10,3

$d = G \cdot sen^2 z$

$d = 10,3 \cdot sen^2\ 80^o46'12''$



Por que dois dígitos decimais?

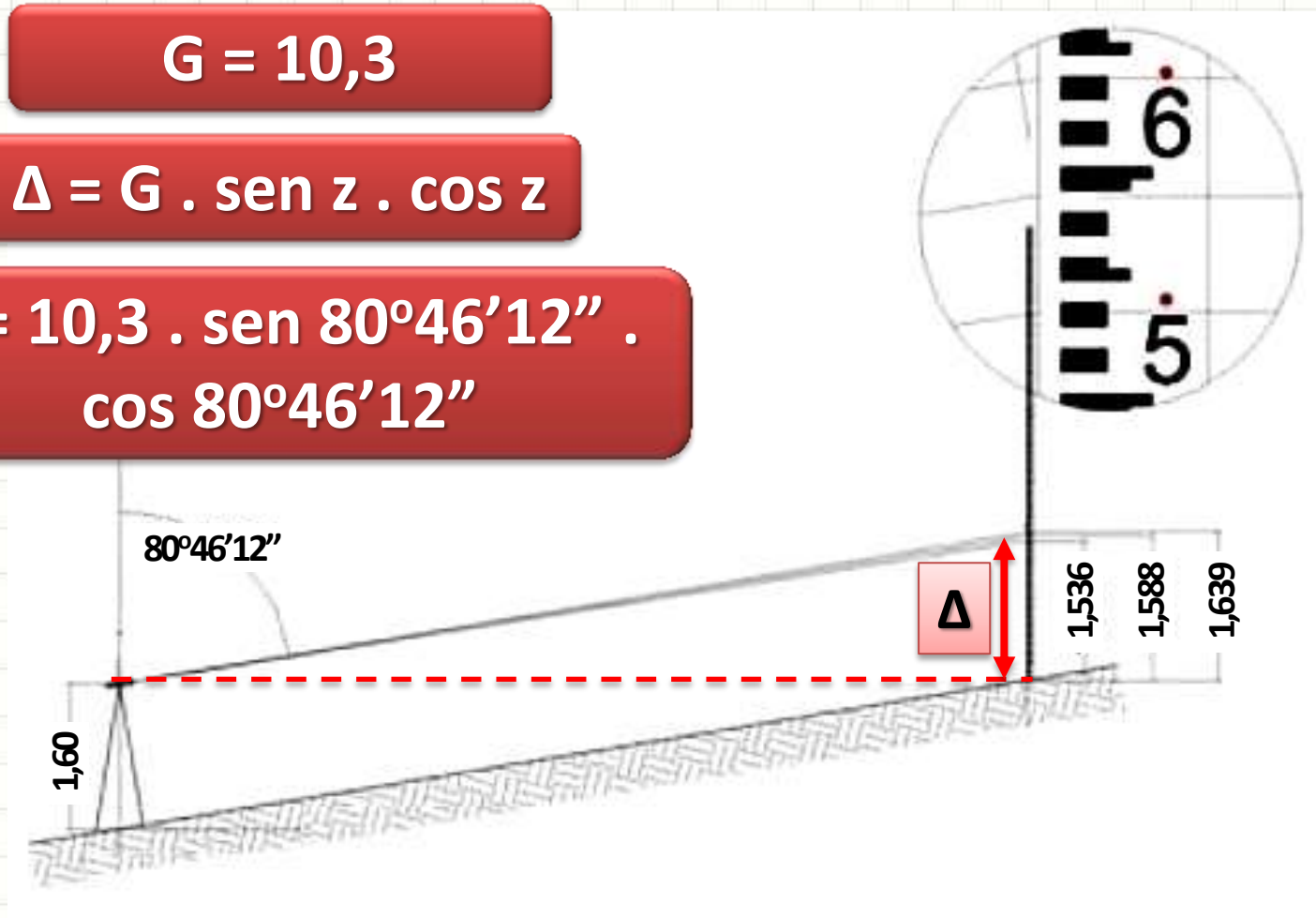
Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

G = 10,3

Δ = G . sen z . cos z

Δ = 10,3 . sen 80º46’12” . cos 80º46’12”



