



# **TOPOGRAFIA**

## **ALTIMETRIA:**

# **LEVANTAMENTO TAQUEOMÉTRICO**

Prof. Dr. Daniel Caetano

2013 - 1

# Objetivos

- Levantamento taqueométrico
- Perfil

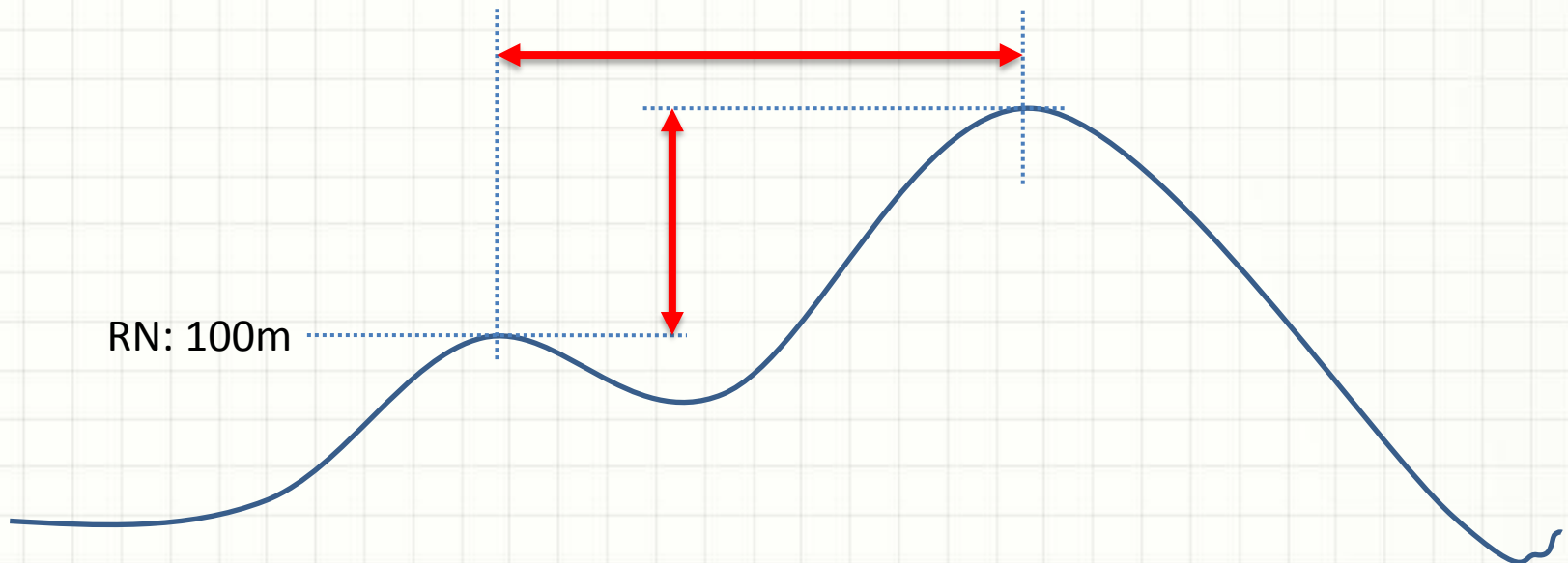




# LEVANTAMENTO TAQUEOMÉTRICO

# Levantamento Taqueométrico

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

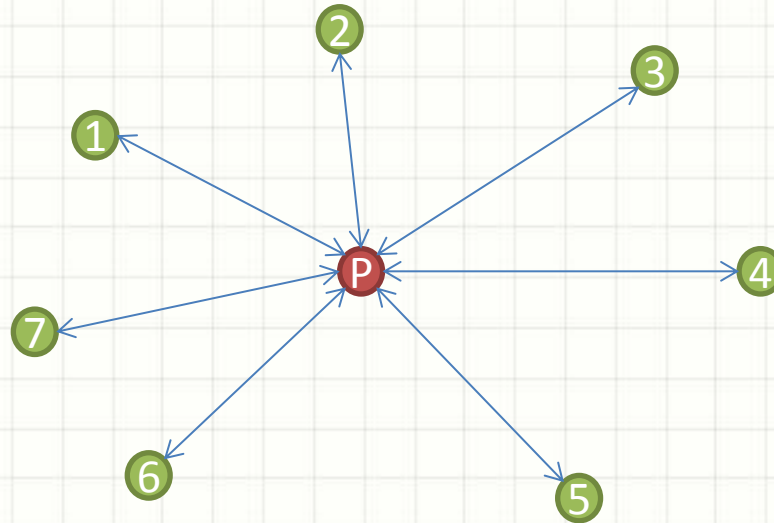


# Levantamento Taqueométrico

- 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

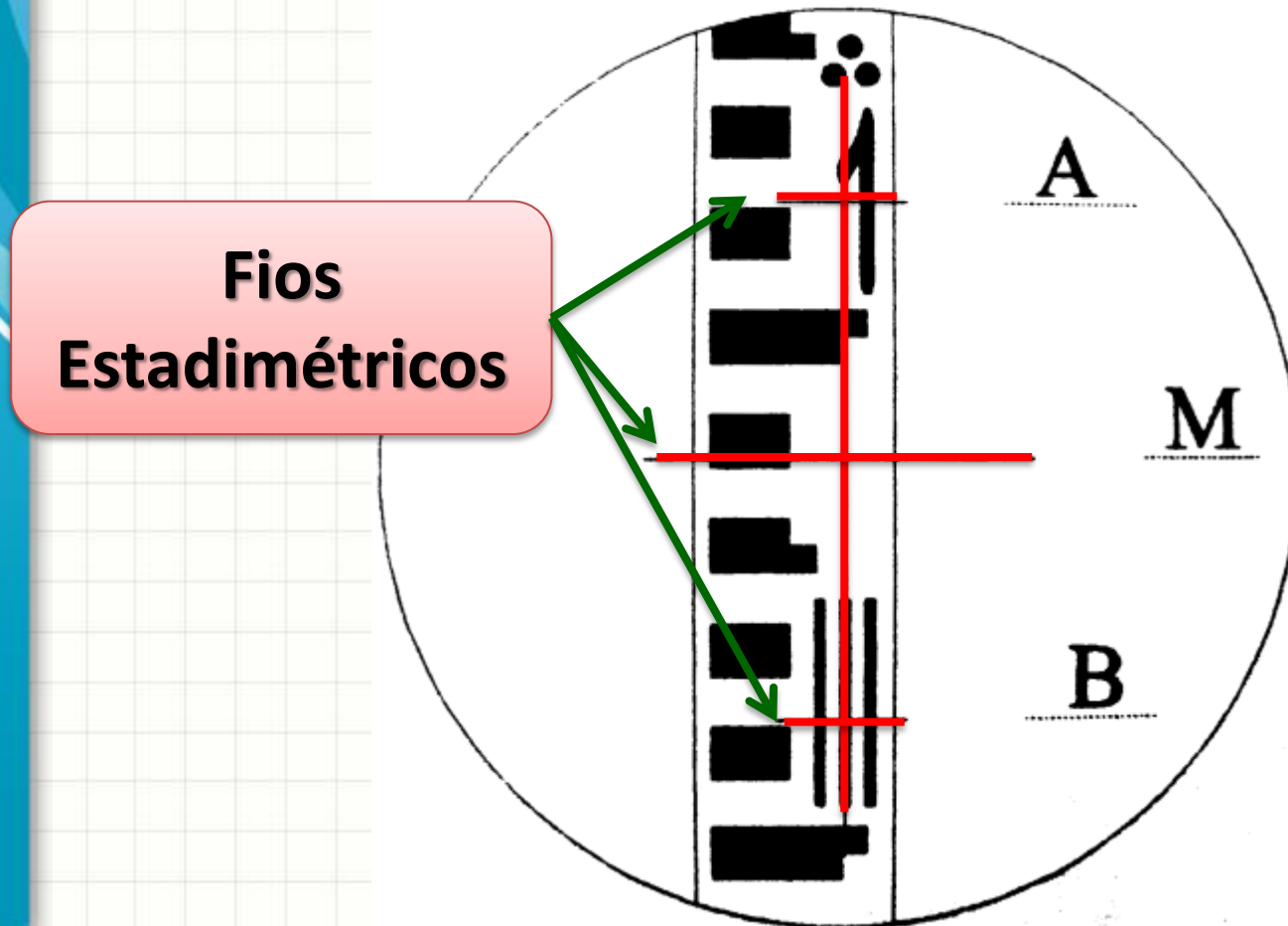
- Representação do relevo:
  - Centra-se o teodolito/E.T. em cada vértice da poligonal
  - Mede-se coordenadas/cota de muitos pontos (irradiação)
  - Todos os pontos notáveis para permitir representação





