



# **TOPOGRAFIA**

## **ALTIMETRIA:**

# **LEVANTAMENTO TAQUEOMÉTRICO**

Prof. Dr. Daniel Caetano

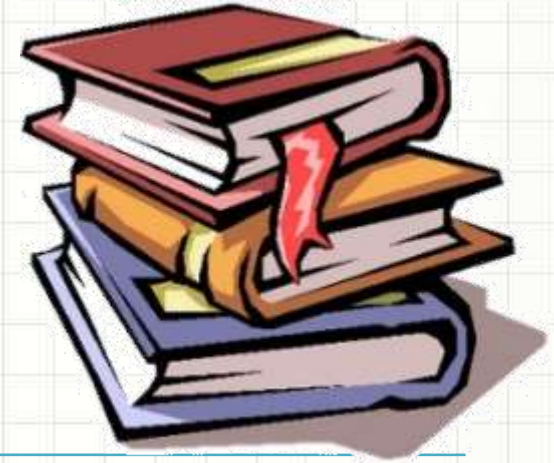
2016 - 1

# Objetivos

- Levantamento taqueométrico
- Perfil



# Material de Estudo



## Material

## Acesso ao Material

Apresentação

<http://www.caetano.eng.br/>  
(Topografia – Aula 6)

Material Didático

Topografia – Parte 1 – Págs 88-91  
Topografia – Parte 2 – Págs 48-52

Biblioteca

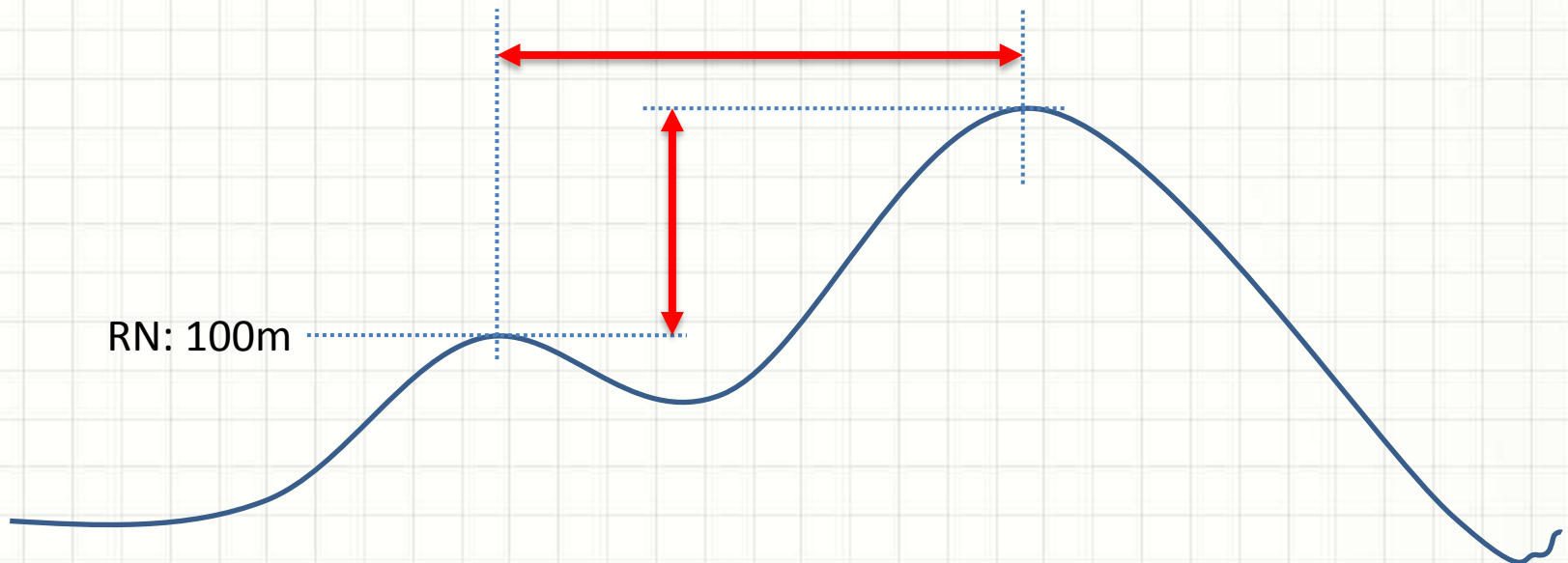
Topografia v.1 (Borges)



# **LEVANTAMENTO TAQUEOMÉTRICO**

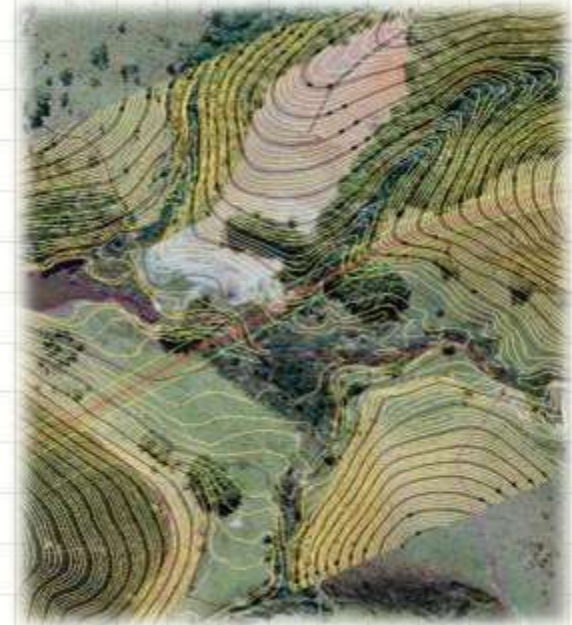
# Levantamento Taqueométrico

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



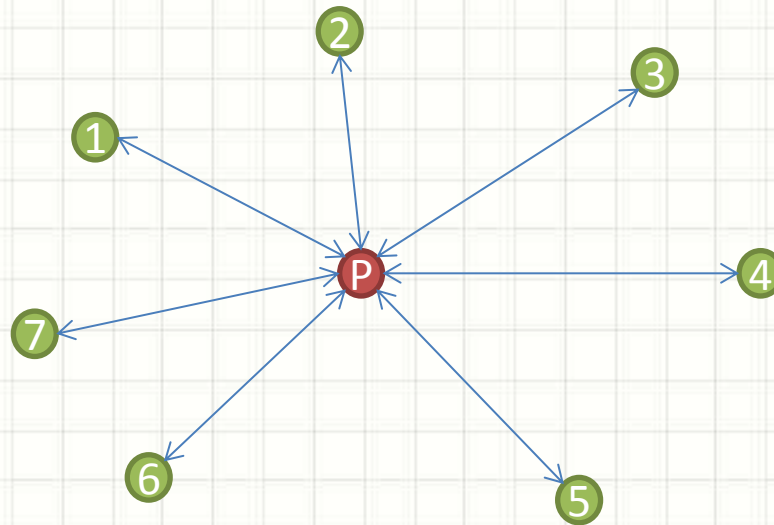
# Levantamento Taqueométrico

- Muito utilizado em:
  - Levantamentos de menor precisão
  - Levantamento de relevo (muitos pontos!)
  
- Exemplos
  - Nivelamento expedito
  - Levantamento de perfis
  - Levantamento de seções transversais
  - Poligonais secundárias



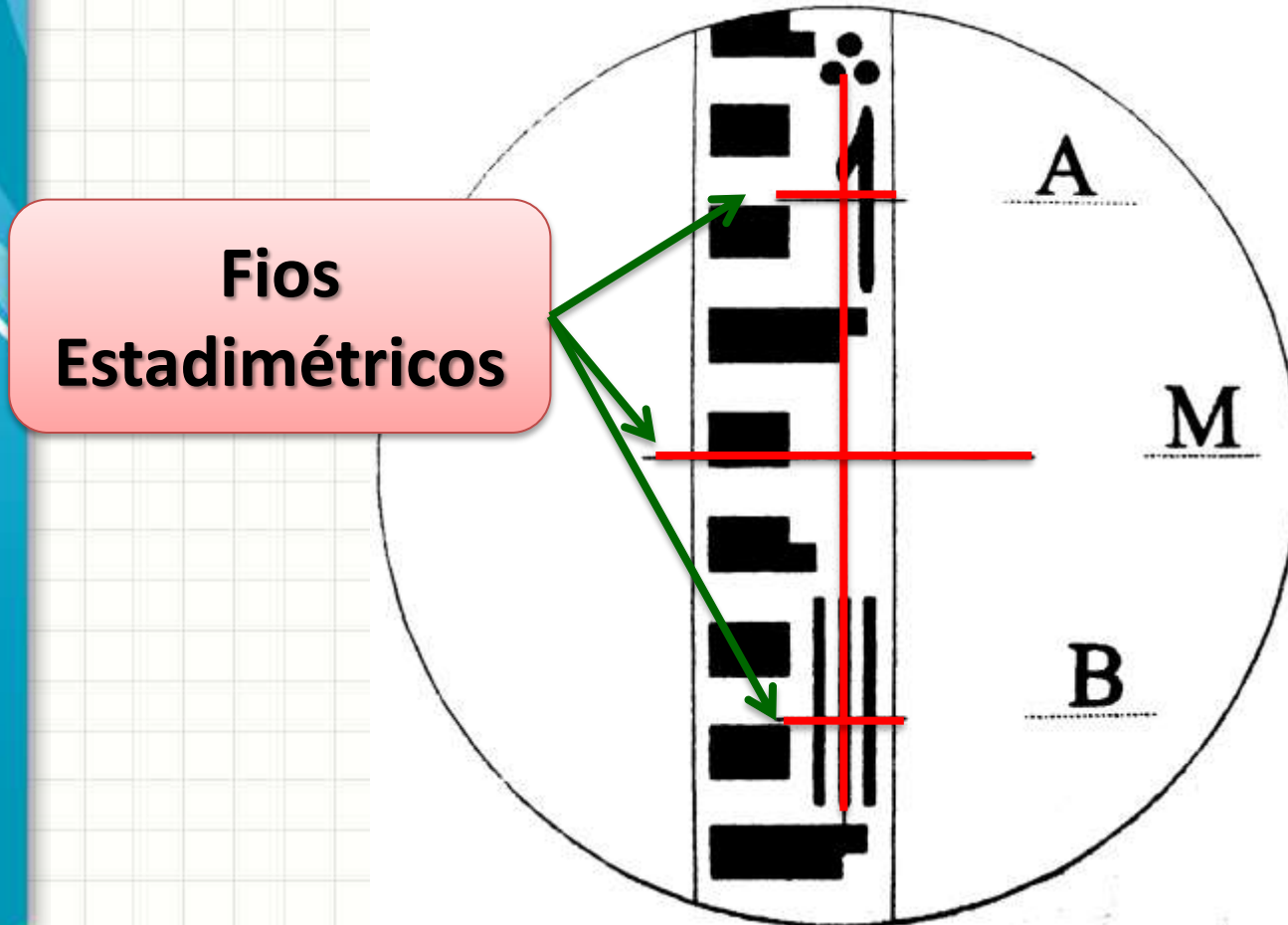
# Levantamento Taqueométrico

- 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

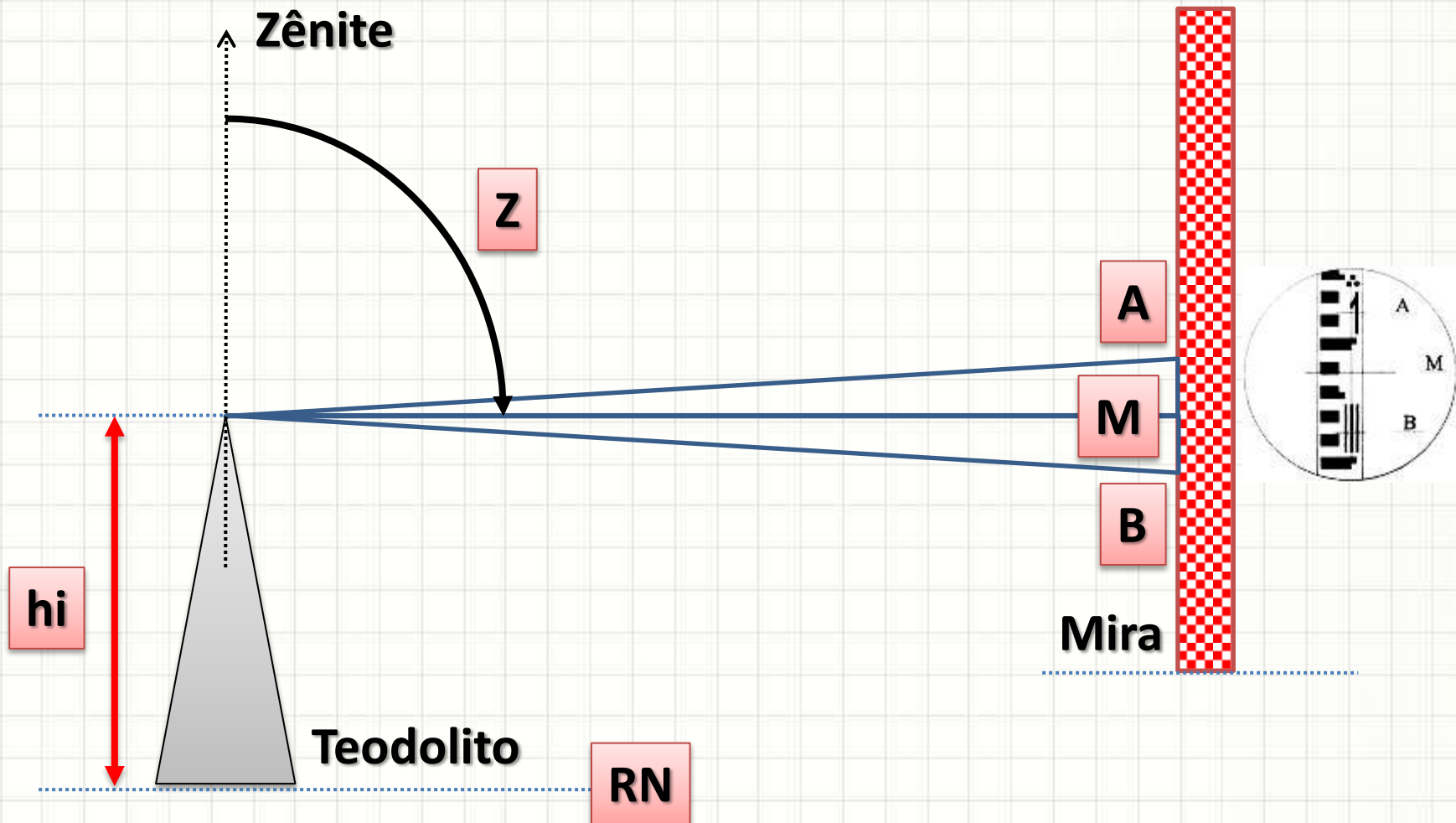
- Princípio de Funcionamento
  - Teodolito de 4 retículos (1 vertical, 3 horizontais)