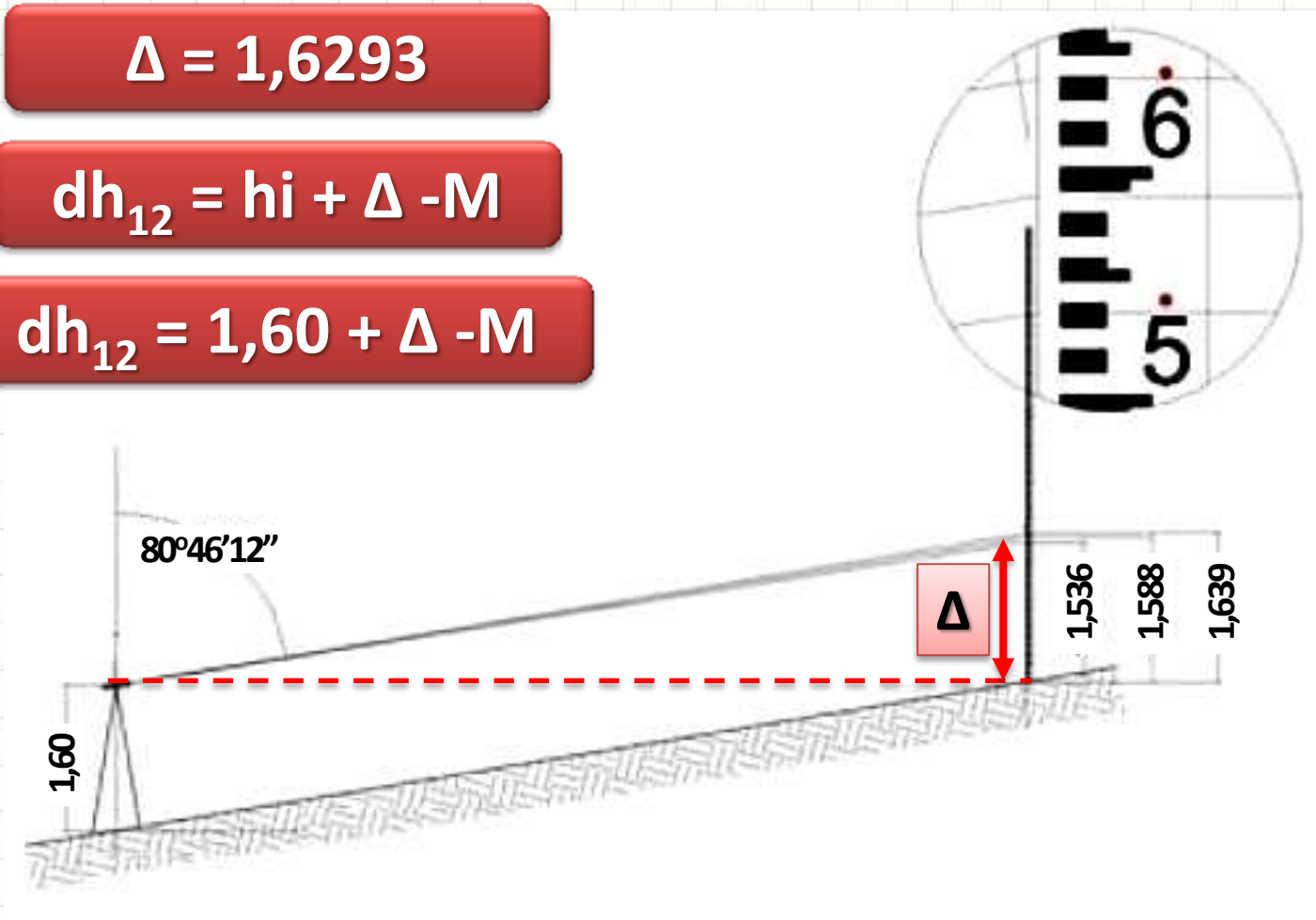
Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

$\Delta = 1{,}6293$

$dh_{12} = hi + \Delta - M$

$dh_{12} = 1{,}60 + \Delta - M$



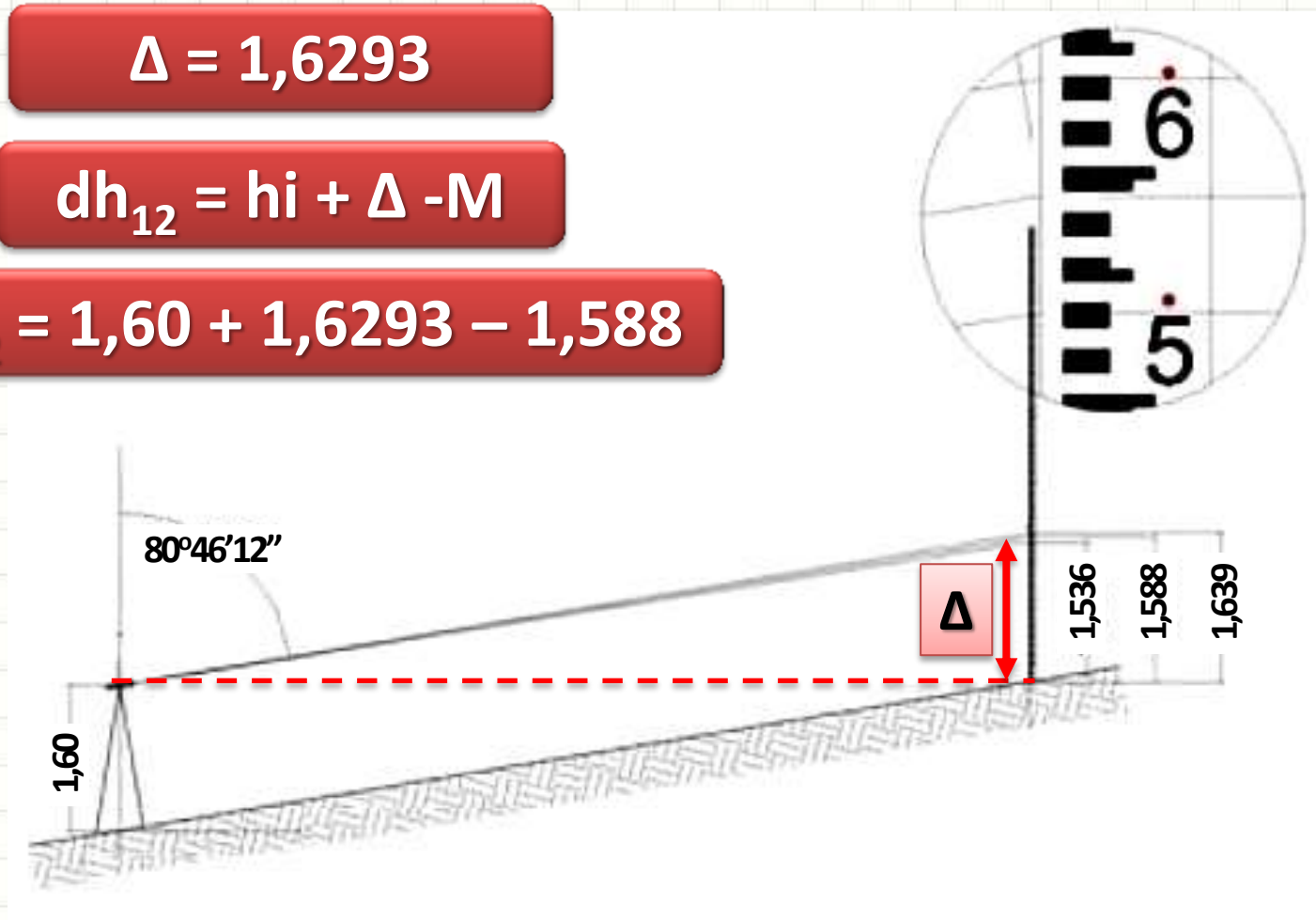
Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