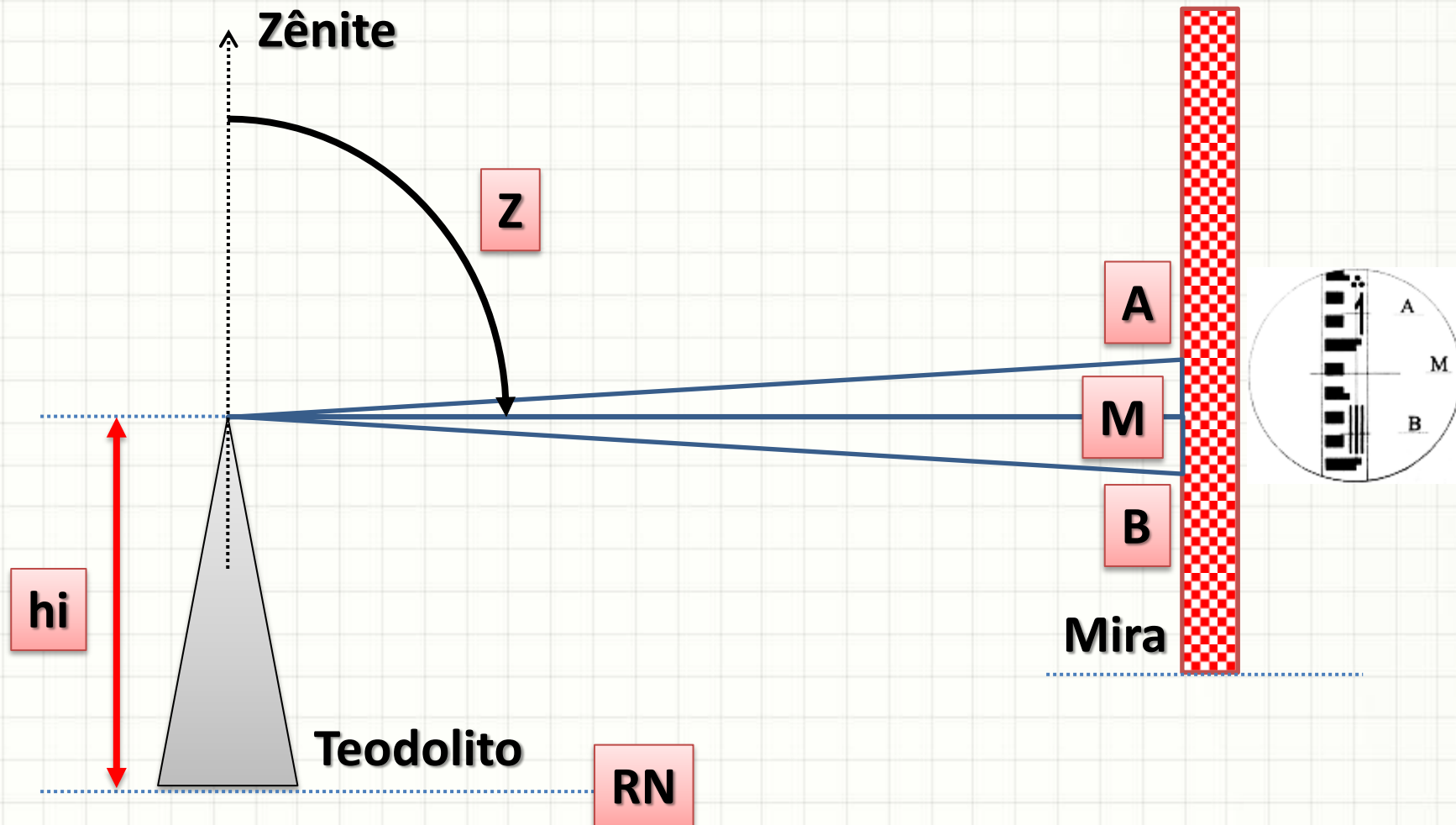
# Levantamento Taqueométrico

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



# Levantamento Taqueométrico

- O que medimos:

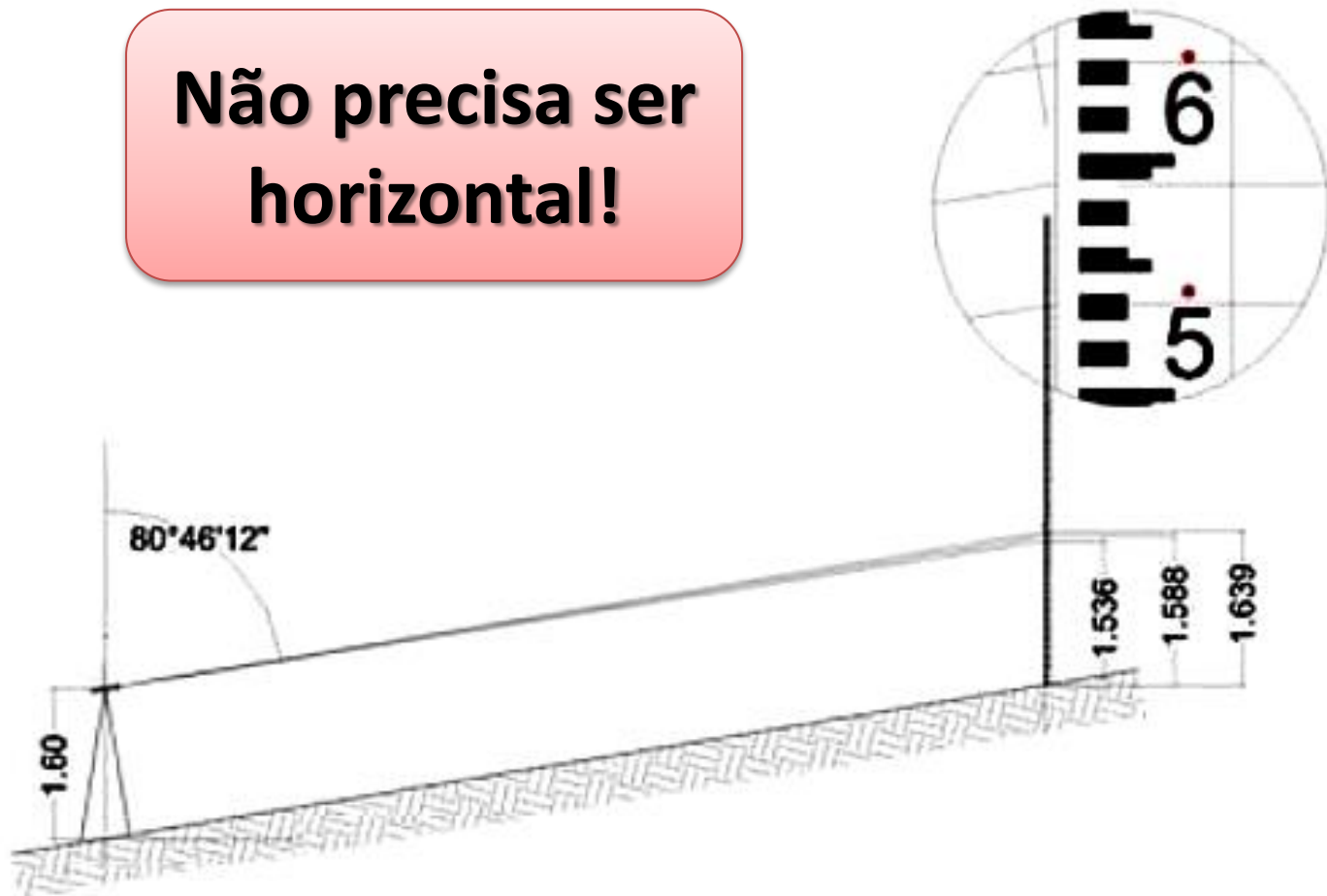


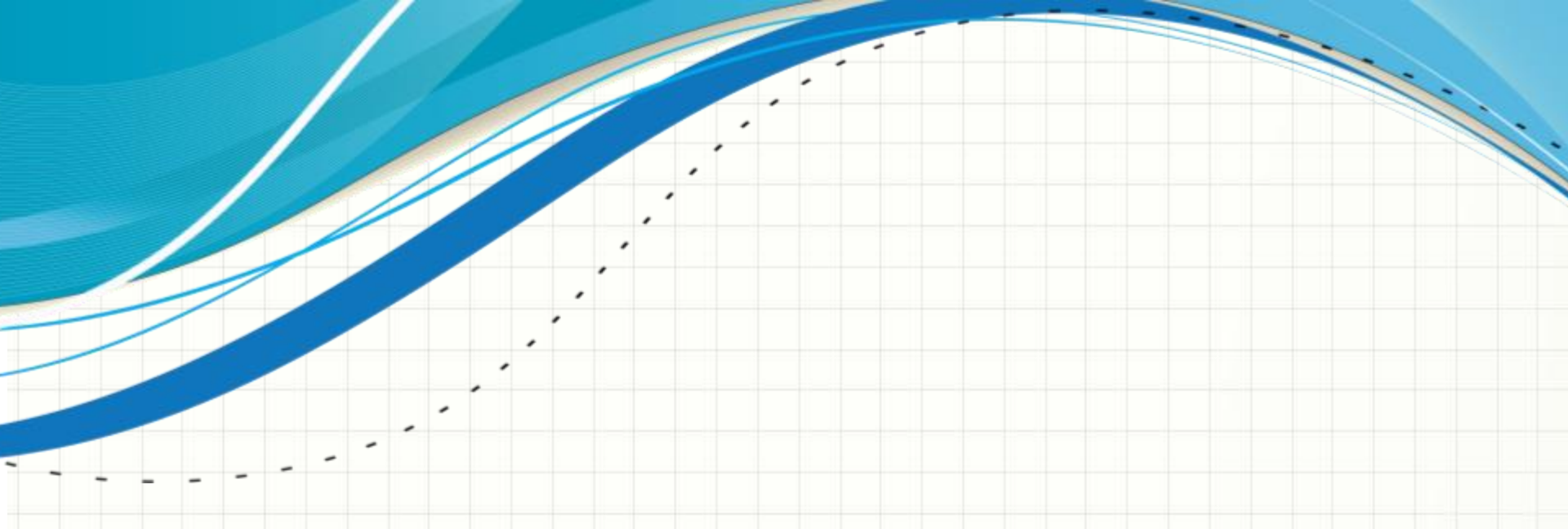


# Levantamento Taqueométrico

- Exemplo

**Não precisa ser horizontal!