# Levantamento Taqueométrico

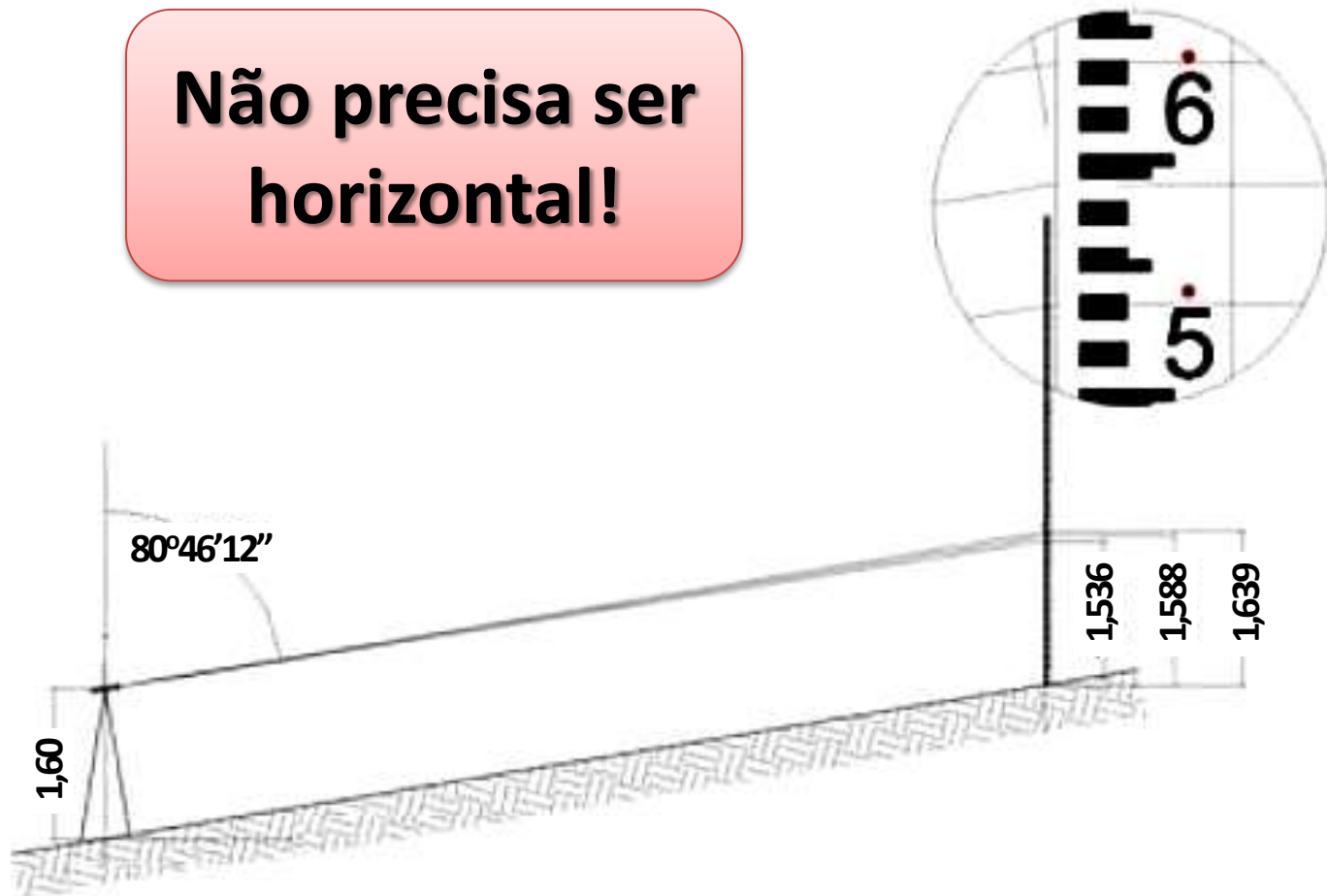
- O que medimos:

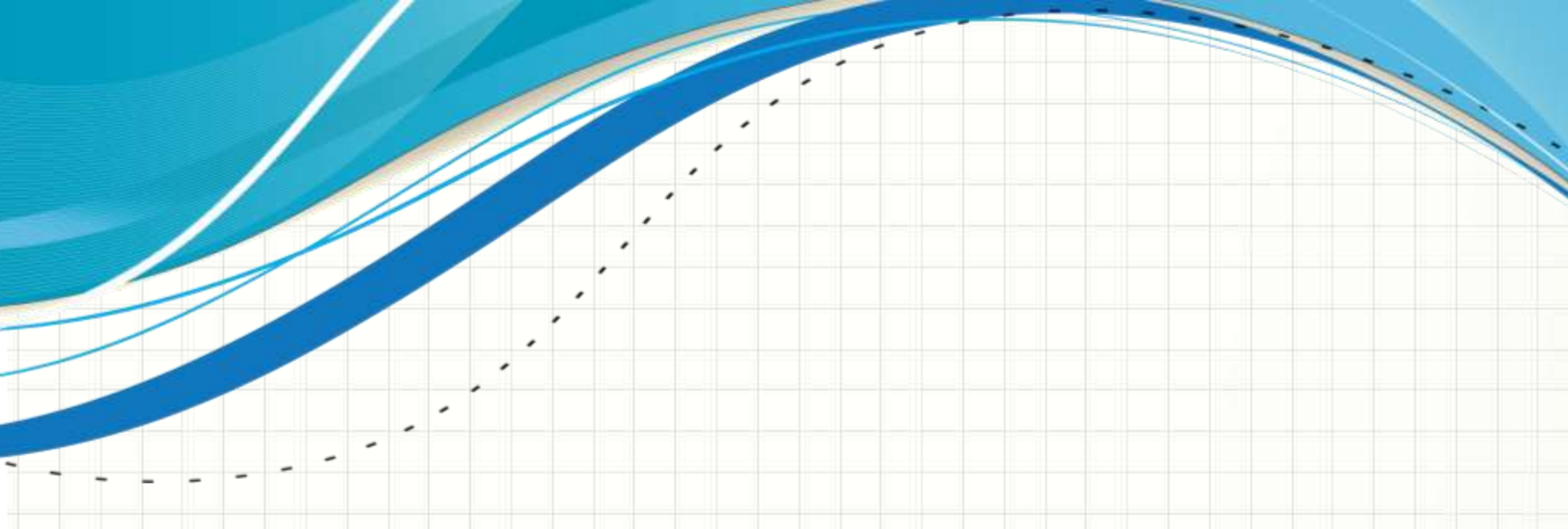


# Levantamento Taqueométrico

- Exemplo

**Não precisa ser horizontal!**

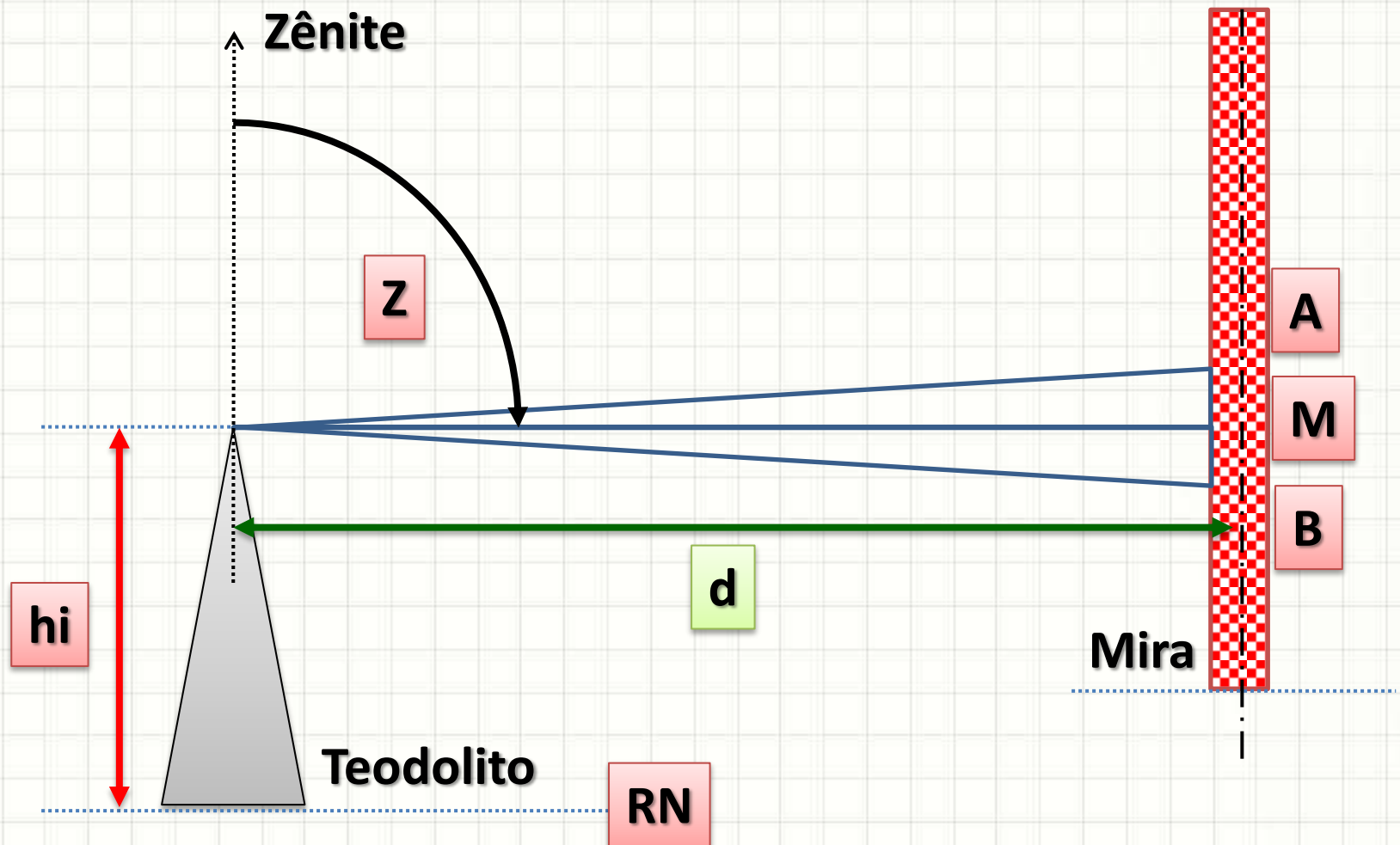




# **TAQUEOMETRIA: CÁLCULO DA DISTÂNCIA**

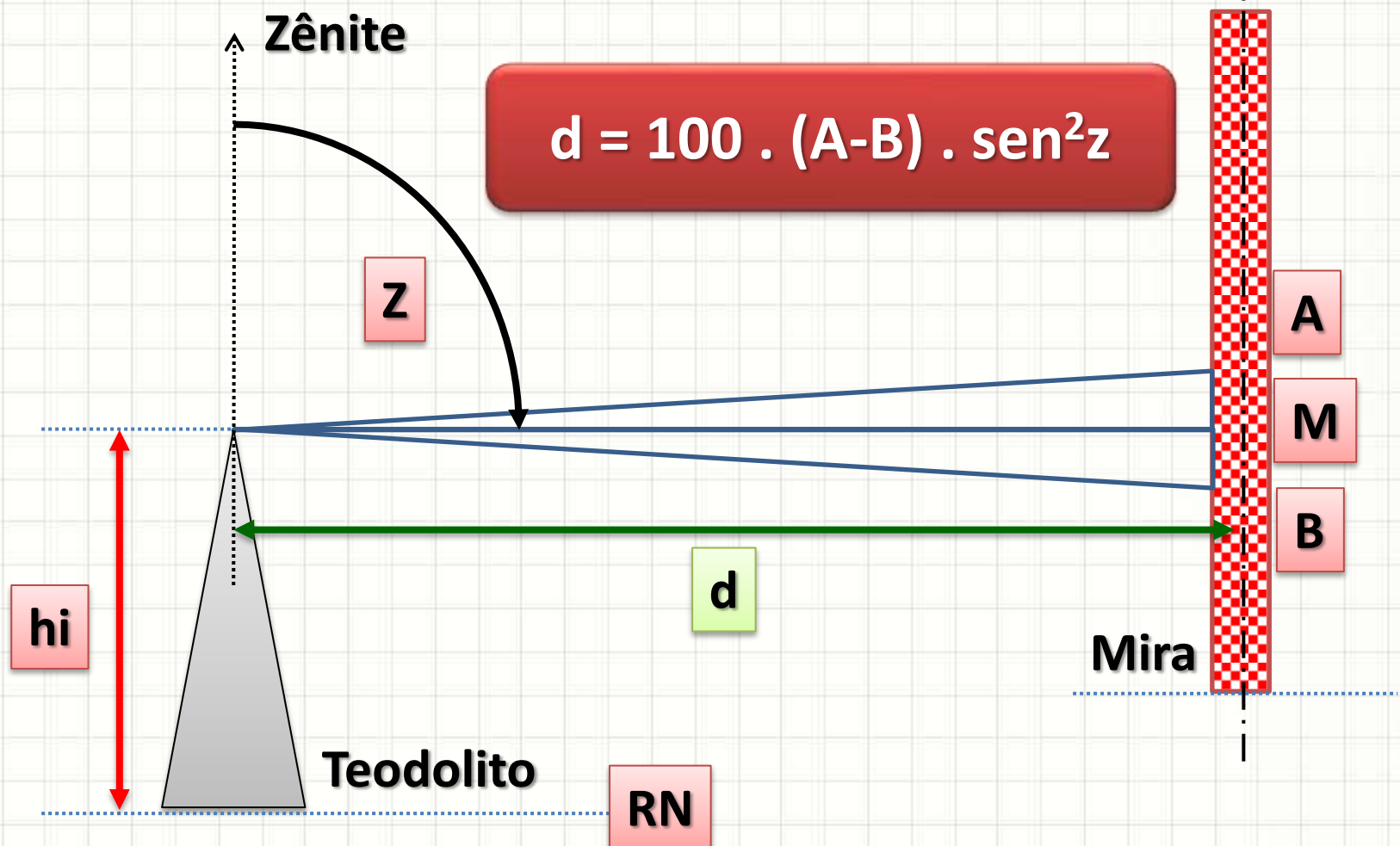
# Cálculo de Distância

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



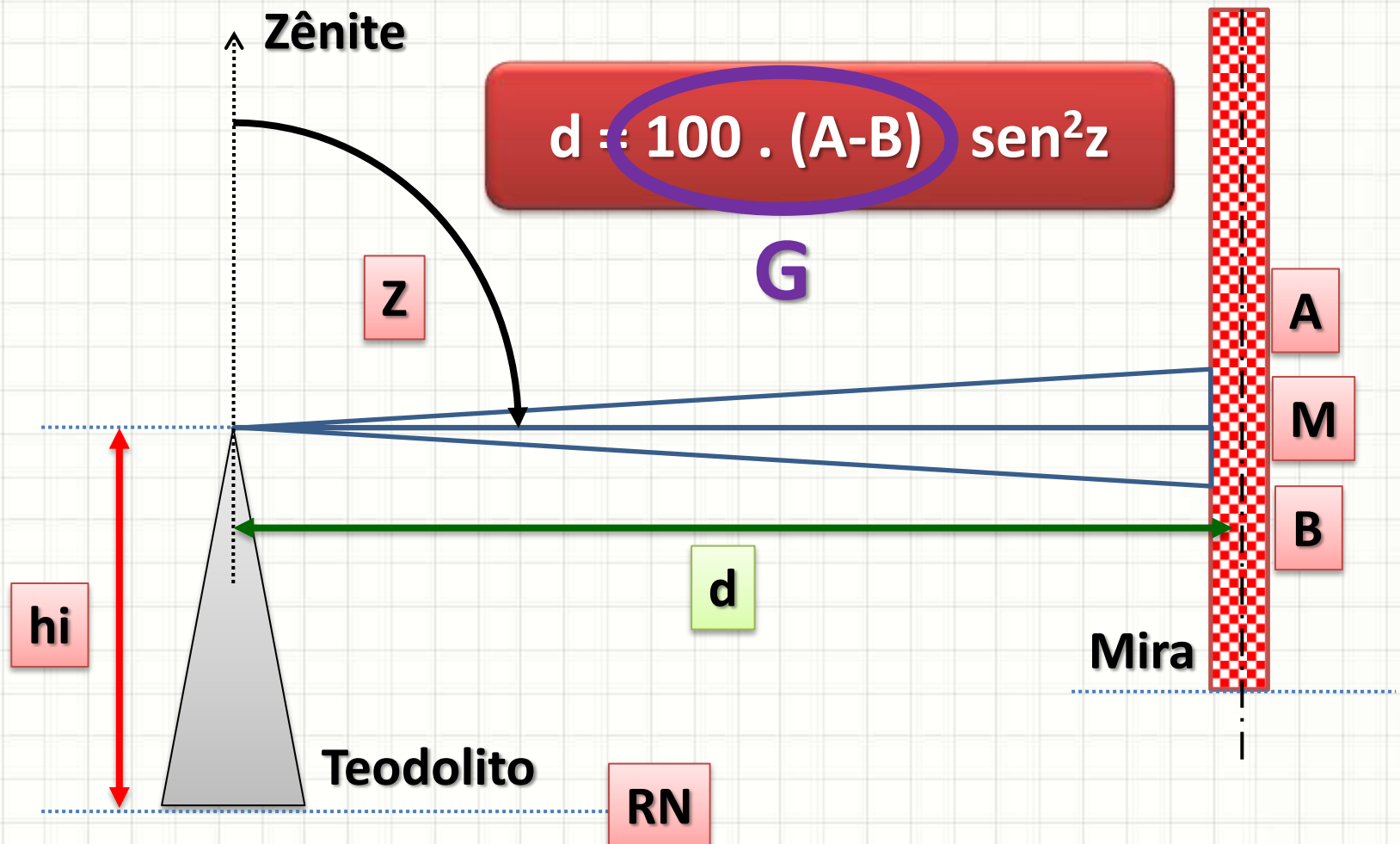
# Cálculo de Distância

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



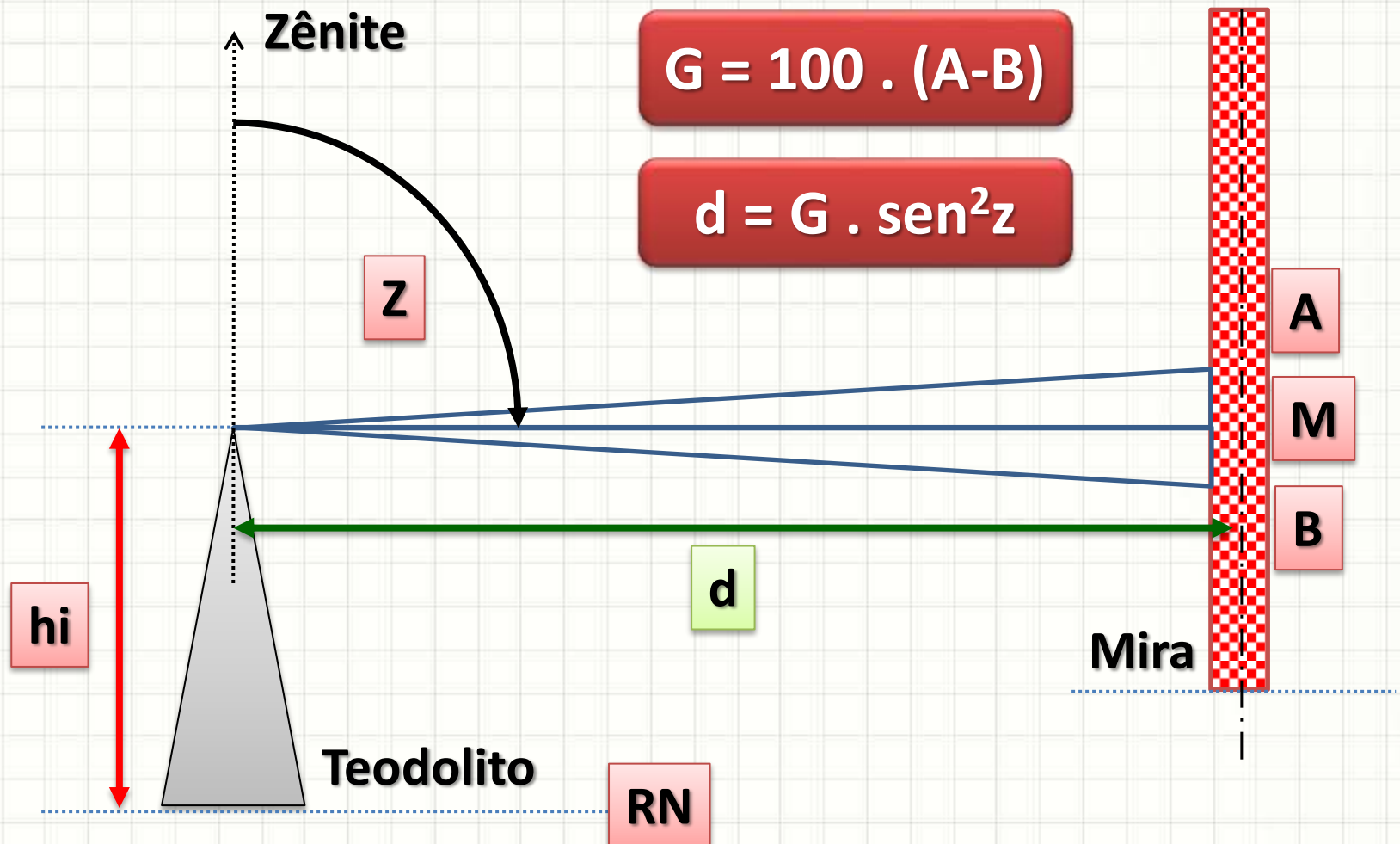
# Cálculo de Distância

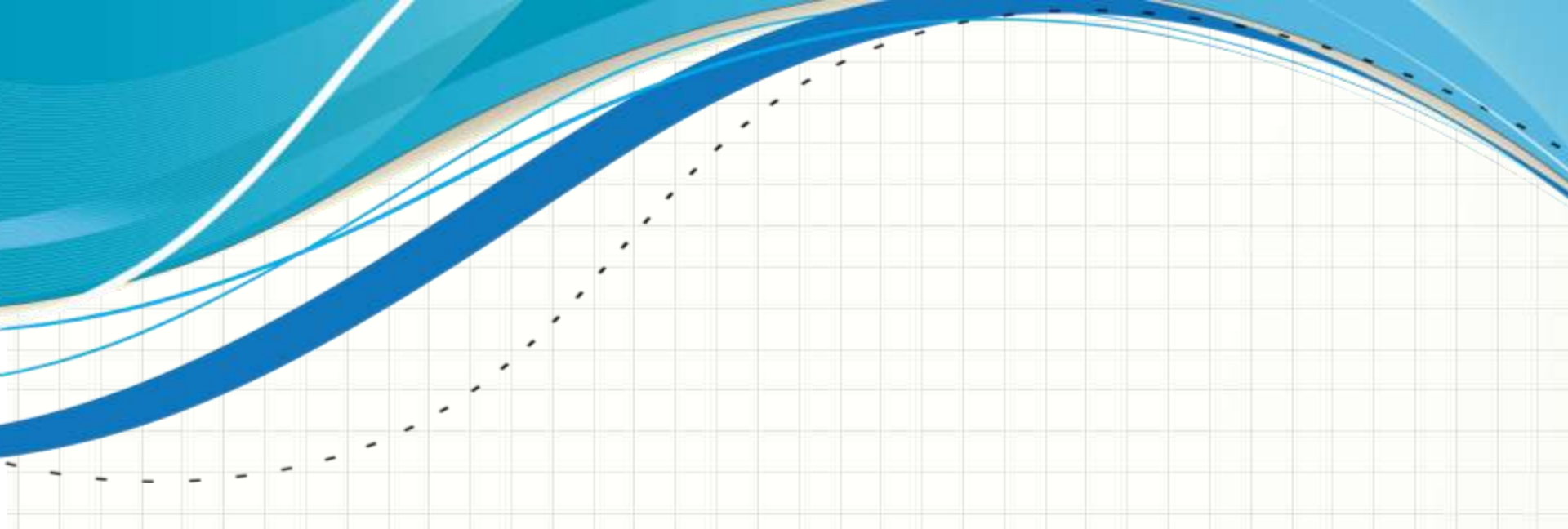
- Com as informações, queremos determinar **d**:



# Cálculo de Distância

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



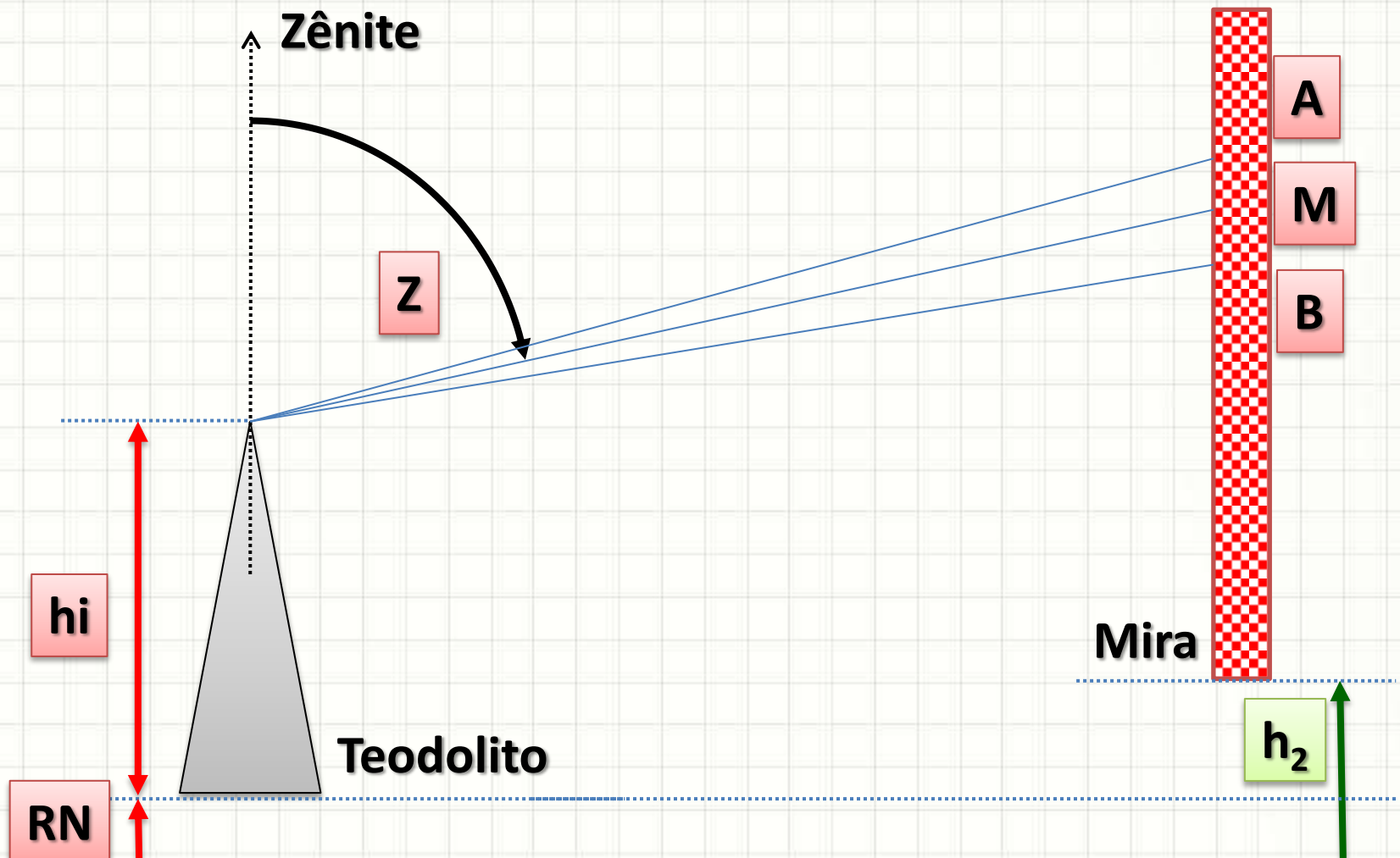


# **TAQUEOMETRIA: CÁLCULO DE COTA**



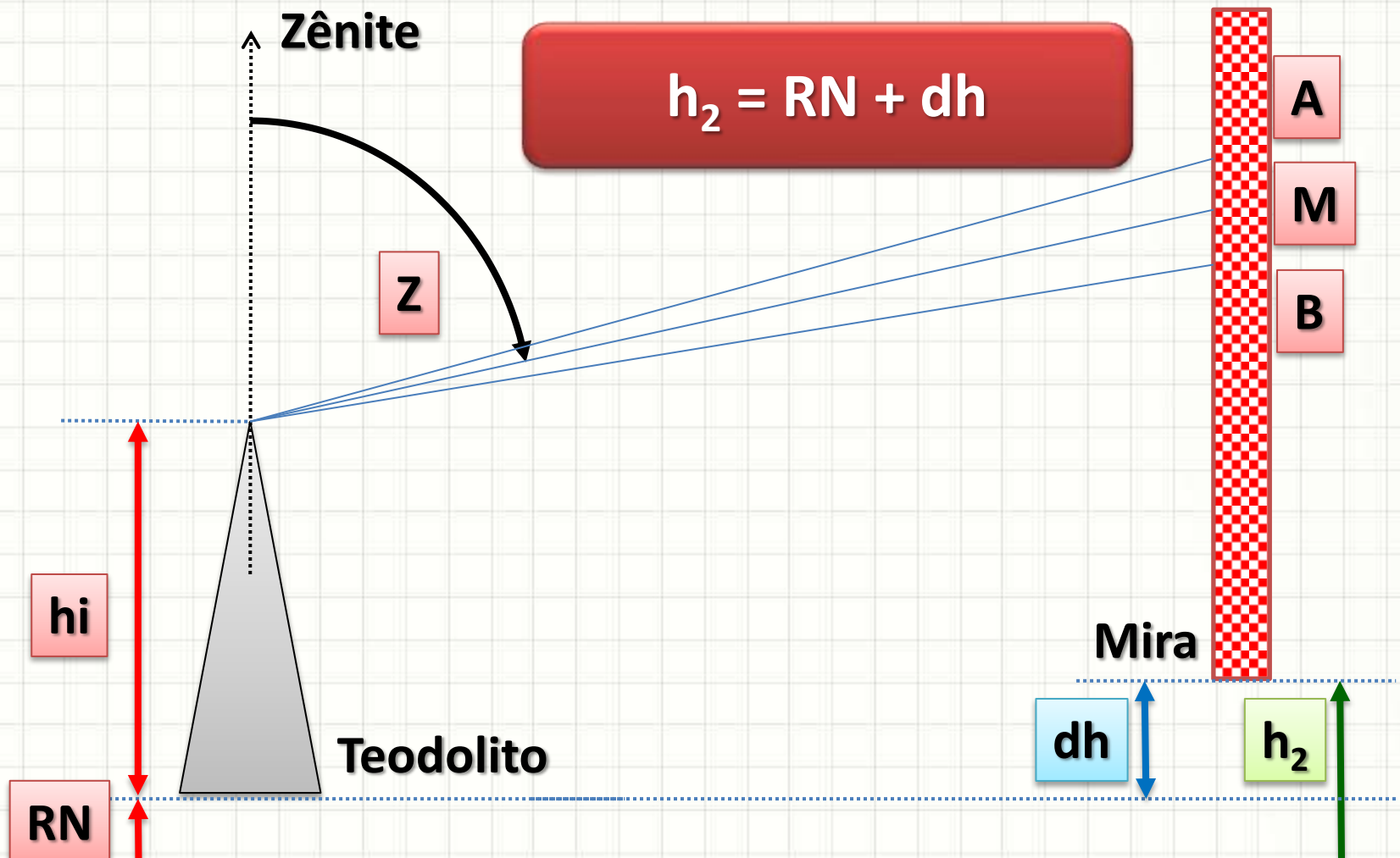
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



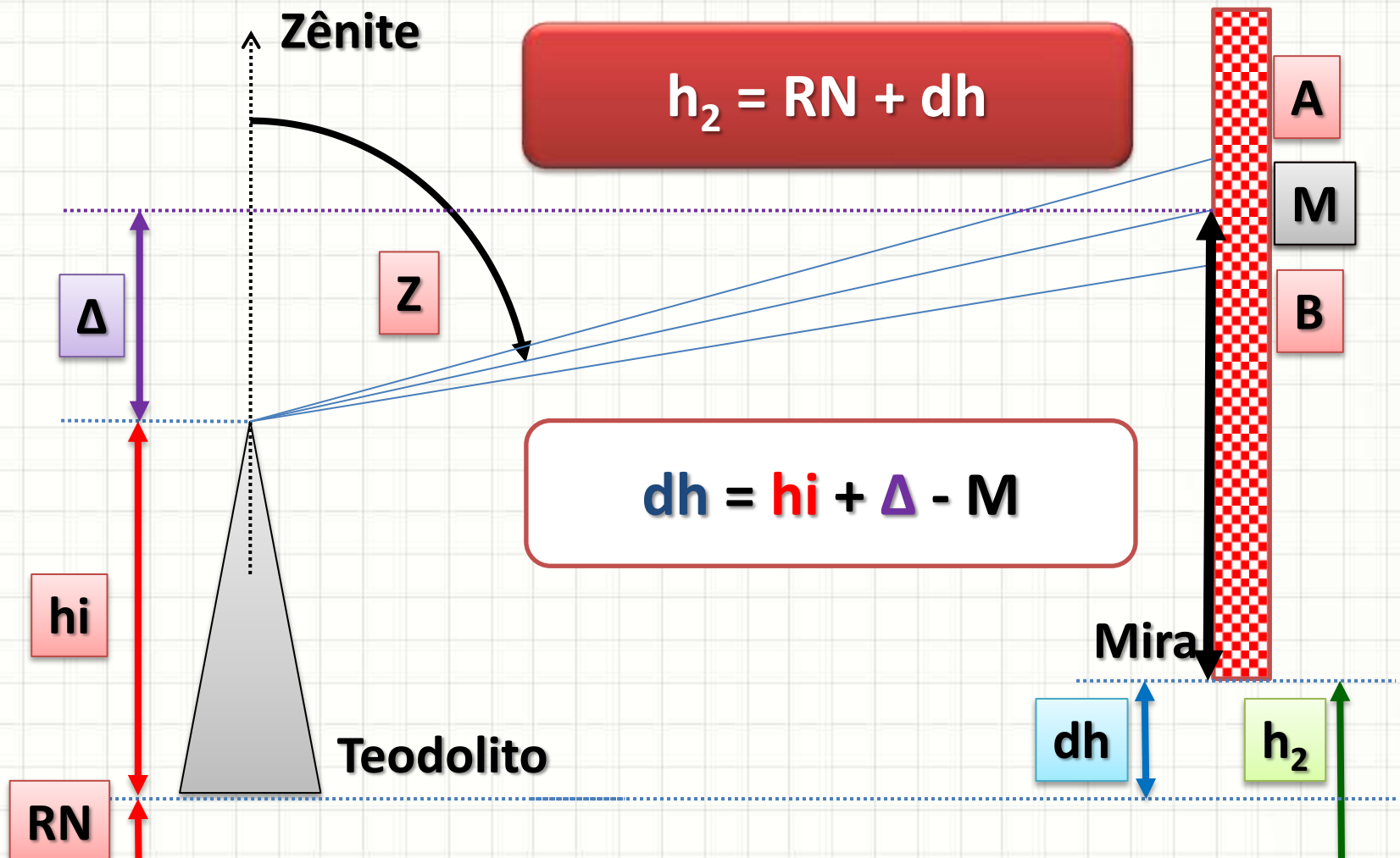
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



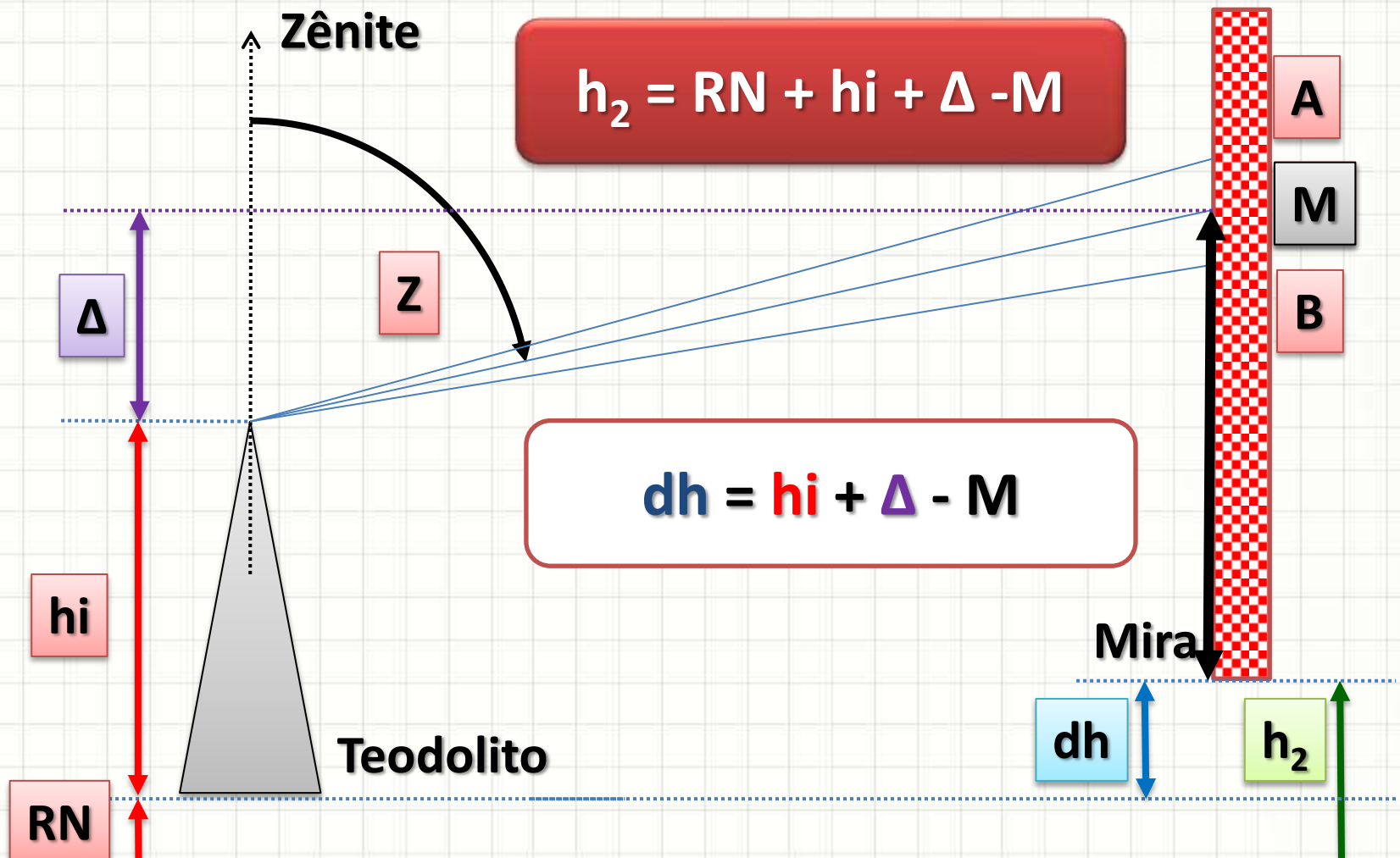
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



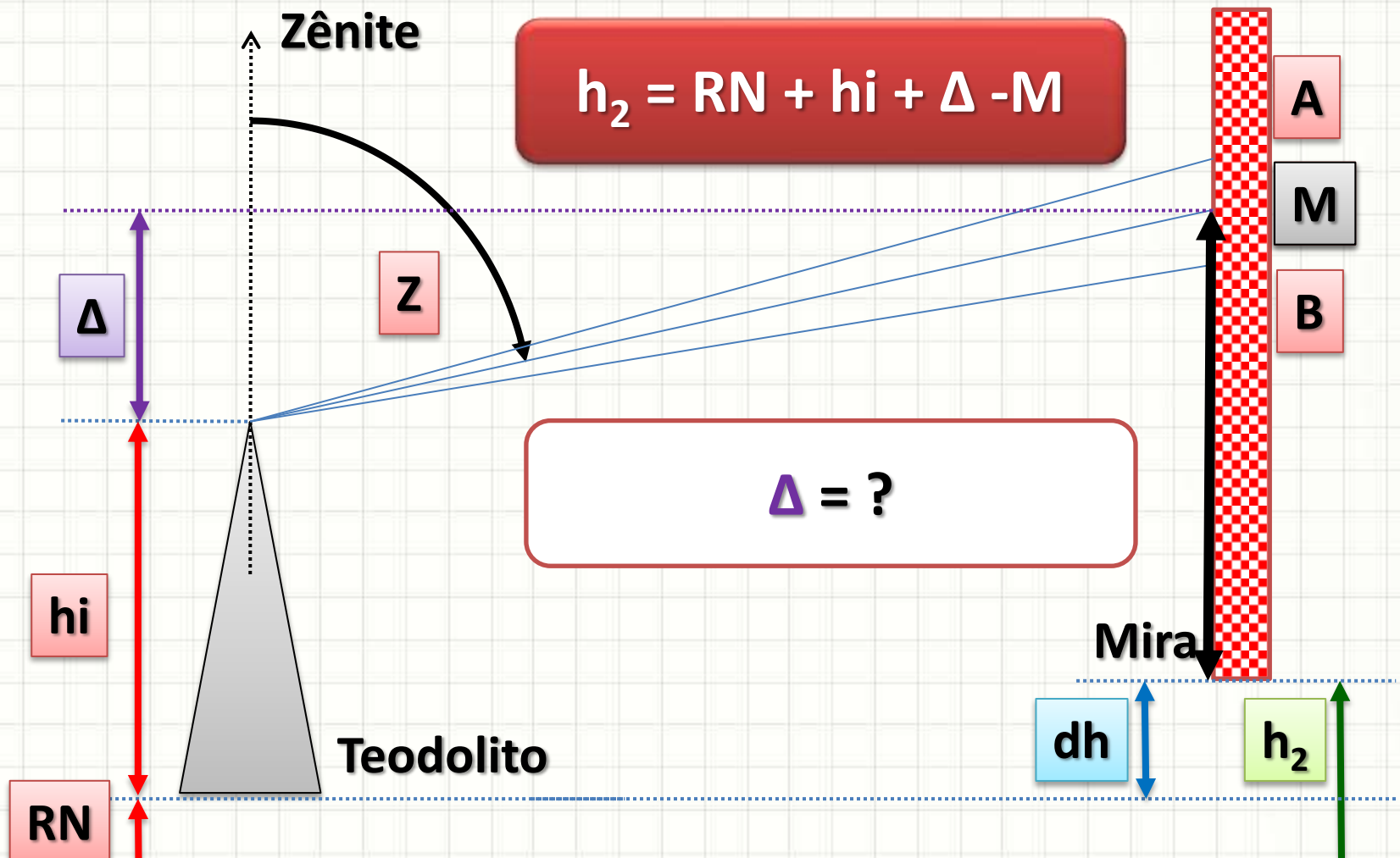
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