$\Delta = 1{,}6293$

$dh_{12} = hi + \Delta - M$

$dh_{12} = 1{,}60 + 1{,}6293 - 1{,}588$



Exemplo: Distância e Cota

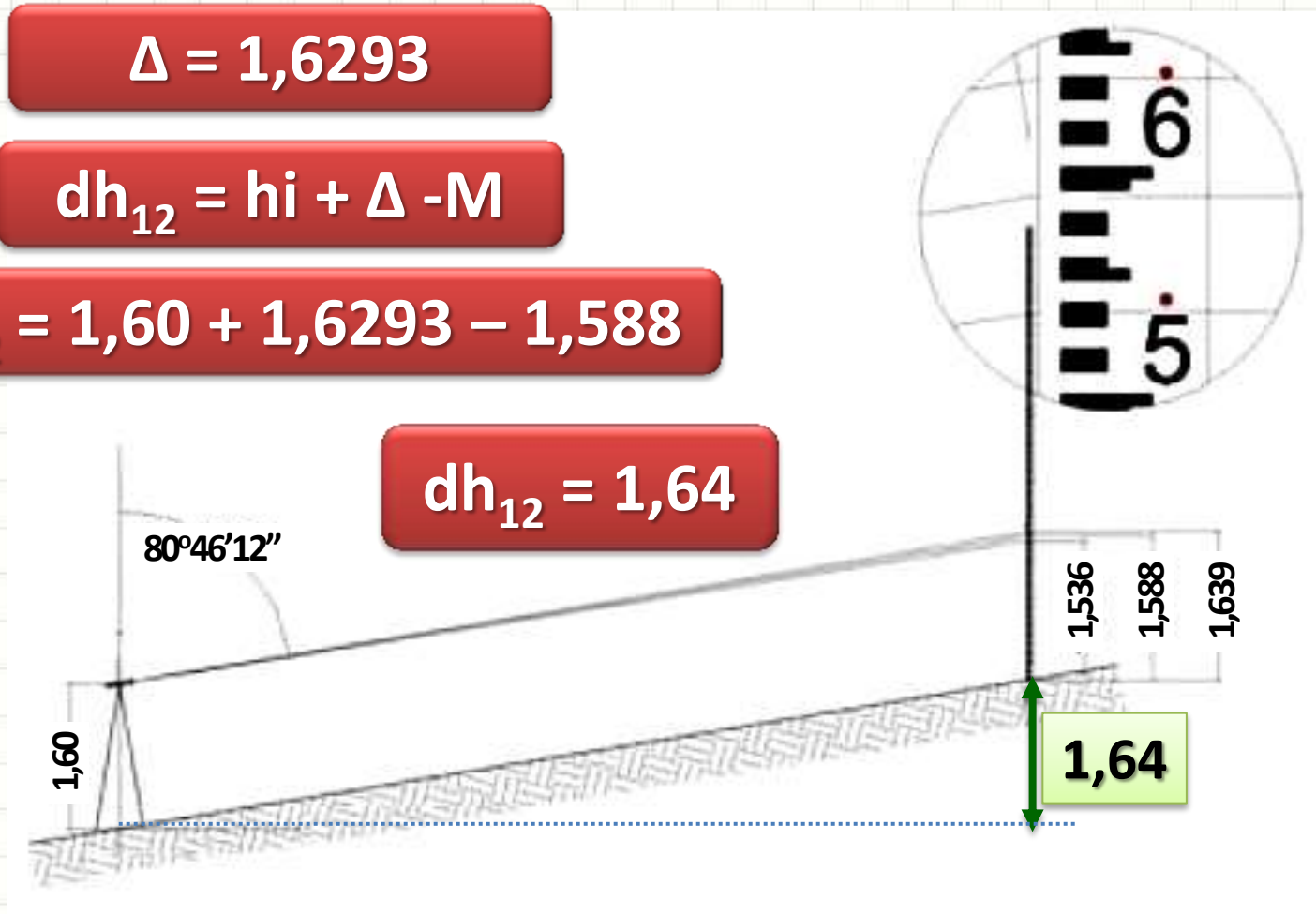
- Exemplo - Altura

$\Delta = 1{,}6293$

$dh_{12} = hi + \Delta - M$

$dh_{12} = 1{,}60 + 1{,}6293 - 1{,}588$

$dh_{12} = 1{,}64$



Exercícios Resolvidos

Exercícios Resolvidos

- Calcular a cota do ponto 2, visado a partir de 1, e a distância entre eles, considerando os seguintes dados de campo:
  - Cota do ponto 1: h_1 = 321,53m
  - Distância Zenital: z = 88º 37’
  - Leituras dos fios estadimétricos:
    - A: 1,627
    - M: 1,325
    - B: 1,023
  - Altura do aparelho: h_i = 1,68m

Exercício Resolvido

h_1 = 321,53m
z = 88º 37'
A: 1,627
B: 1,023
M: 1,325
h_i = 1,68m

- Cota e Distância de 2 em relação a 1
- Primeiro, devemos verificar A/B/M
  - A – M = 1,627 – 1,325 = 0,302
  - M – B = 1,325 – 1,023 = 0,302
    - OK! (Diferenças até 2mm são aceitáveis!
- Calcularemos G = 100 . (A-B)
  - G = 100. (1,627 – 1,023) = 60,4
- Agora calculamos a distância
  - $d = G \cdot sen^2 z =$
  - $d = 60{,}4 \cdot sen^2\, 88^o\, 37' = 60{,}36$