**

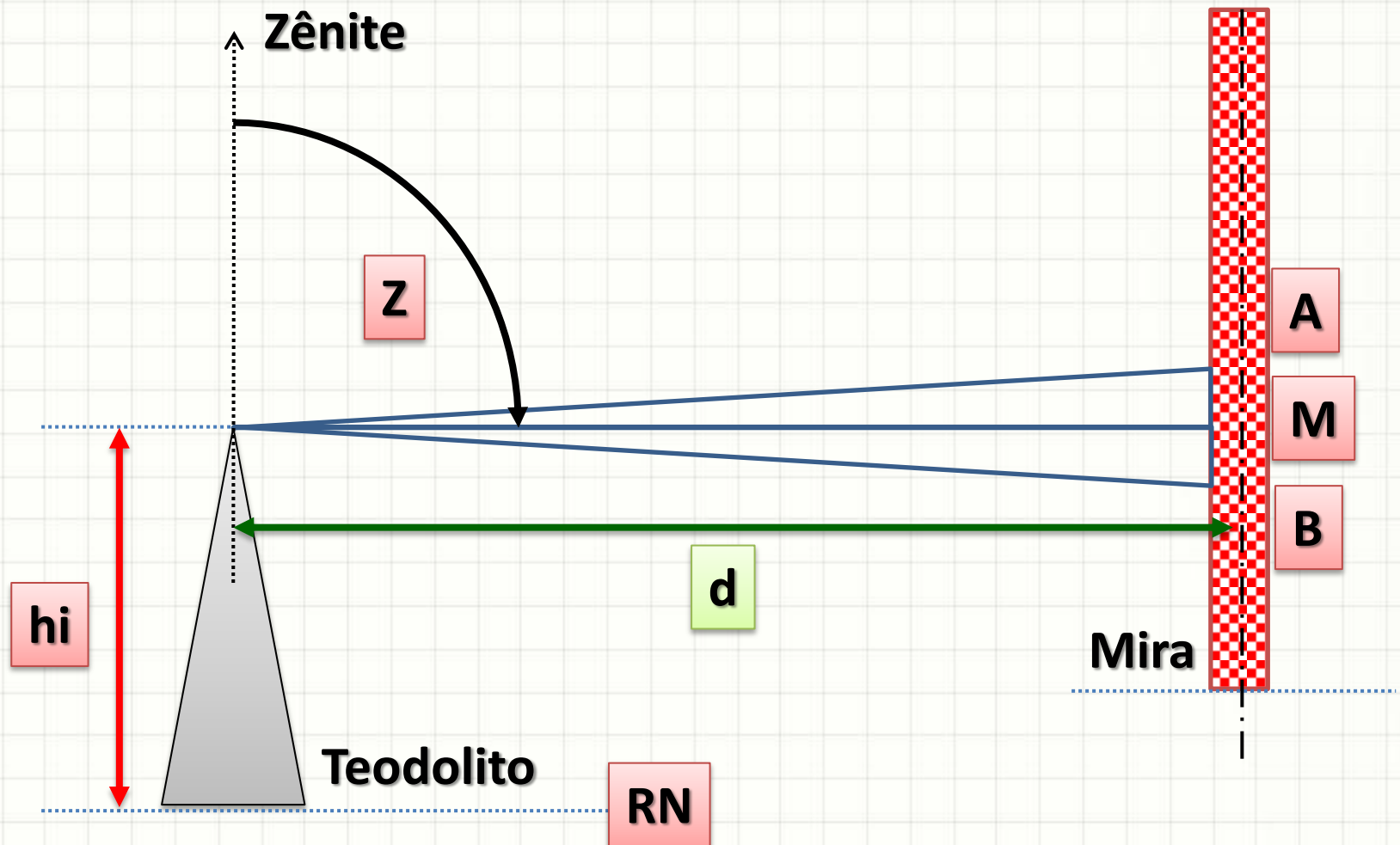




# **TAQUEOMETRIA: CÁLCULO DA DISTÂNCIA**

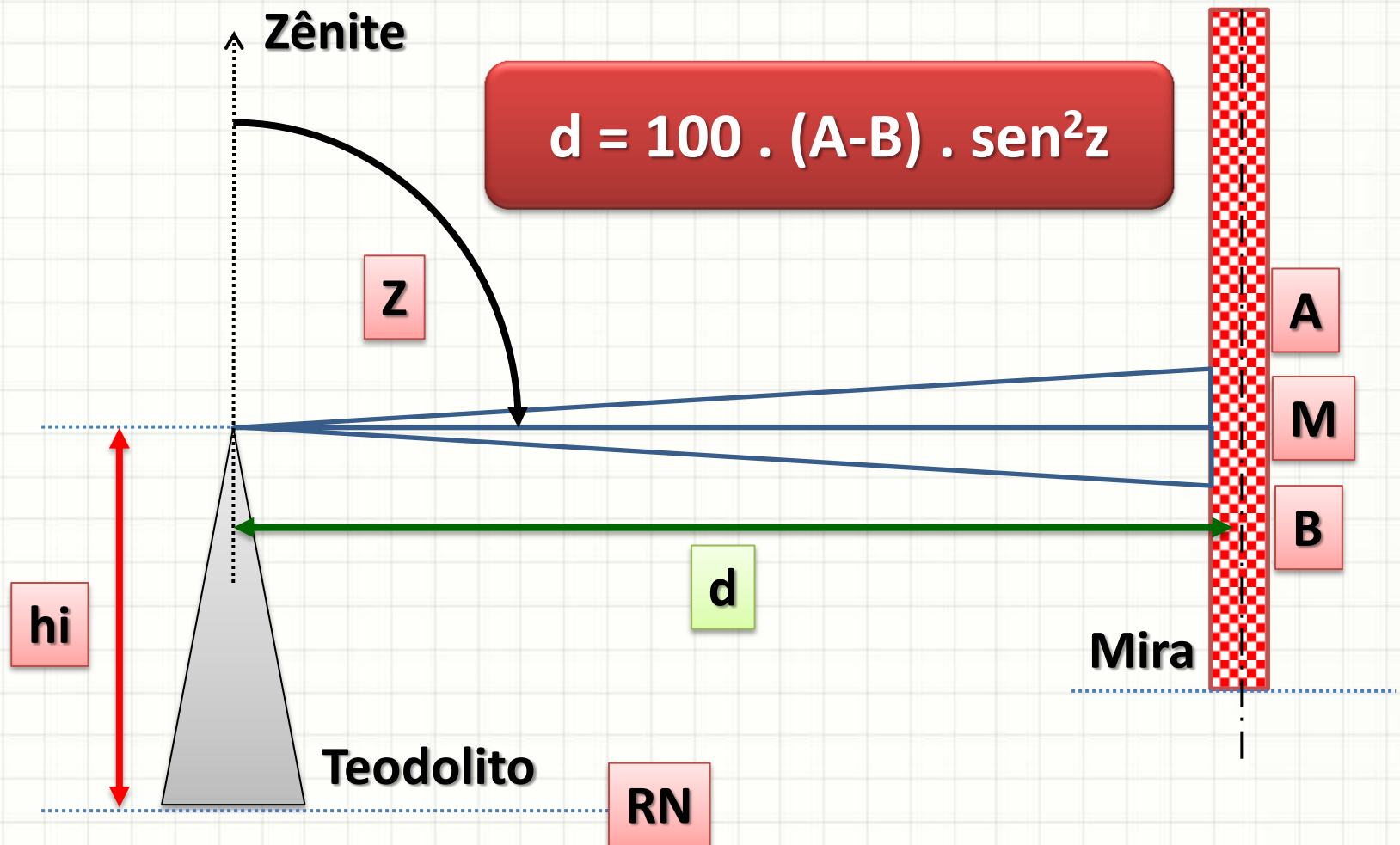
# Cálculo de Distância

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