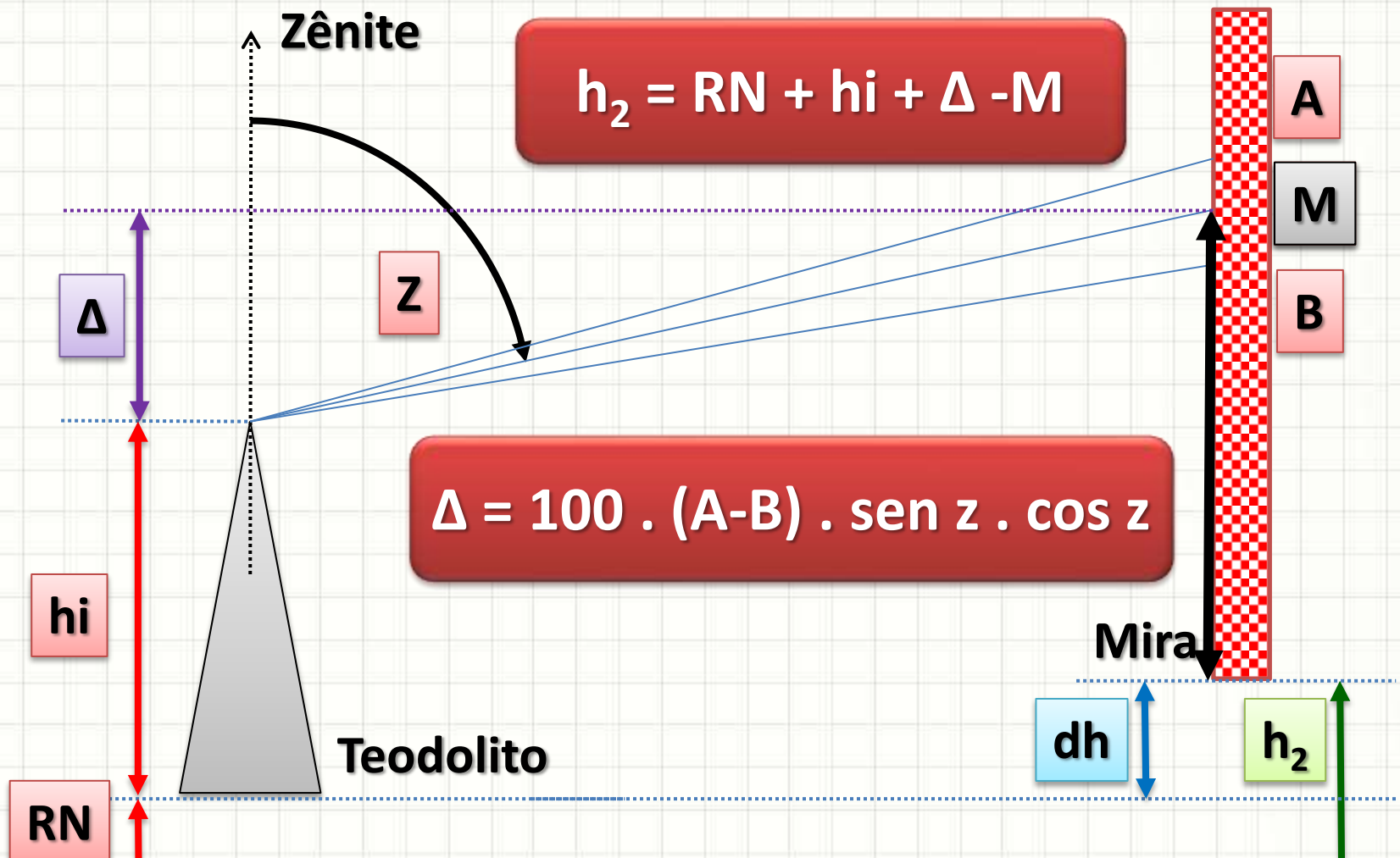
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



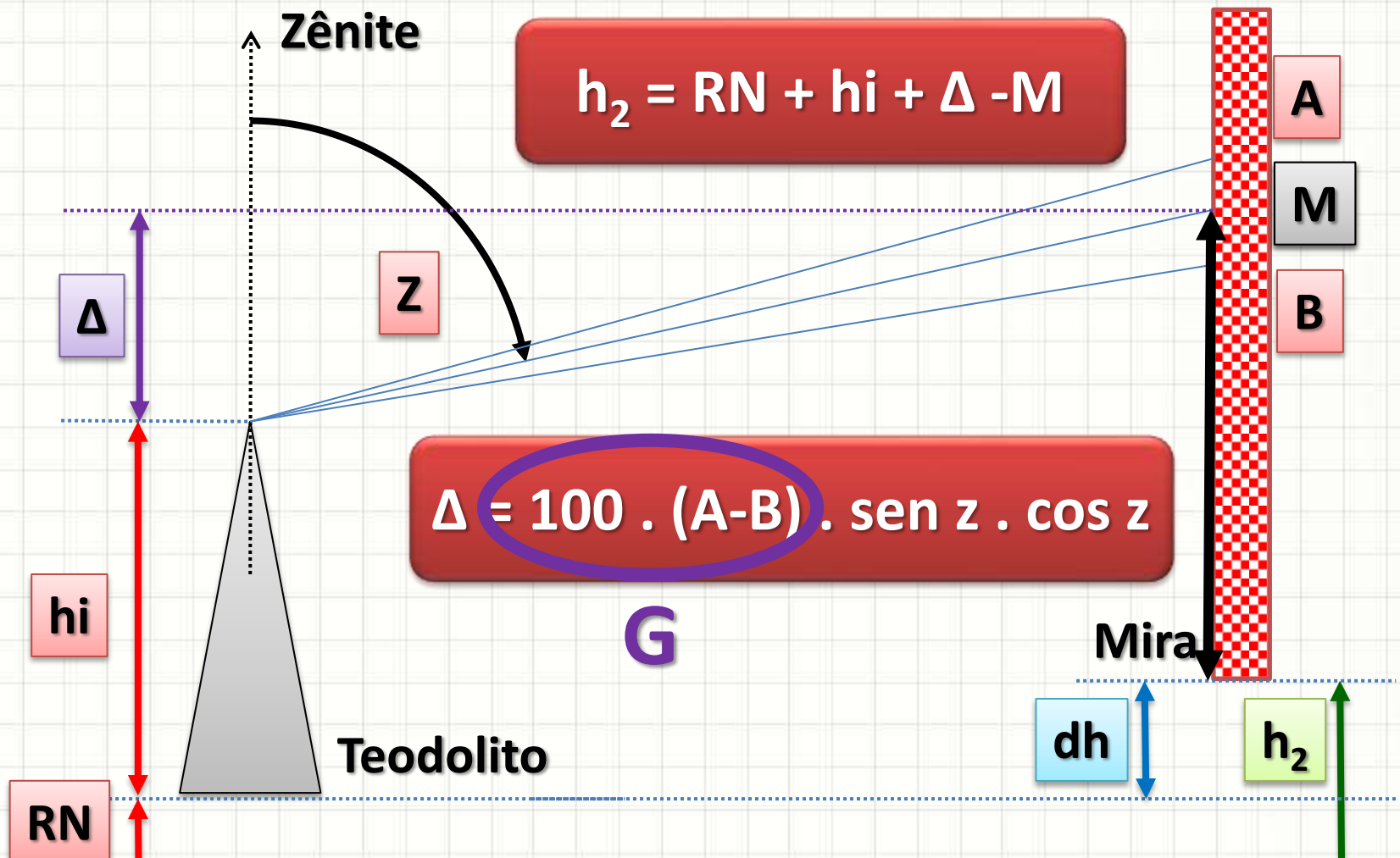
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



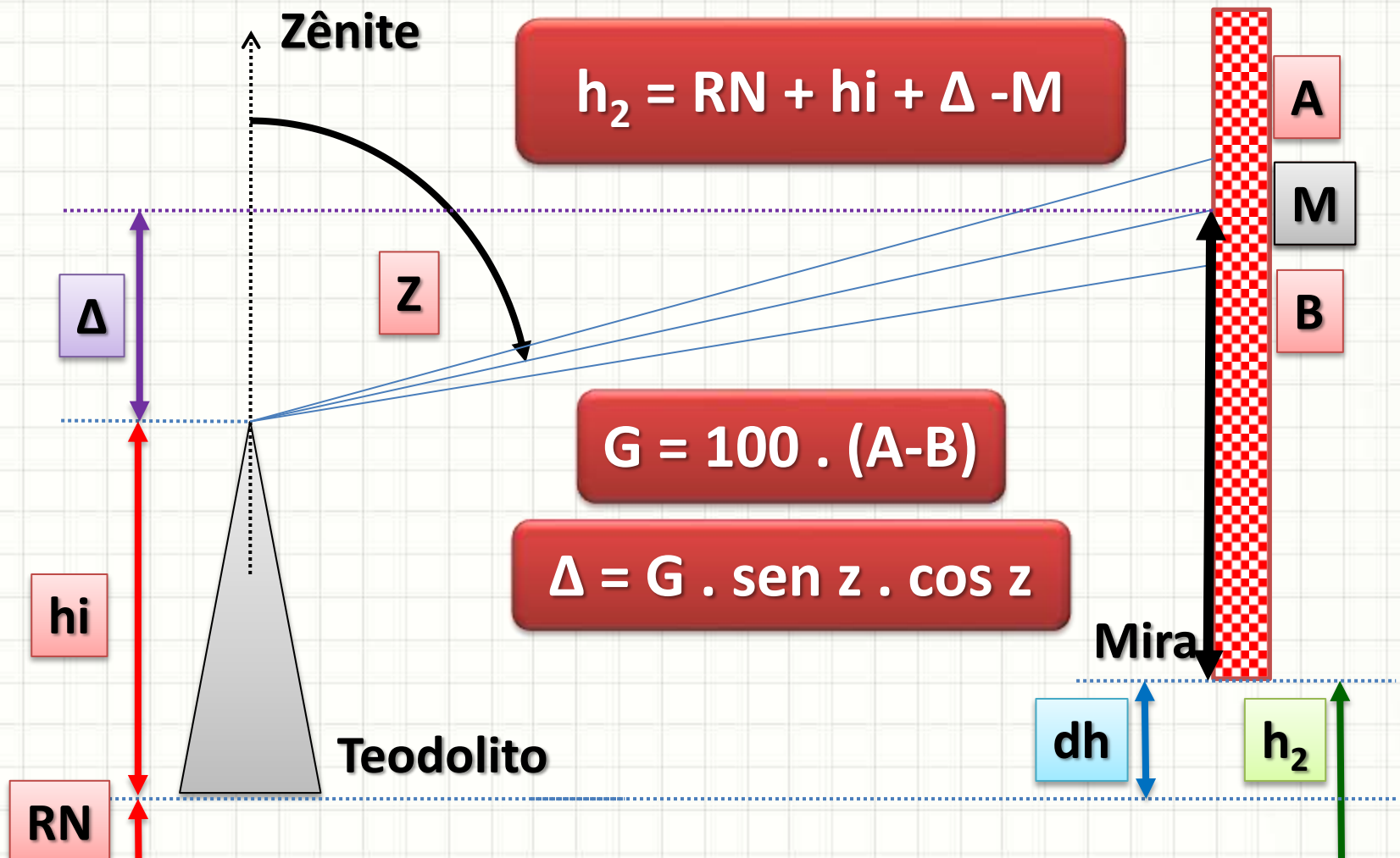
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :







# **RESUMO DE EQUAÇÕES DA TAQUEOMETRIA**

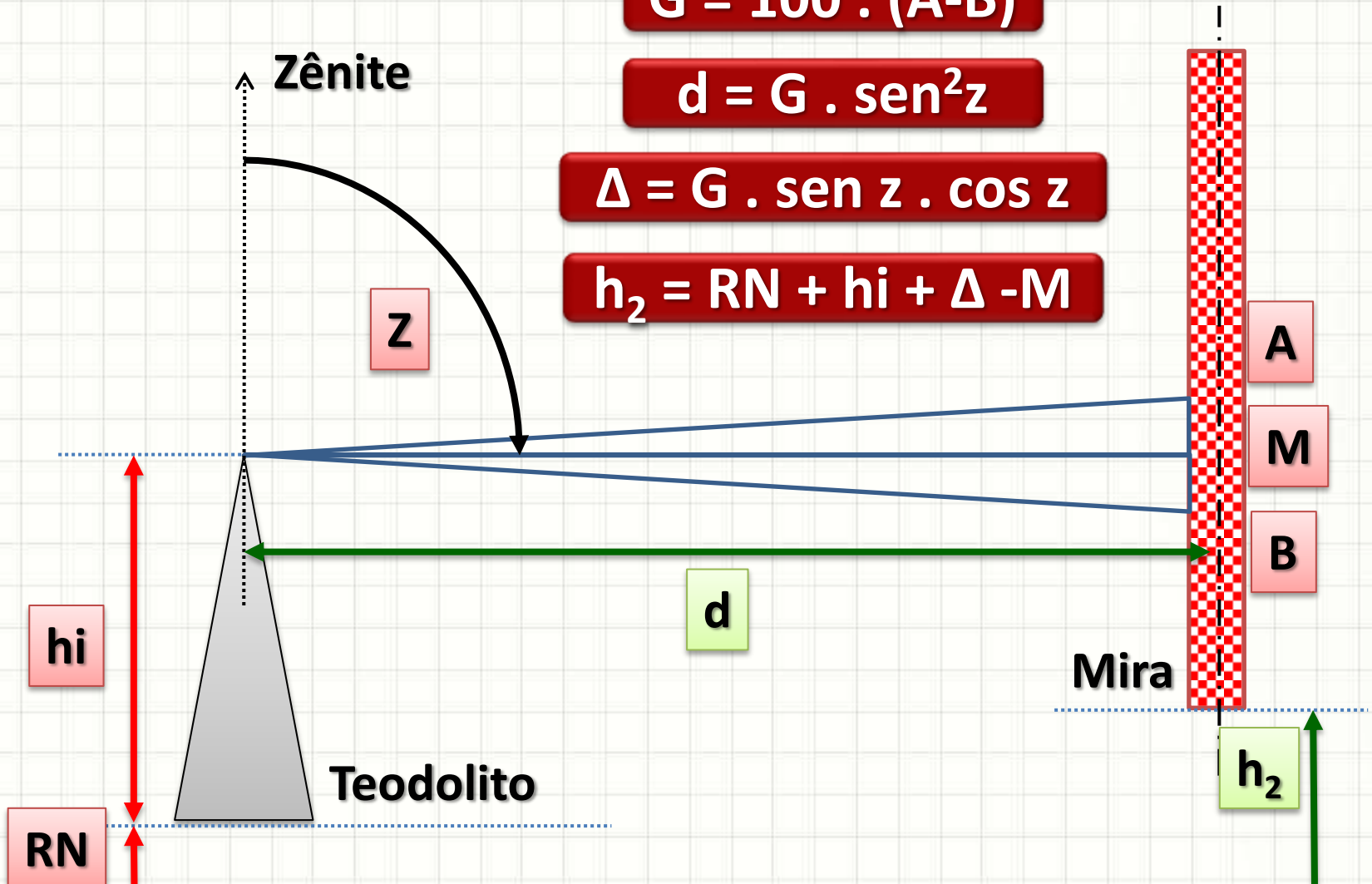
# Resumindo: Cota e Distância

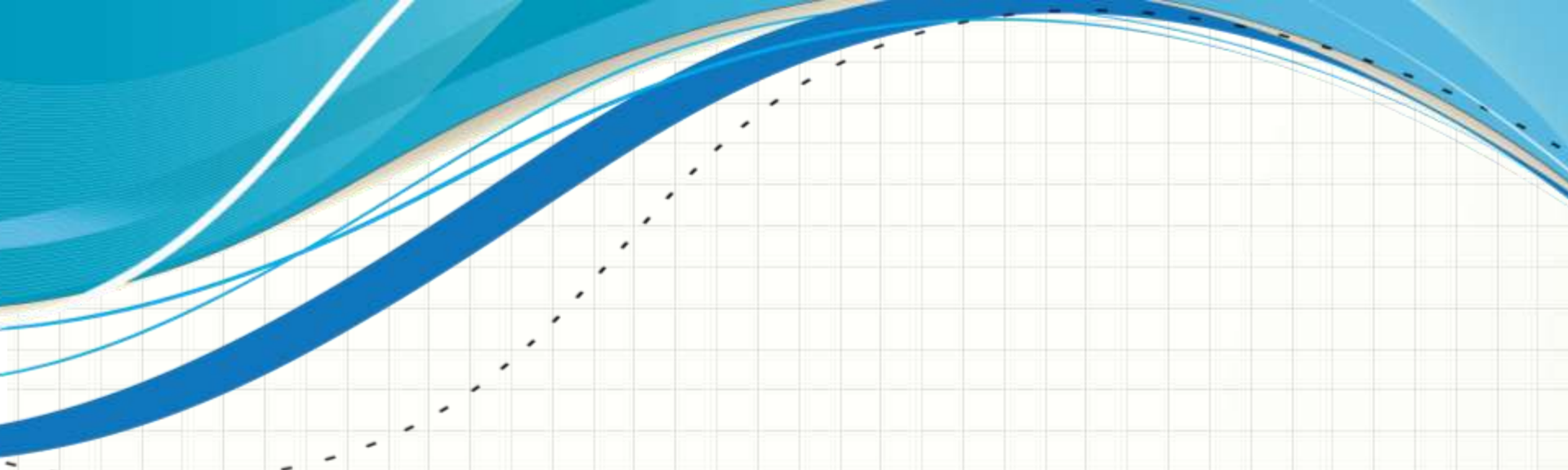
$$G = 100 \cdot (A - B)$$

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

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

$$h_2 = \text{RN} + h_i + \Delta - M$$

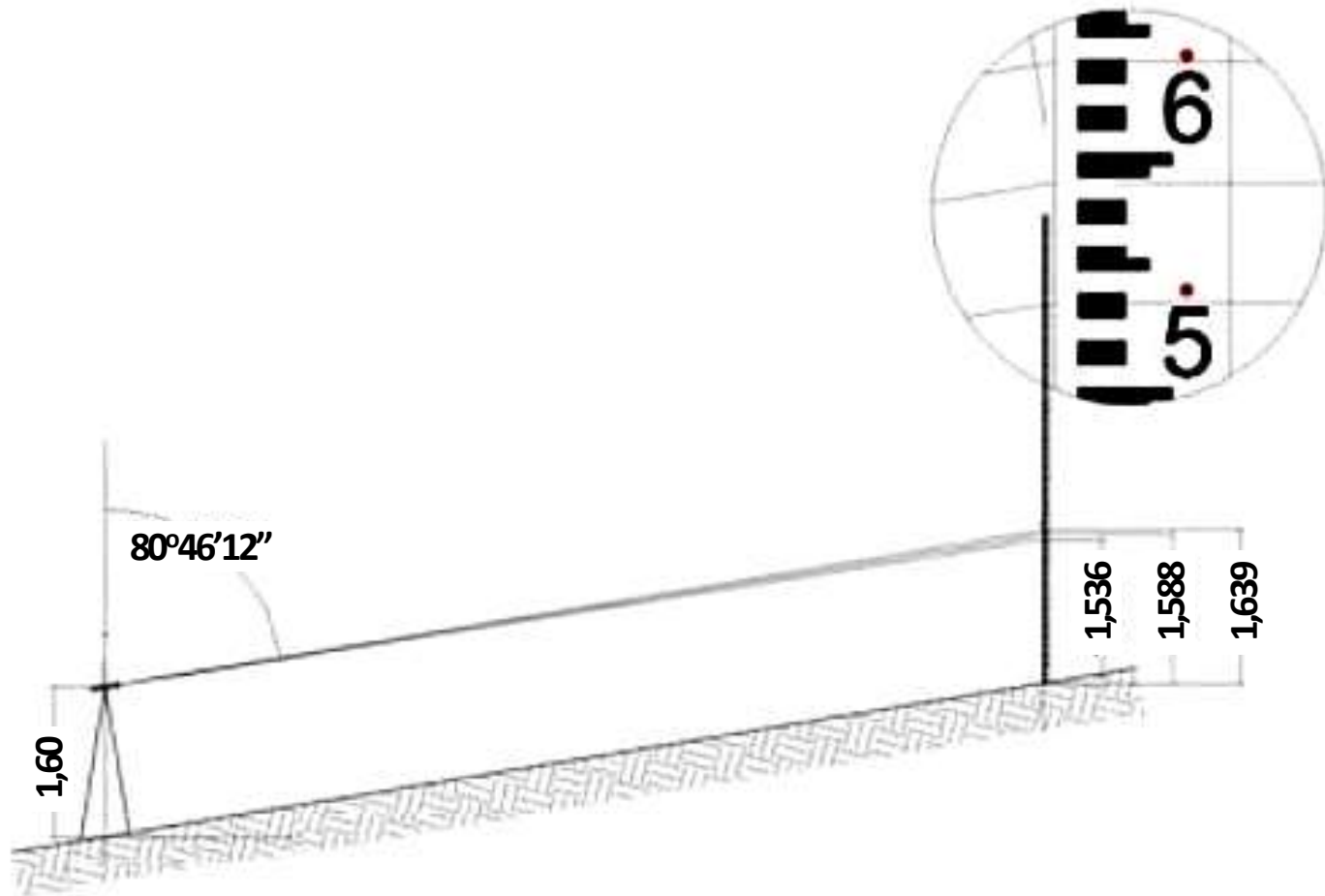




**EXEMPLO**

# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo

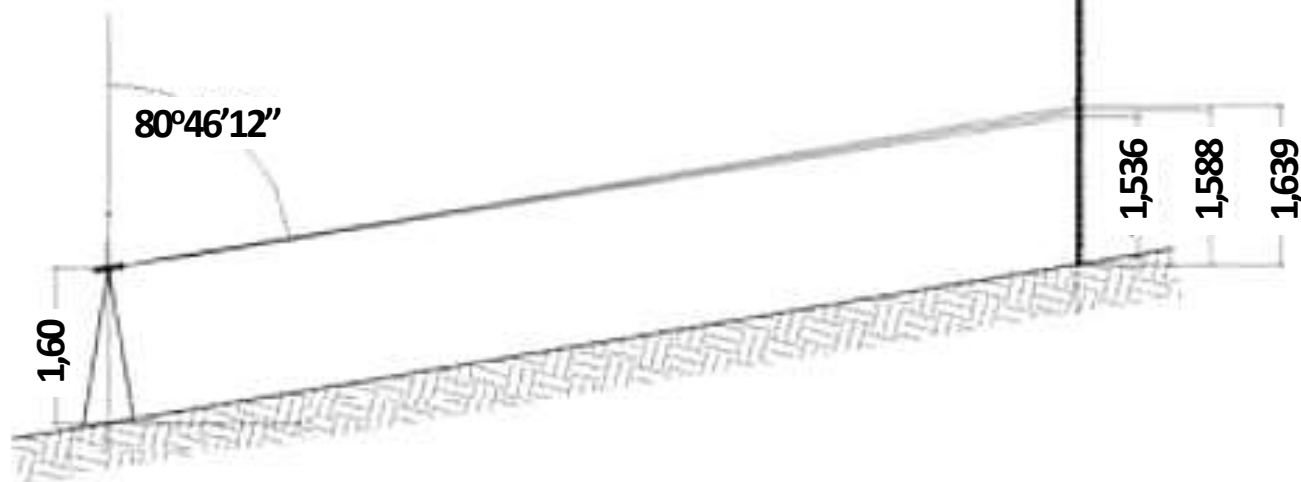


# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Distância

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

$$G = 100 \cdot 0,103$$



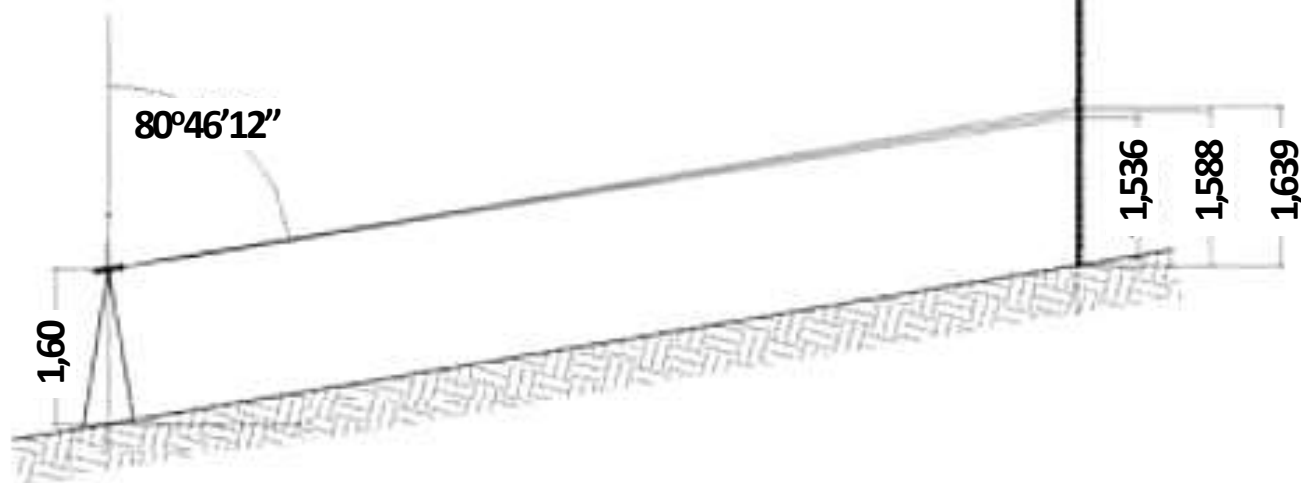
# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Distância

$$G = 10,3$$

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

$$d = 10,3 \cdot \text{sen}^2 80^\circ 46' 12''$$



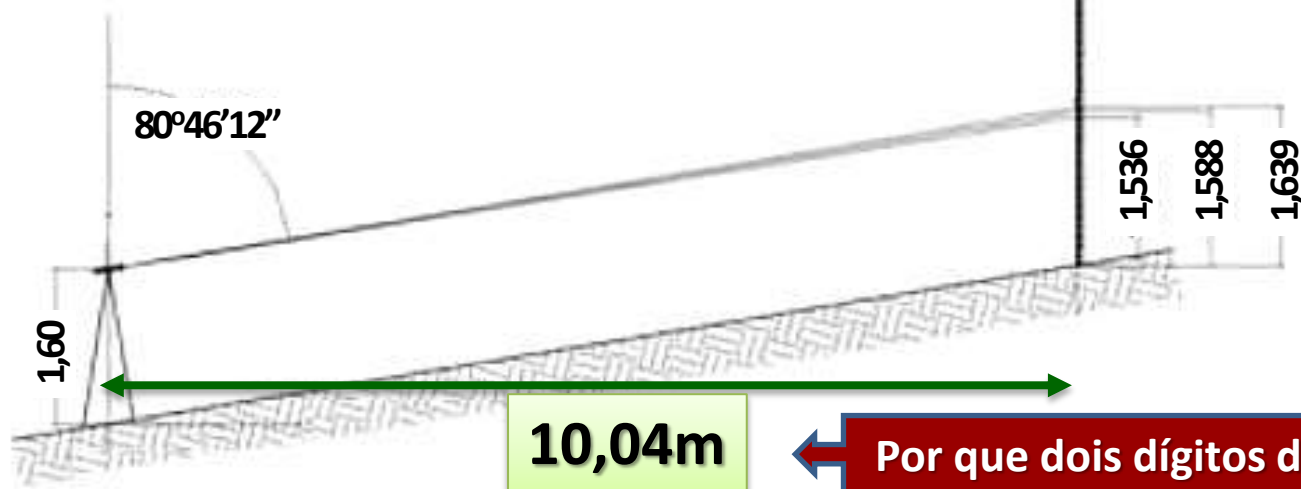
# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Distância

$$G = 10,3$$

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

$$d = 10,3 \cdot \text{sen}^2 80^\circ 46' 12''$$



# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

$$G = 10,3$$

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

$$\Delta = 10,3 \cdot \text{sen } 80^{\circ}46'12'' \cdot \cos 80^{\circ}46'12''$$





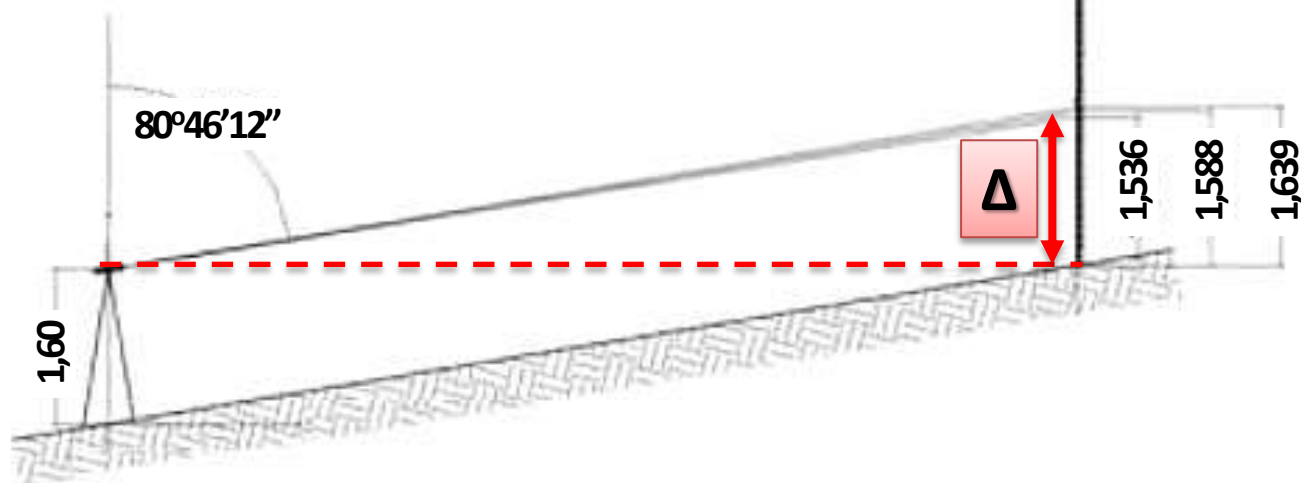
# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