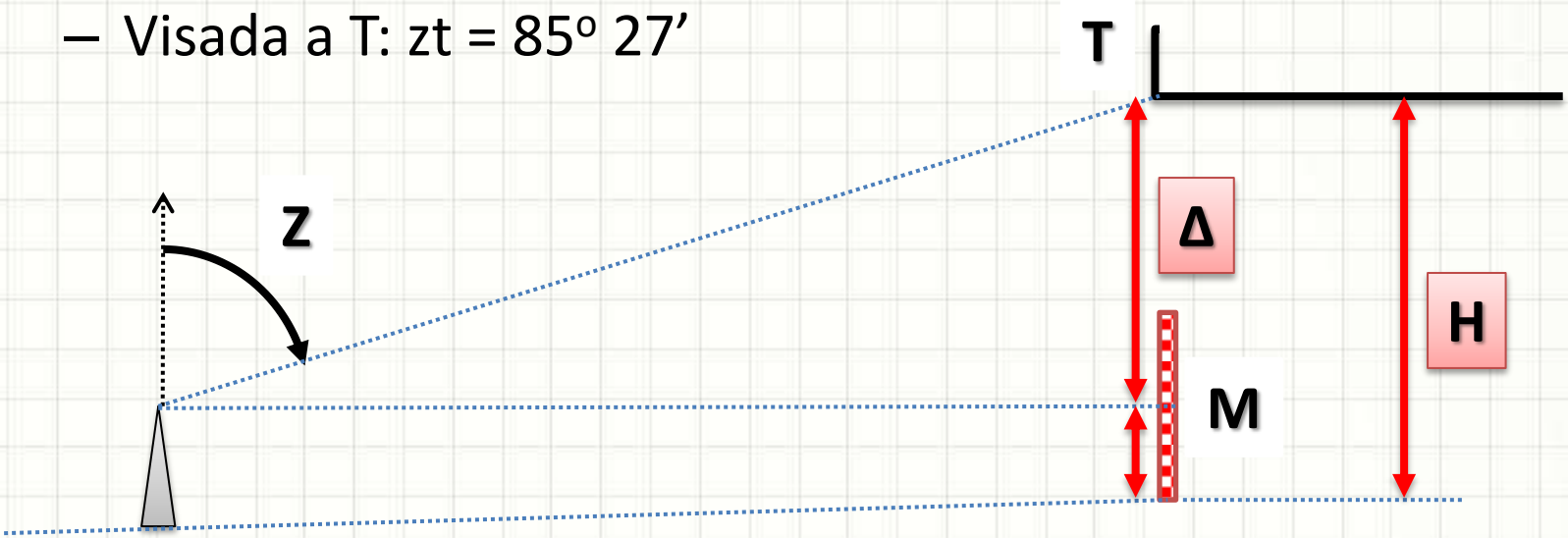
Exercício Resolvido

h_1 = 321,53m
z = 88º 37'
A: 1,627
B: 1,023
M: 1,325
h_i = 1,68m
d = 60,36

- Cota e Distância de 2 em relação a 1
- Agora, devemos calcular a diferença de cota
- Primeiro o delta:
  - $\Delta = G \cdot \text{sen } z \cdot \cos z =$
  - $\Delta = 60{,}4 * \text{sen } 88^o\ 37' * \cos 88^o\ 37'$
  - $\Delta = 1{,}46$
- Agora calcularemos a h2:
  - $h_2 = h_1 + h_i + \Delta - M =$
  - $h_2 = 321{,}53 + 1{,}68 + 1{,}46 - 1{,}325$
  - $h_2 = 323{,}35m$

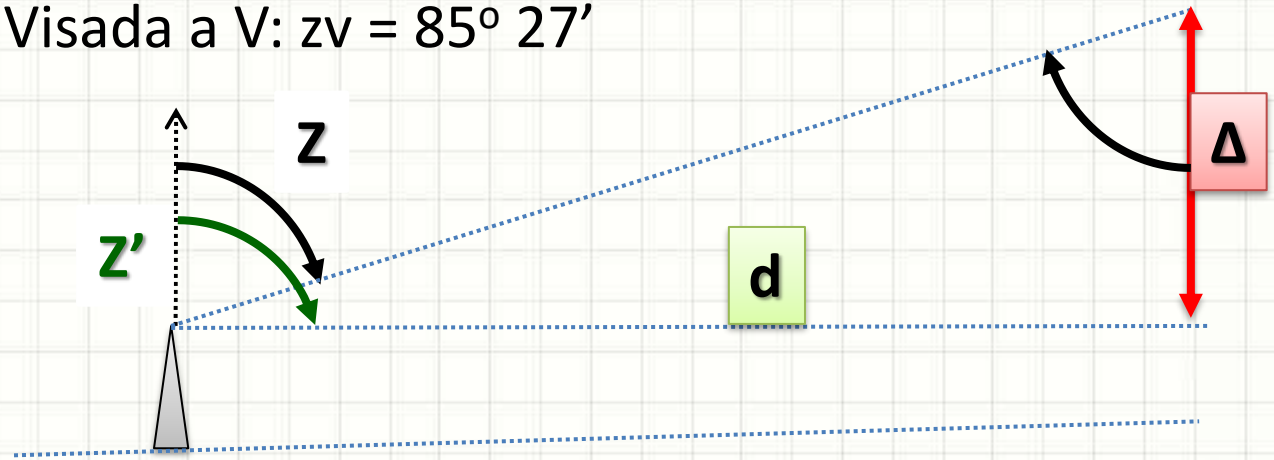
Exercícios Resolvidos

- Para calcular a altura sob um viaduto, foi feita a visada com uma mira resultando nas leituras abaixo. Qual a altura máxima de caminhão que pode passar?
  - Visada horizontal (z=90º): A=1,808; M=1,633; B=1,457
  - Visada a T: zt = 85º 27’



Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto
  - Visada horizontal (z=90º): A=1,808; M=1,633; B=1,457
  - Visada a V: zv = 85º 27'