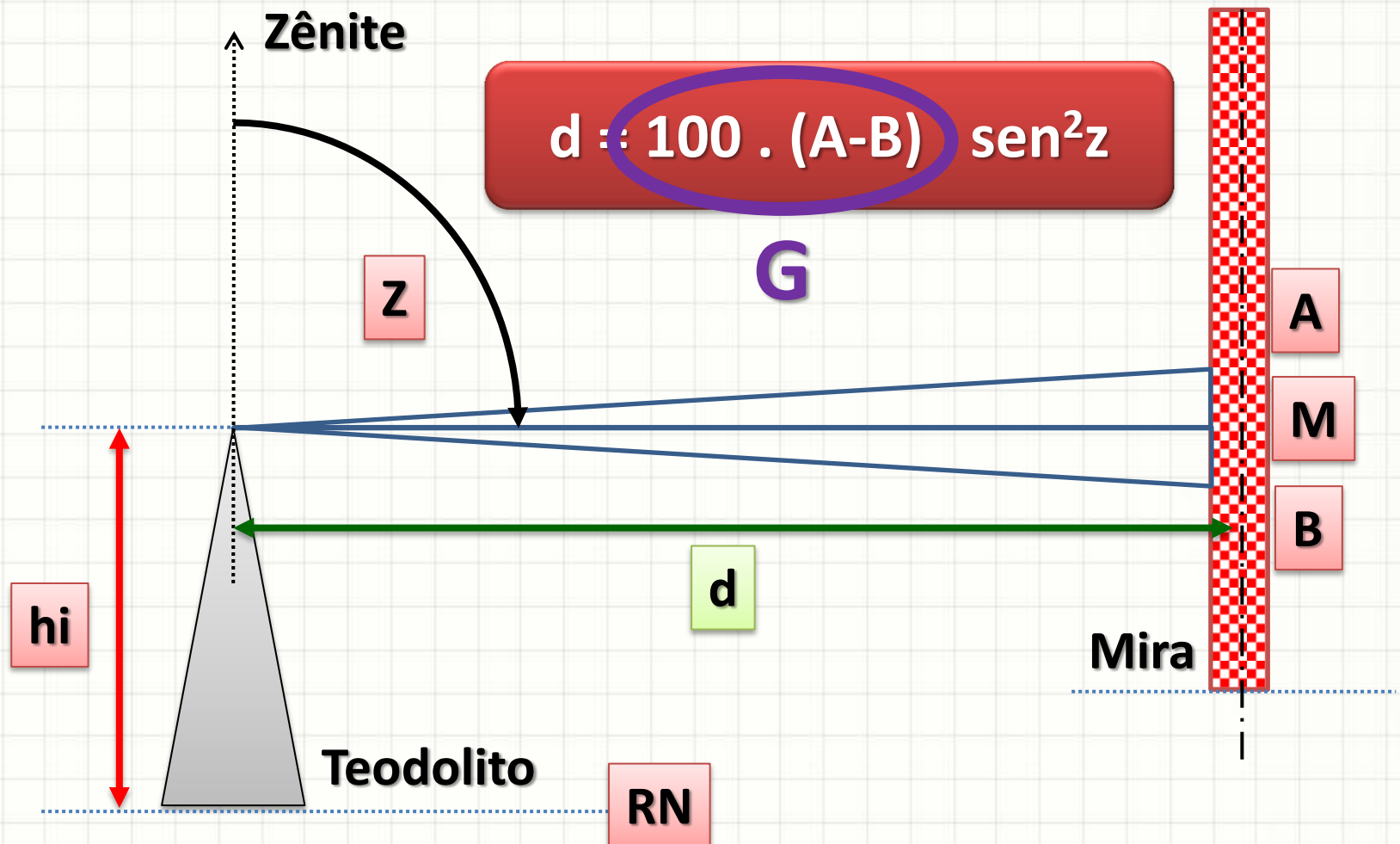
# Cálculo de Distância

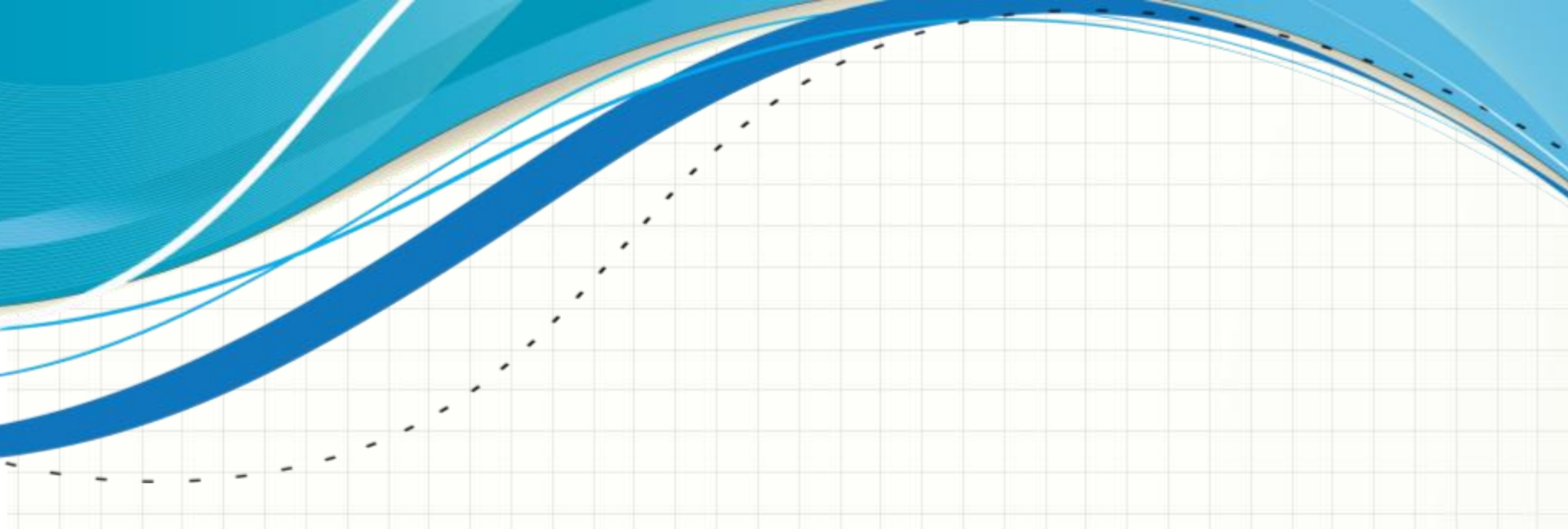
- Com as informações, queremos determinar **d**:



# Cálculo de Distância

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



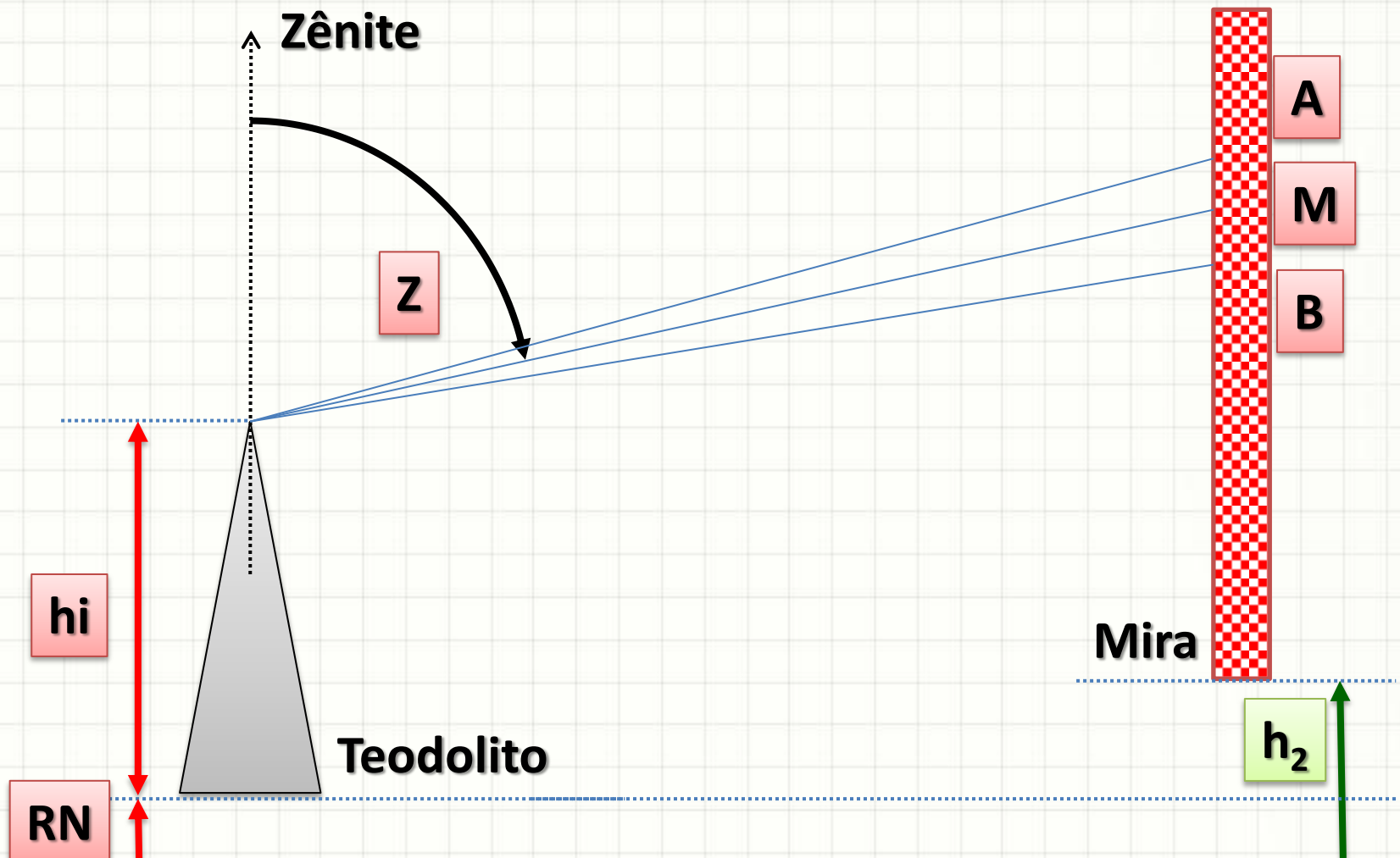


# **TAQUEOMETRIA: CÁLCULO DE COTA**



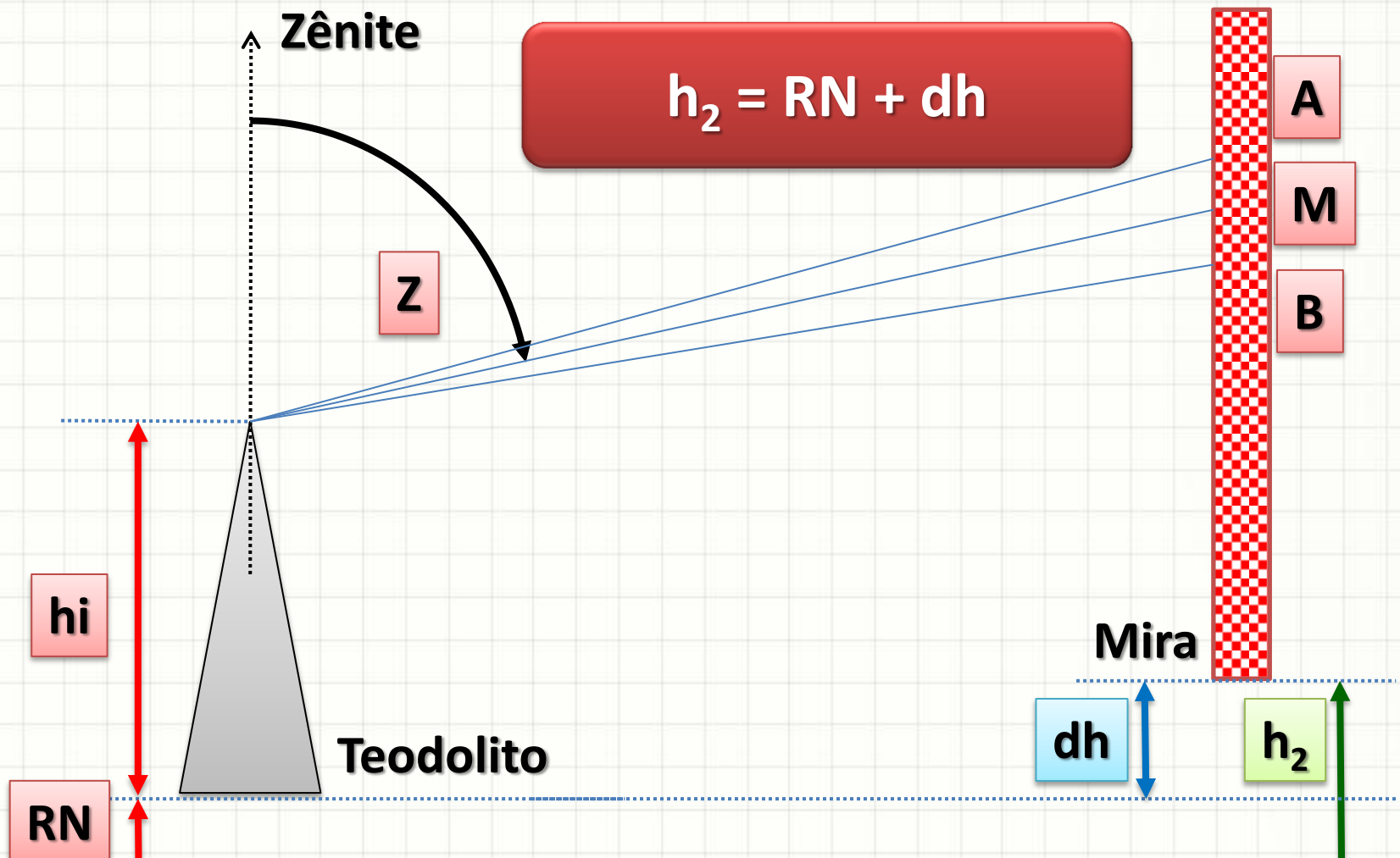
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



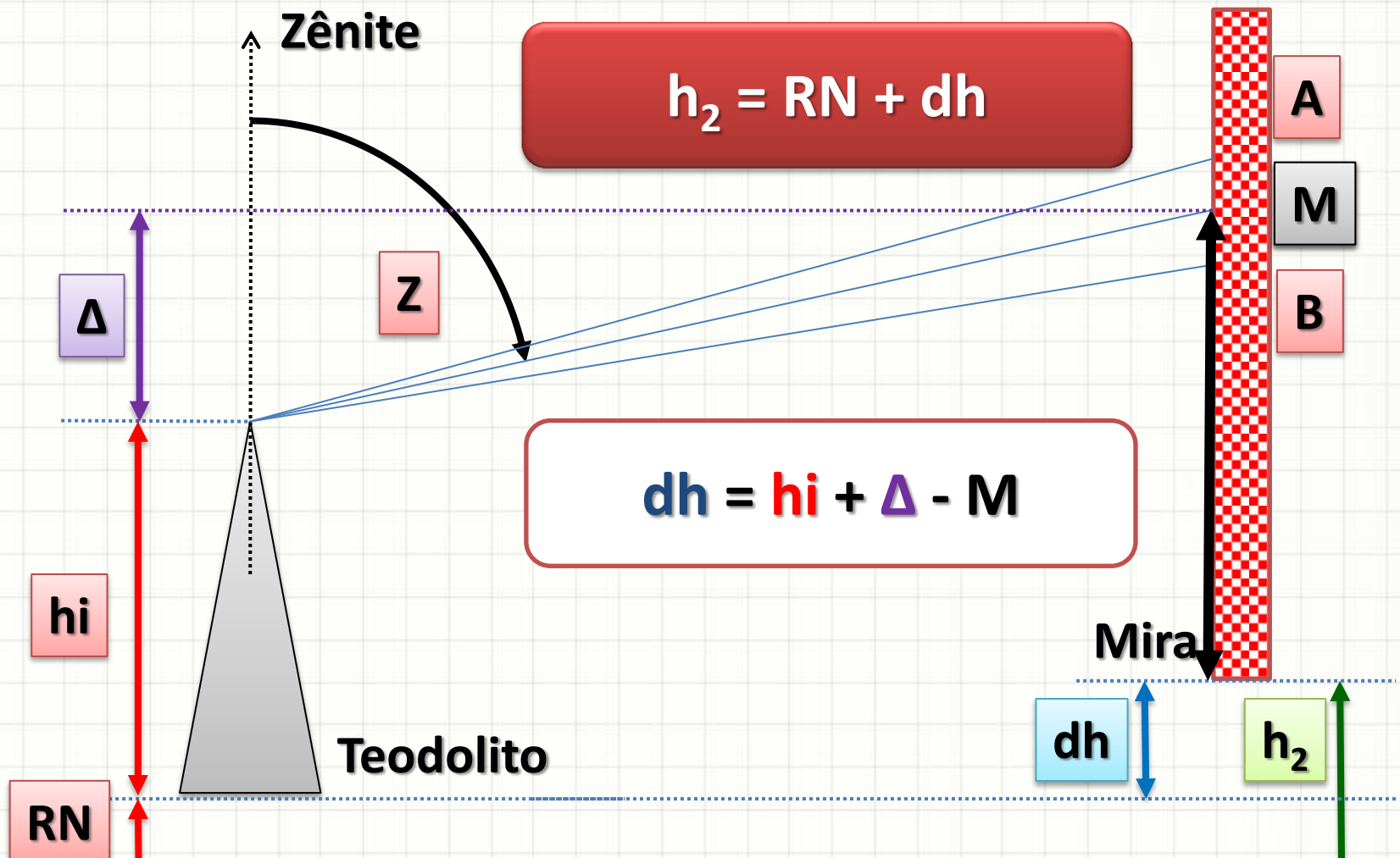
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