$$\Delta = 1,6293$$

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

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



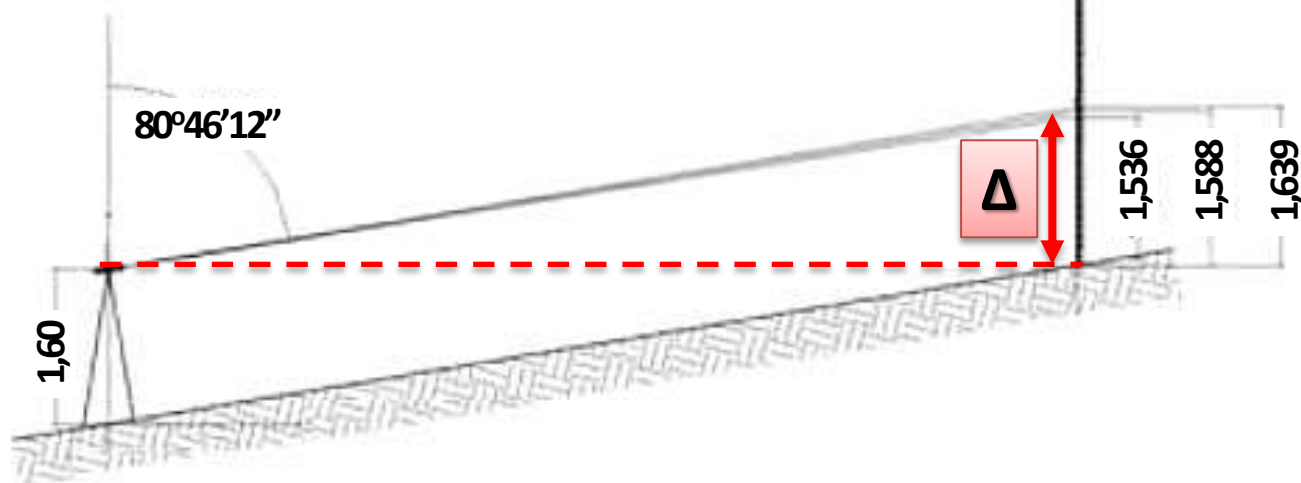
# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

$$\Delta = 1,6293$$

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

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



# Exemplo: Distância e Cota

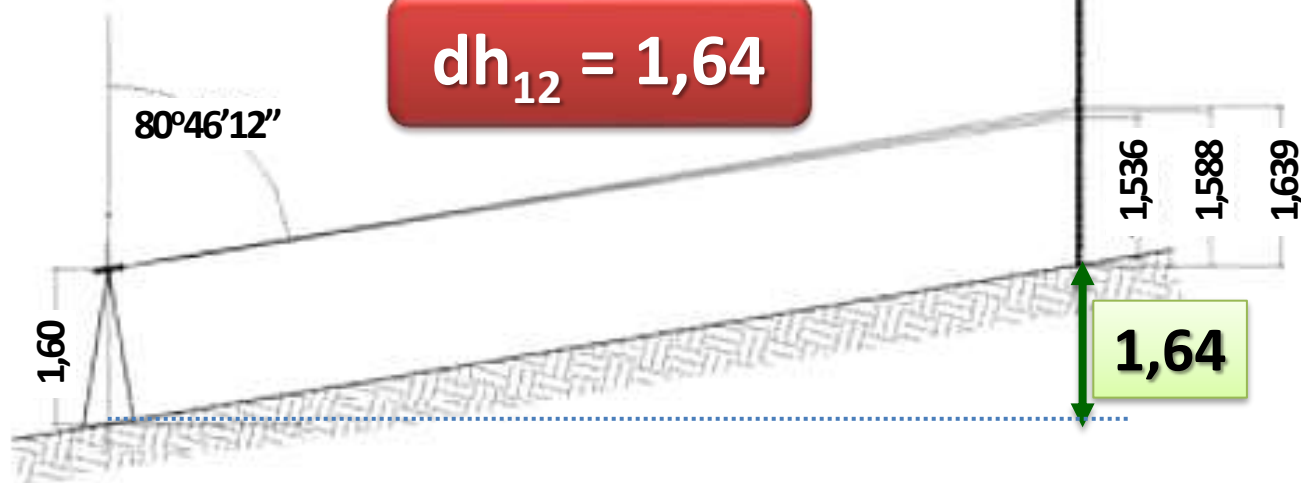
- Exemplo - Altura

$$\Delta = 1,6293$$

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

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

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





# 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:  $h_1 = 321,53\text{m}$
  - Distância Zenital:  $z = 88^\circ 37'$
  - Leituras dos fios estadimétricos:
    - A: 1,627
    - M: 1,325
    - B: 1,023
  - Altura do aparelho:  $h_i = 1,68\text{m}$

# Exercício Resolvido

$h_1 = 321,53\text{m}$   
 $z = 88^\circ 37'$   
A: 1,627  
B: 1,023  
M: 1,325  
 $h_i = 1,68\text{m}$

- 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  $G = 100 \cdot (A-B)$ 
  - $G = 100 \cdot (1,627 - 1,023) = 60,4$
- Agora calculamos a distância
  - $d = G \cdot \text{sen}^2 z =$
  - $d = 60,4 \cdot \text{sen}^2 88^\circ 37' = 60,36$

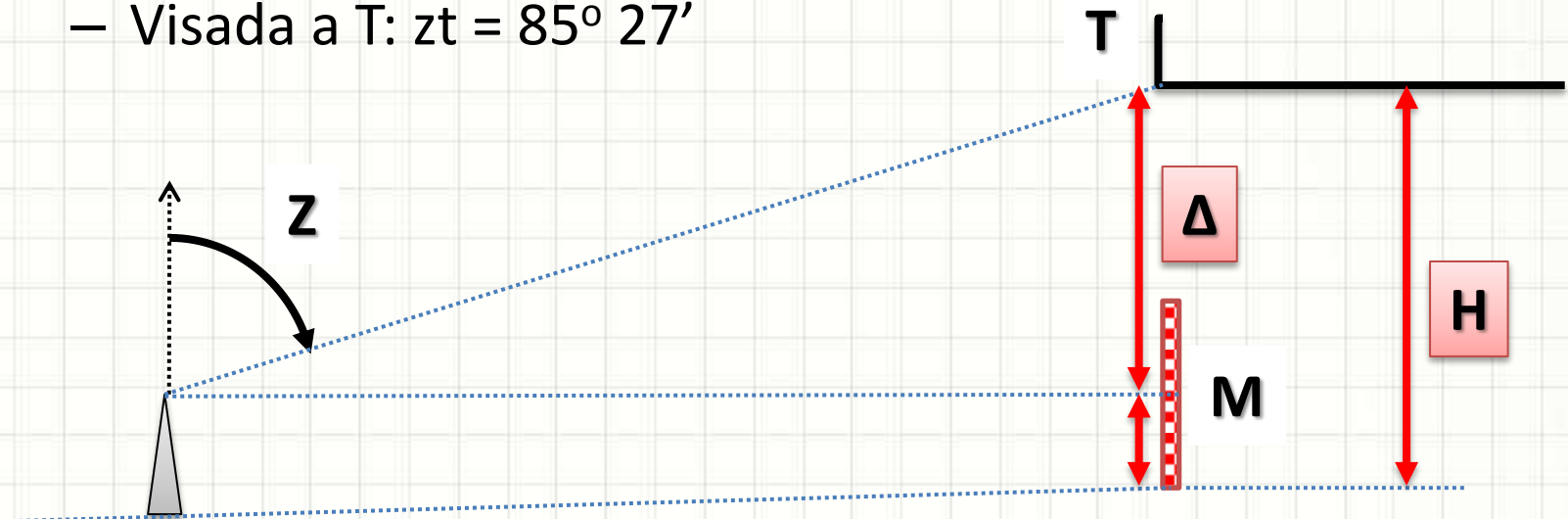
# Exercício Resolvido

$h_1 = 321,53\text{m}$   
 $z = 88^\circ 37'$   
A: 1,627  
B: 1,023  
M: 1,325  
 $h_i = 1,68\text{m}$   
 $d = 60,36$

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

# 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 ( $z=90^\circ$ ):  $A=1,808$ ;  $M=1,633$ ;  $B=1,457$
  - Visada a T:  $z_t = 85^\circ 27'$

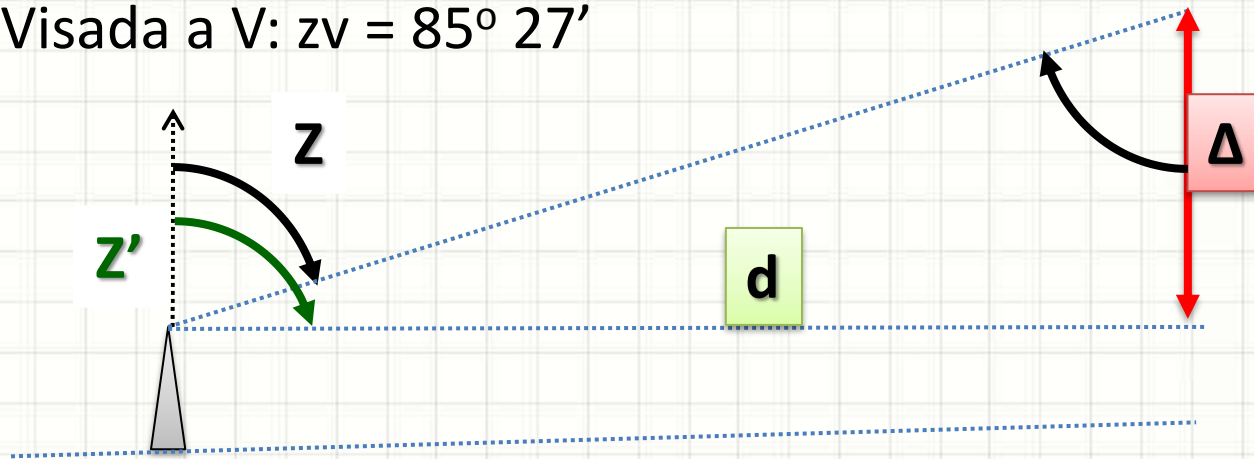




# Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto

- Visada horizontal ( $z=90^\circ$ ):  $A=1,808$ ;  $M=1,633$ ;  $B=1,457$
- Visada a V:  $z_v = 85^\circ 27'$



- $\text{tg } z = d / \Delta$
- $\Delta = d / \text{tg } z$
- $d = ?$

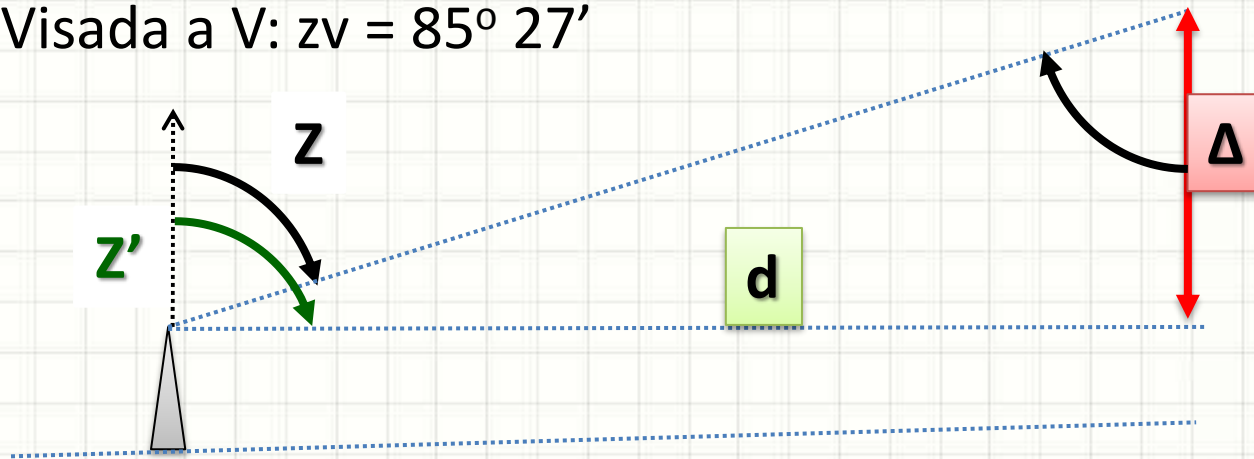
$$d = 100 \cdot (A-B) \cdot \text{sen}^2 z'$$

# Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto

- Visada horizontal ( $z=90^\circ$ ):  $A=1,808$ ;  $M=1,633$ ;  $B=1,457$

- Visada a V:  $z_v = 85^\circ 27'$



- $\text{tg } z = d / \Delta$

- $\Delta = d / \text{tg } z$

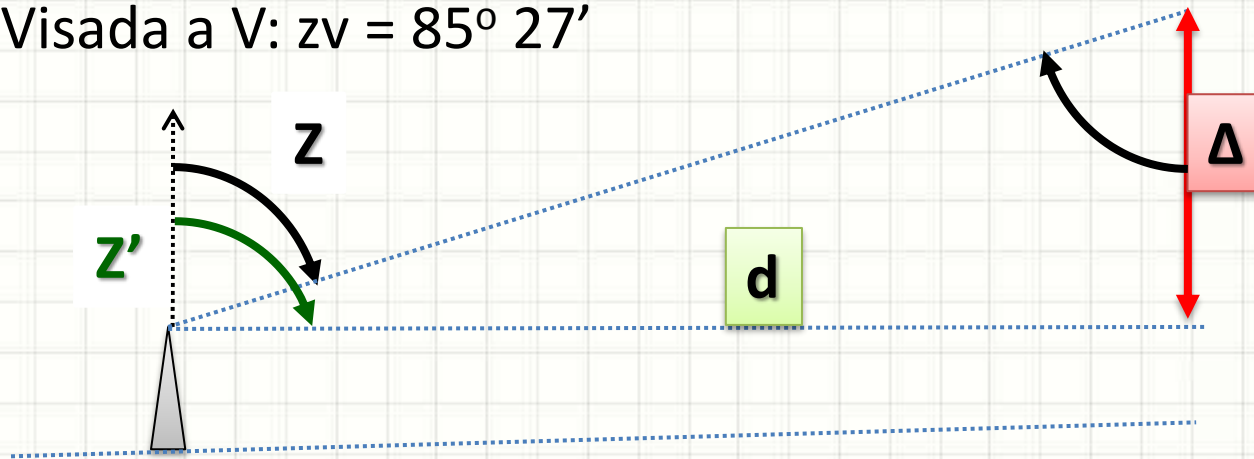
- $d = 100 \cdot (1,808 - 1,457) \cdot \text{sen}^2 90^\circ$

# Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto

- Visada horizontal ( $z=90^\circ$ ):  $A=1,808$ ;  $M=1,633$ ;  $B=1,457$

- Visada a V:  $z_v = 85^\circ 27'$



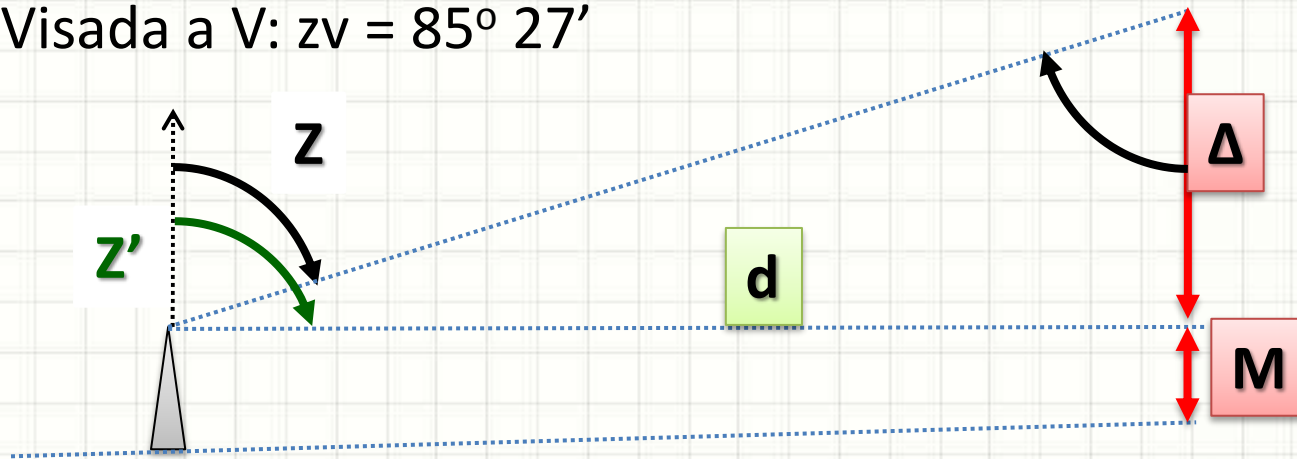
- $d = 35,1\text{m.}$
- $\Delta = d / \text{tg } z = 35,1 / \text{tg } 85^\circ 27'$
- $\Delta = 2,793\text{m}$

# Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto

- Visada horizontal ( $z=90^\circ$ ):  $A=1,808$ ;  $M=1,633$ ;  $B=1,457$

- Visada a V:  $z_v = 85^\circ 27'$



- $\Delta = 2,793\text{m}$
- $M = 1,633\text{m}$
- $\text{V\~{a}o} = \Delta + M = 4,426\text{m}$



**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.(sen <sup>2</sup> z)	$\Delta$ G.(senz).(cosz)	Cota $h_i+\Delta-M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080				
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078				

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
			100,000

# 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.(sen <sup>2</sup> z)	$\Delta$ G.(senz).(cosz)	Cota $h_i+\Delta-M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285			
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283			

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
			100,000



# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888		
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649		

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
			100,000

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
			100,000

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
			100,000

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{sen} z) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
1	100,000	0	100,000
4			

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
1	100,000	0	100,000
4			

$$D_{\text{cota}} = (\text{Medida}_{\text{direta}} - \text{Medida}_{\text{inversa}}) / 2$$

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
1	100,000	0	100,000
4			

$$D_{\text{cota}} = (-10,688 - 10,658)/2$$

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
1	100,000	0	100,000
4			

$$D_{\text{cota}} = -21,346/2$$

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
1	100,000	0	100,000
4			

$$D_{\text{cota}} = -10,673$$



# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
1	100,000	0	100,000
4			

$$D_{\text{cota}} = -10,673$$

$$Cota_4 = Cota_1 + D_{\text{cota}} = 100,000 - 10,673$$

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
1	100,000	0	100,000
4			

$$D_{\text{cota}} = -10,673$$

$$\text{Cota}_4 = 89,327$$

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{sen} z) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

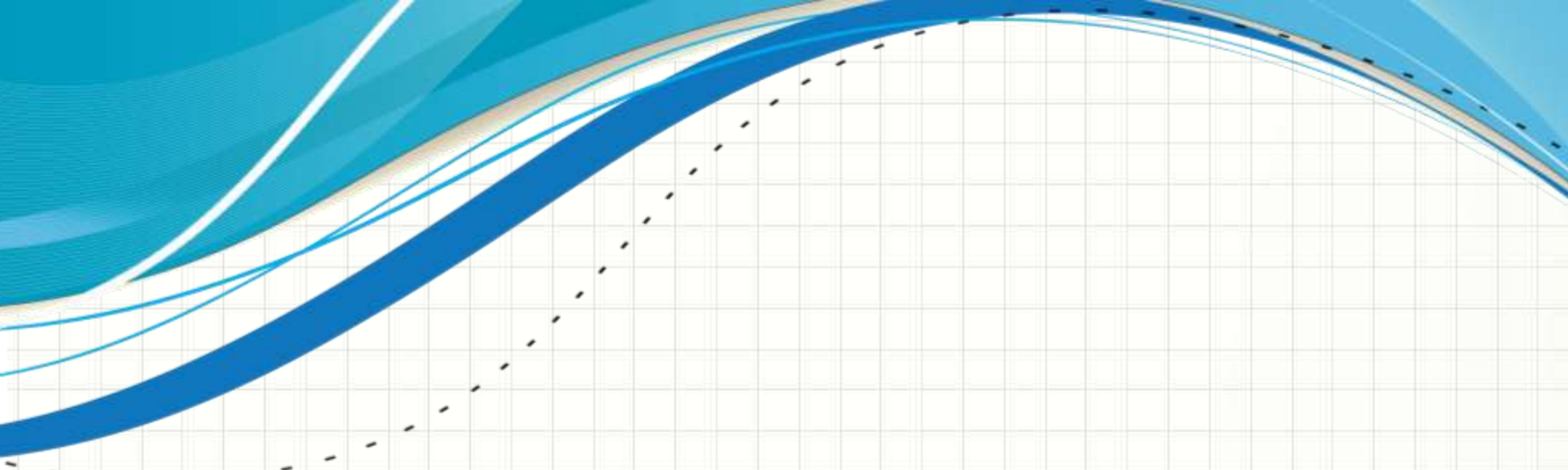
Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
1	100,000	0	100,000
4	89,327		

# Planilhas de Taqueometria

- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

Estação $h_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080	0,286 0,285	54,888	-11,018	-10,688
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078	0,283 0,283	54,649	10,326	10,658

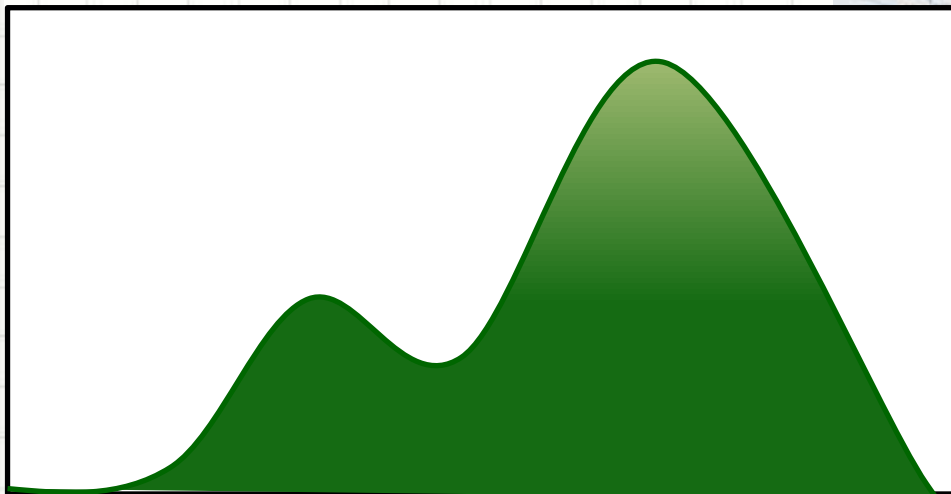
Estação	Cota Provisória	Ajuste	Cota Definitiva
1	100,000	0	100,000
4	89,327	0	89,327



**PERFIL**

# Perfil do Terreno

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



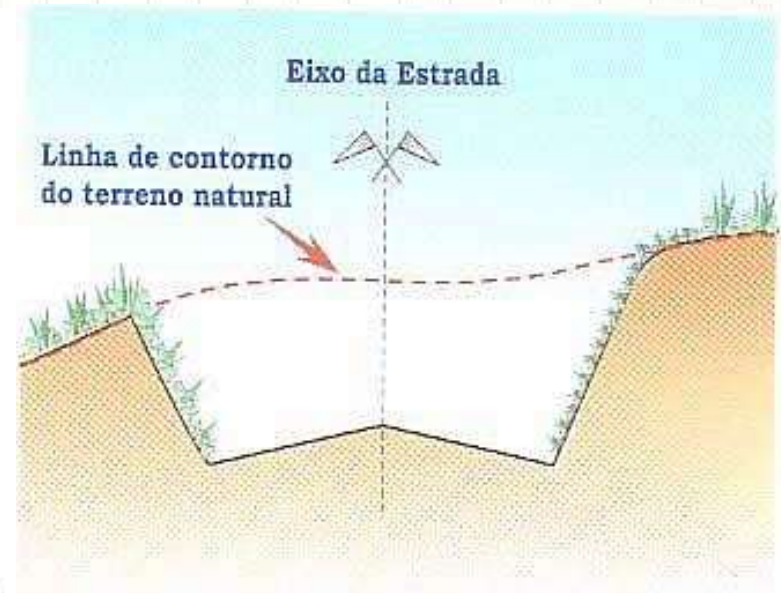
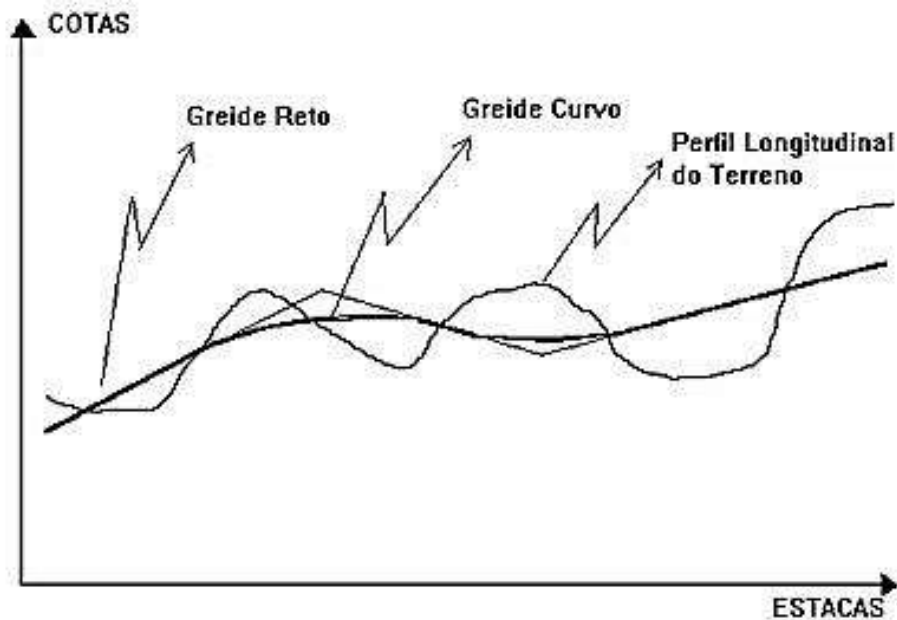
# Perfil do Terreno

- 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





# Perfil do Terreno

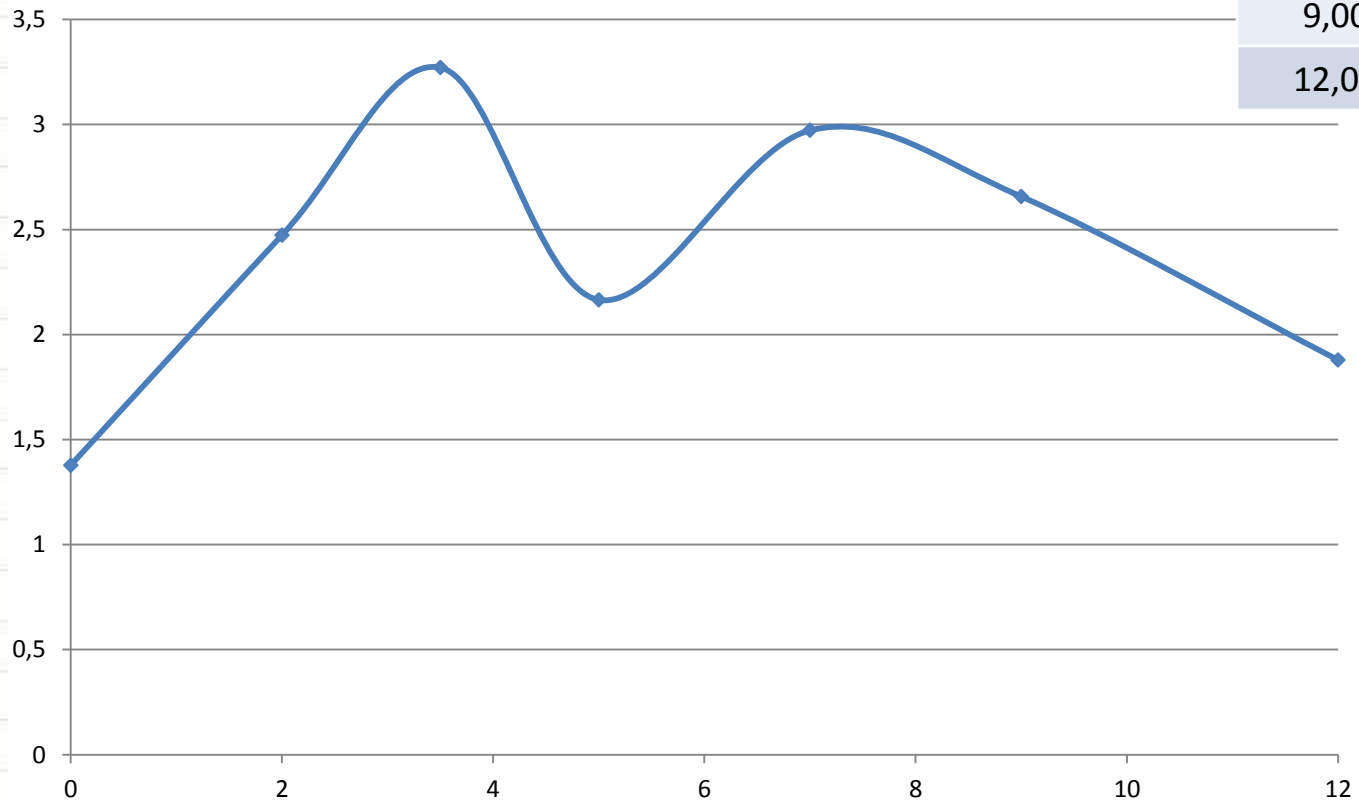
- Exemplo: construa o perfil abaixo (1:100):

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. $G.(\text{sen}^2z)$	$\Delta$ $G.(\text{senz}).(\text{cos}z)$	Cota $h_i+\Delta-M$
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	Cota Prov.	Ajuste	Cota Def.
1	100	0	100
2			
3			
4			
1			