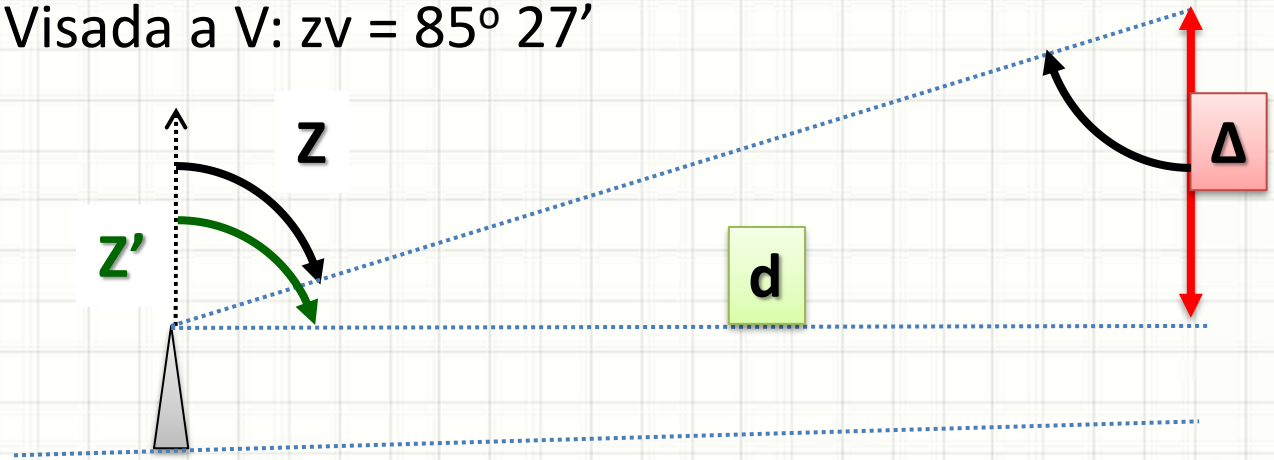


- tg z = d / Δ
- Δ = d / tg z
- d = ?

$$d = 100 \cdot (A-B) \cdot sen^2 z'$$

Exercícios Resolvidos

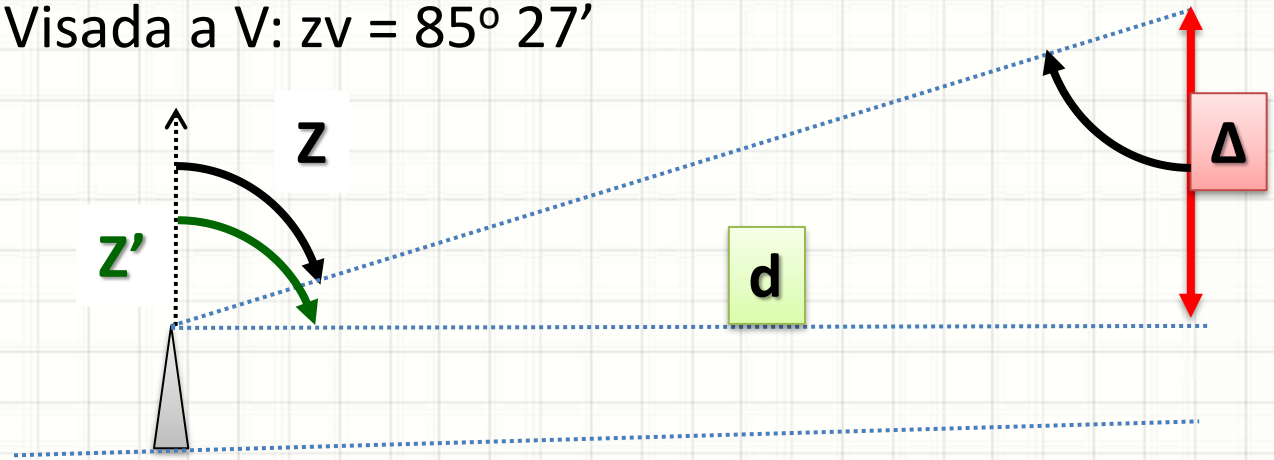
- Altura sob um viaduto
  - Visada horizontal (z=90º): A=1,808; M=1,633; B=1,457
  - Visada a V: zv = 85º 27’



  - tg z = d / Δ
  - Δ = d / tg z
  - d = 100 . (1,808 – 1,457) . sen^2 90º

Exercícios Resolvidos

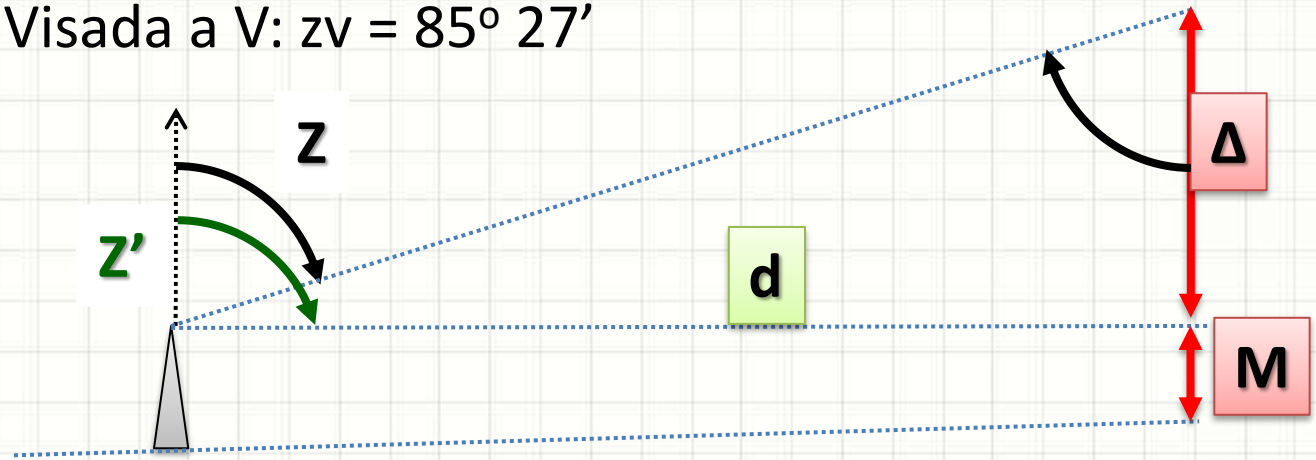
- Altura sob um viaduto
  - Visada horizontal (z=90º): A=1,808; M=1,633; B=1,457
  - Visada a V: zv = 85º 27’