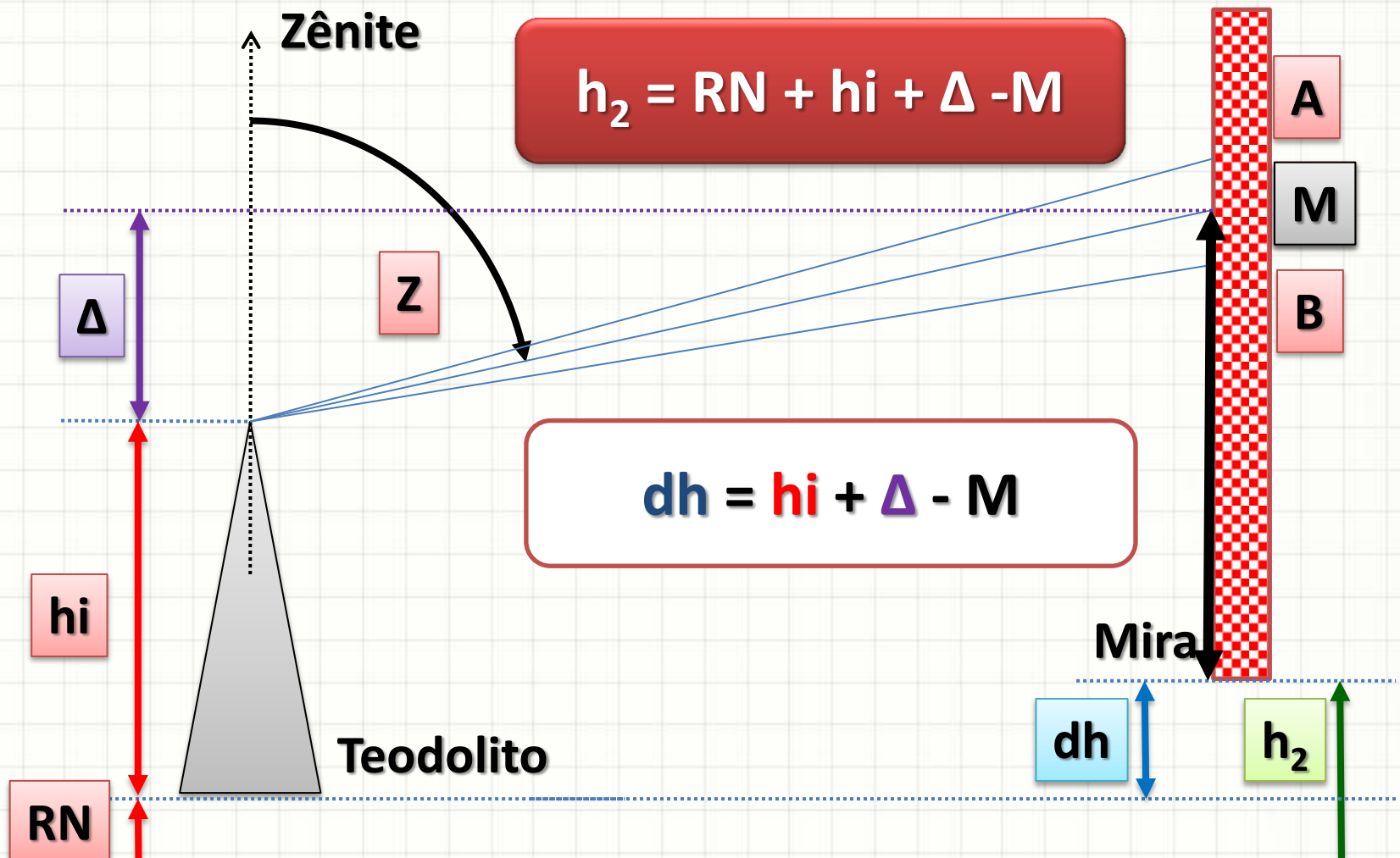
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



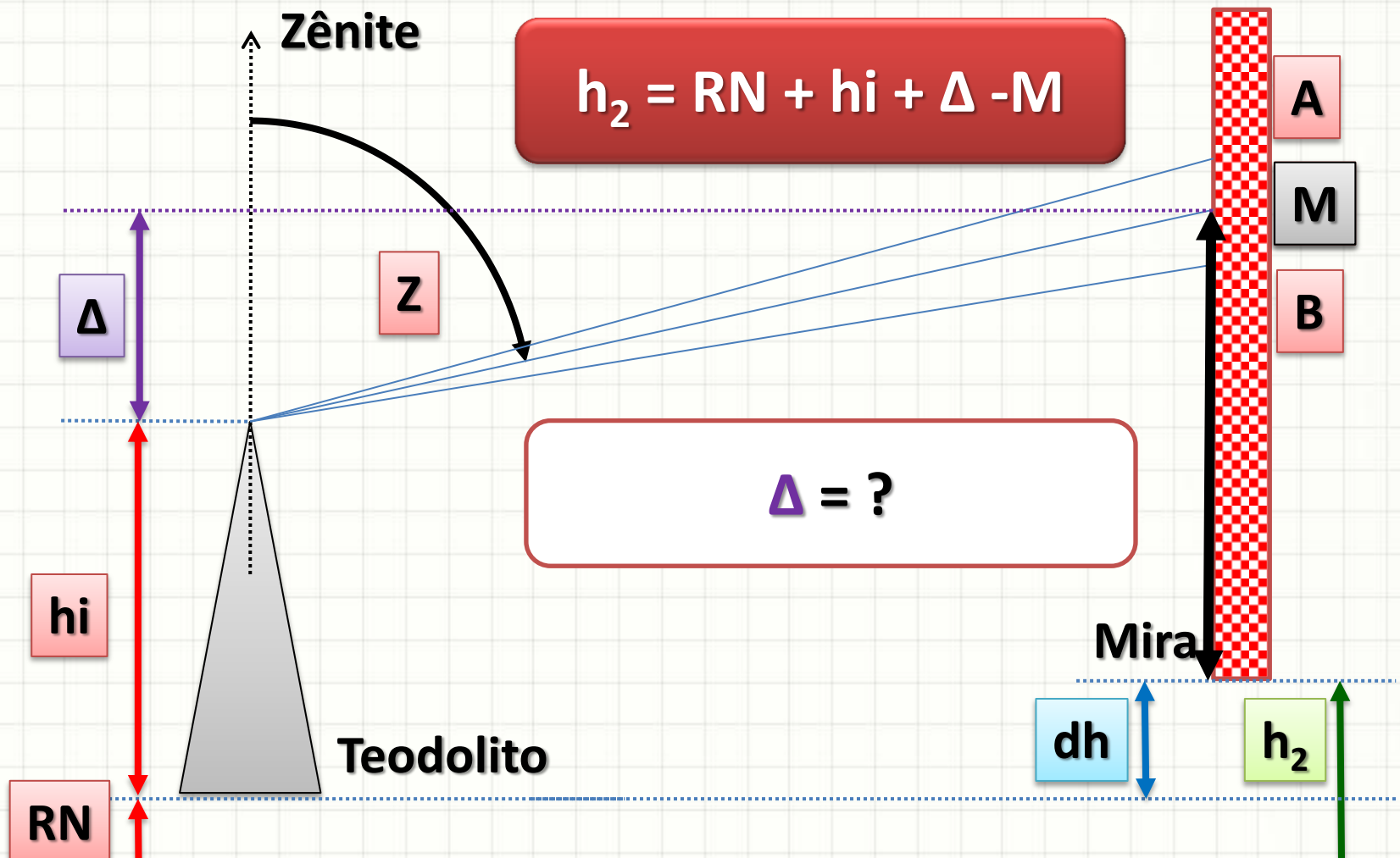
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