  - d = 35,1m.
  - Δ = d / tg z = 35,1 / tg 85º 27’
  - Δ = 2,793m

Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto
  - Visada horizontal (z=90º): A=1,808; M=1,633; B=1,457
  - Visada a V: zv = 85º 27’



  - Δ = 2,793m
  - M = 1,633m
  - Vão = Δ + M = 4,426m

Pausa para o Café

Planilhas de Taqueometria

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080				
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078				

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2				
3				

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285			
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283			

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2				
3				

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888		
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649		

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2				
3				

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2				
3				

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2				
3				

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2				
3				

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	**54,888**			
3				

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	54,888			
3				

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	54,888			
3	**109,537**			

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	54,888			
3	109,537			

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	54,888	**89,312**		
3	109,537			

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	54,888	89,312		
3	109,537			

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	54,888	89,312		
3	109,537	**99,860**		

Conhecimento Prévio: devia ser: 99,862

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	54,888	89,312		
3	109,537	99,860	+2	

+2mm em 109,537m...Quanto em 54,888m?

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	54,888	89,312	**+1**	
3	109,537	99,860	+2	

Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas (G = 100. (A-B))

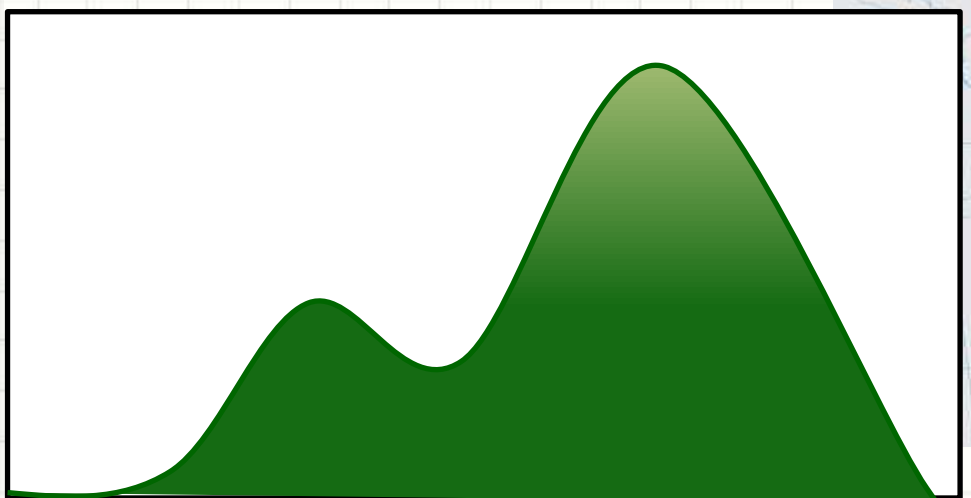
Estação h_i	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. G.(sen²z)	Δ G.(senz).(cosz)	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	101º21’	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
2 1,30	3	79º18’	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,548

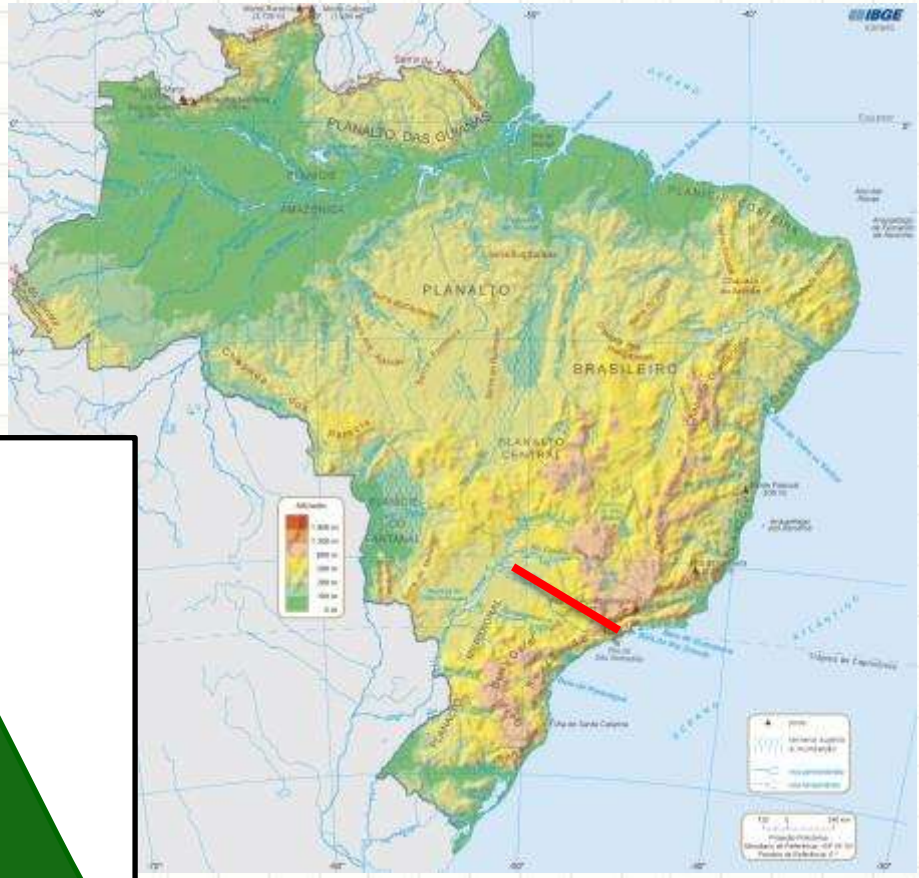
Estação	Distância Acumulada	Cota Provisória	Ajuste (mm)	Cota Definitiva
1	0,000	100,000	0	100,000
2	54,888	89,312	+1	**89,313**
3	109,537	99,860	+2	**99,862**

PERFIL

Perfil do Terreno

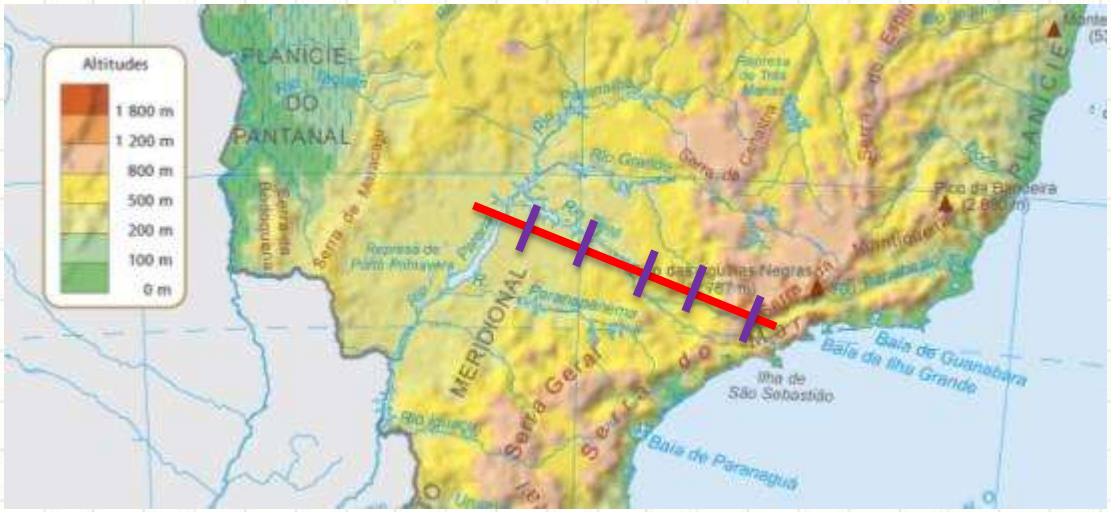
- Perfil: representação da variação de altitude em uma “linha” específica do terreno





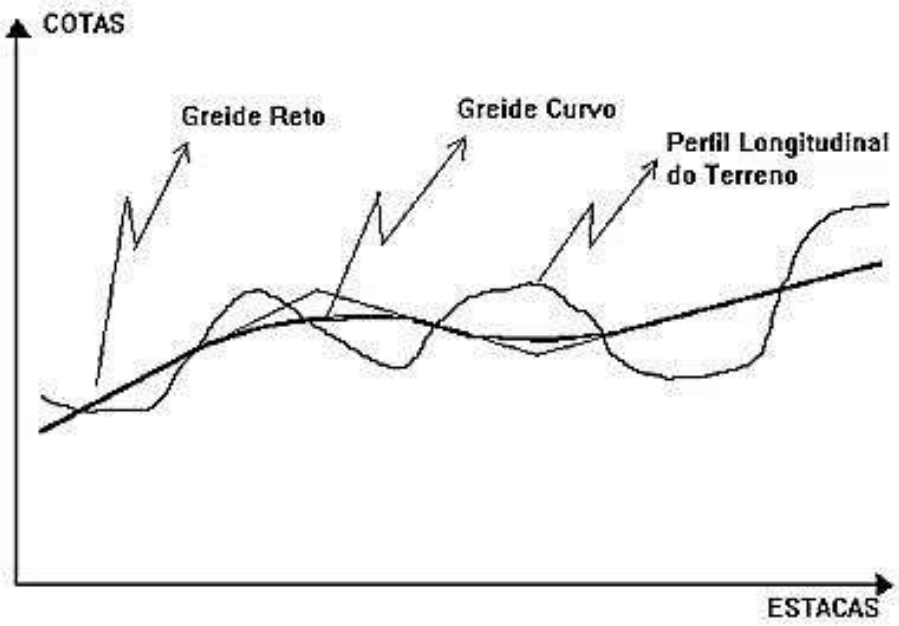
Perfil do Terreno

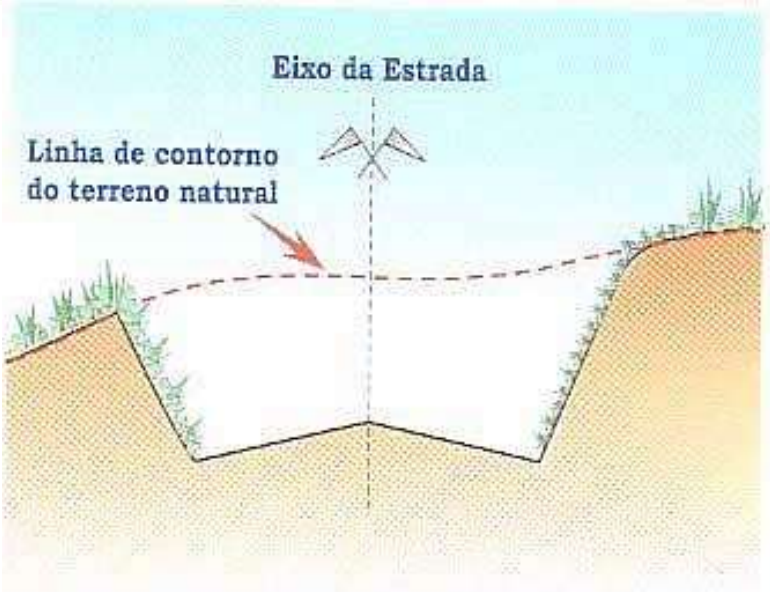
- Perfil: dois tipos básicos
  - Longitudinal: ao longo do eixo do trecho
    - Variação do relevo ao longo de uma estrada
  - Transversal: cortes perpendiculares ao eixo do trecho
    - “Gabarito” da estrada (taludes/sobrelevações)



Perfil do Terreno

- Como construir?
  - Longitudinal: colhendo variações de cota ao longo do eixo
  - Transversal: colhendo variações de cota na transversal
  - A partir das curvas de nível: veremos mais adiante!





Perfil do Terreno

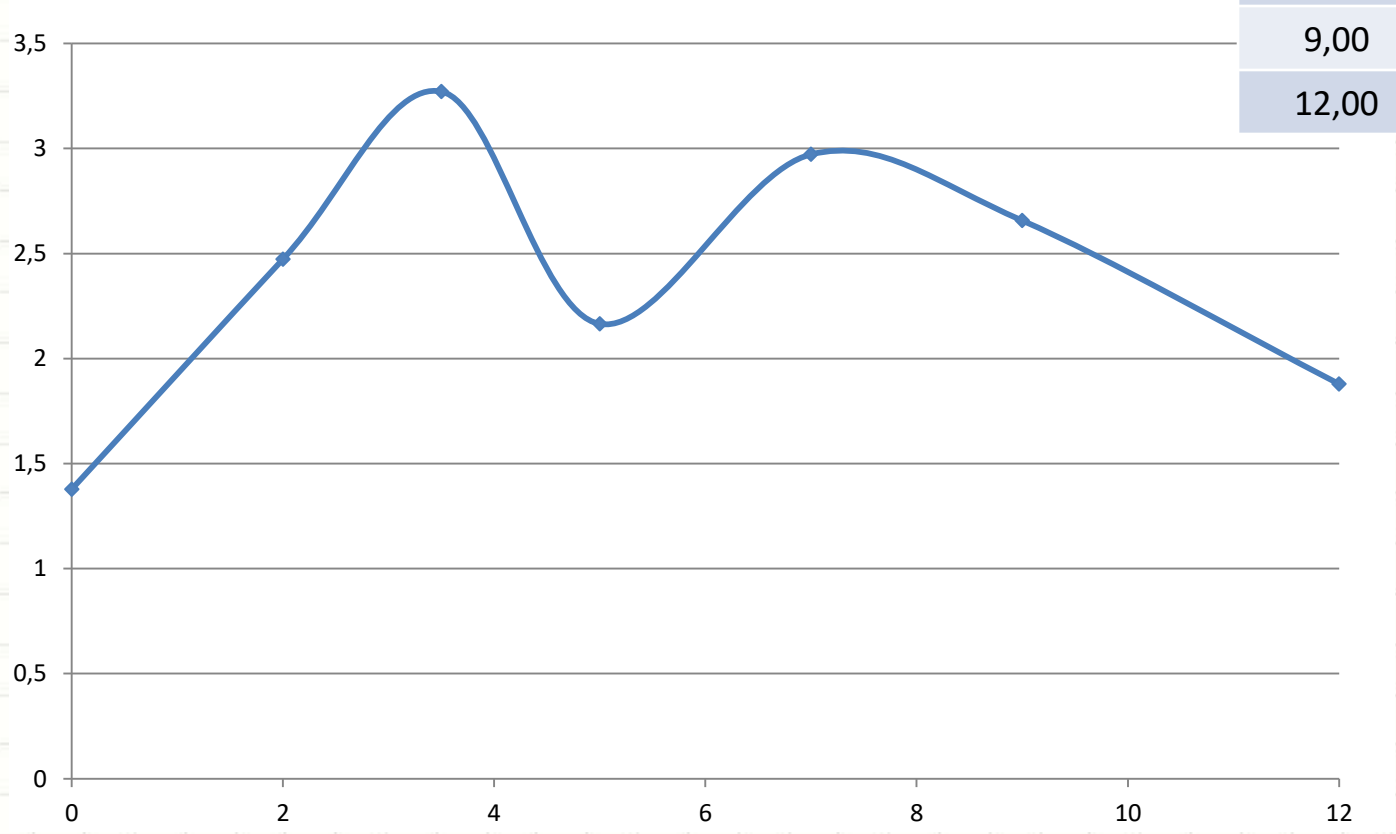
- Exemplo: construa o perfil abaixo (1:100):

Posição (m)	Cota (m)
0,00	1,378
2,00	2,473
3,50	3,271
5,00	2,165
7,00	2,972
9,00	2,657
12,00	1,879

Perfil do Terreno

- Exemplo: construa o perfil abaixo:

Posição (m)	Cota (m)
0,00	1,378
2,00	2,473
3,50	3,271
5,00	2,165
7,00	2,972
9,00	2,657
12,00	1,879



PERGUNTAS?

Conclusões

Resumo

- Para medir diferenças de cota entre pontos distantes: usa-se relações geométricas
- Quando possível, medir mais de uma vez
- Cuidado com os erros das medidas

- Como medir no plano?
  - Planimetria!
  - Ângulos e Distâncias

EXERCÍCIOS

Exercícios

- Levantou-se uma poligonal com 4 vértices (RN=100)

Estação h_i	Ponto	Ang. V	A B	M	A-M M-B	G	Dist. $G.(sen^2z)$	Δ $G.(senz).(cosz)$	Cota h_i+Δ-M
1 1,41	2	85°39'	1,584 1	1,293					
2 1,36	3	103°14'	1,154 0,601	0,877					
3 1,46	4	94°35'	1,706 1,294	1,501					
4 1,41	1	79°18'	1,386 0,82	1,103					

Estação	Dist. Acum.	Cota Prov.	Ajuste	Cota Def.
1	0,000	100,000	0,000	100,000
2				
3				
4				
1				