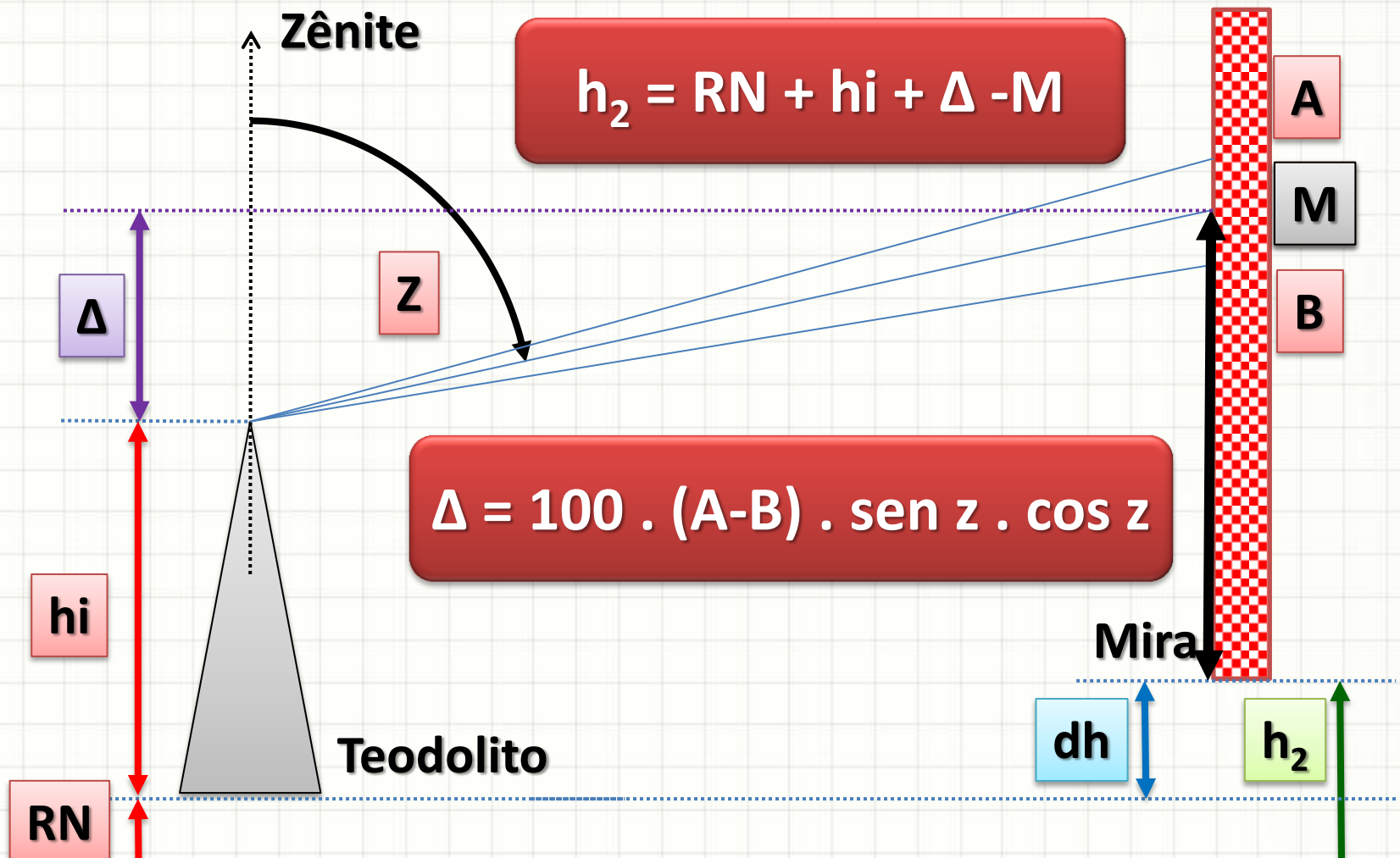
# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :

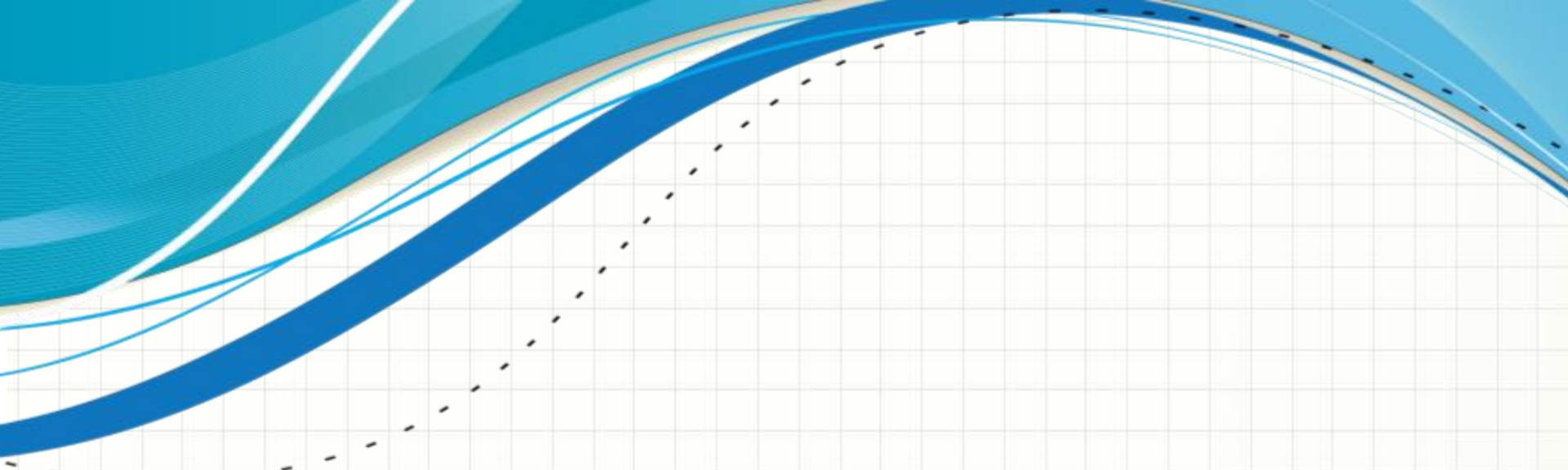


# Cálculo de Cota

- Com as informações, queremos determinar  $h_2$ :



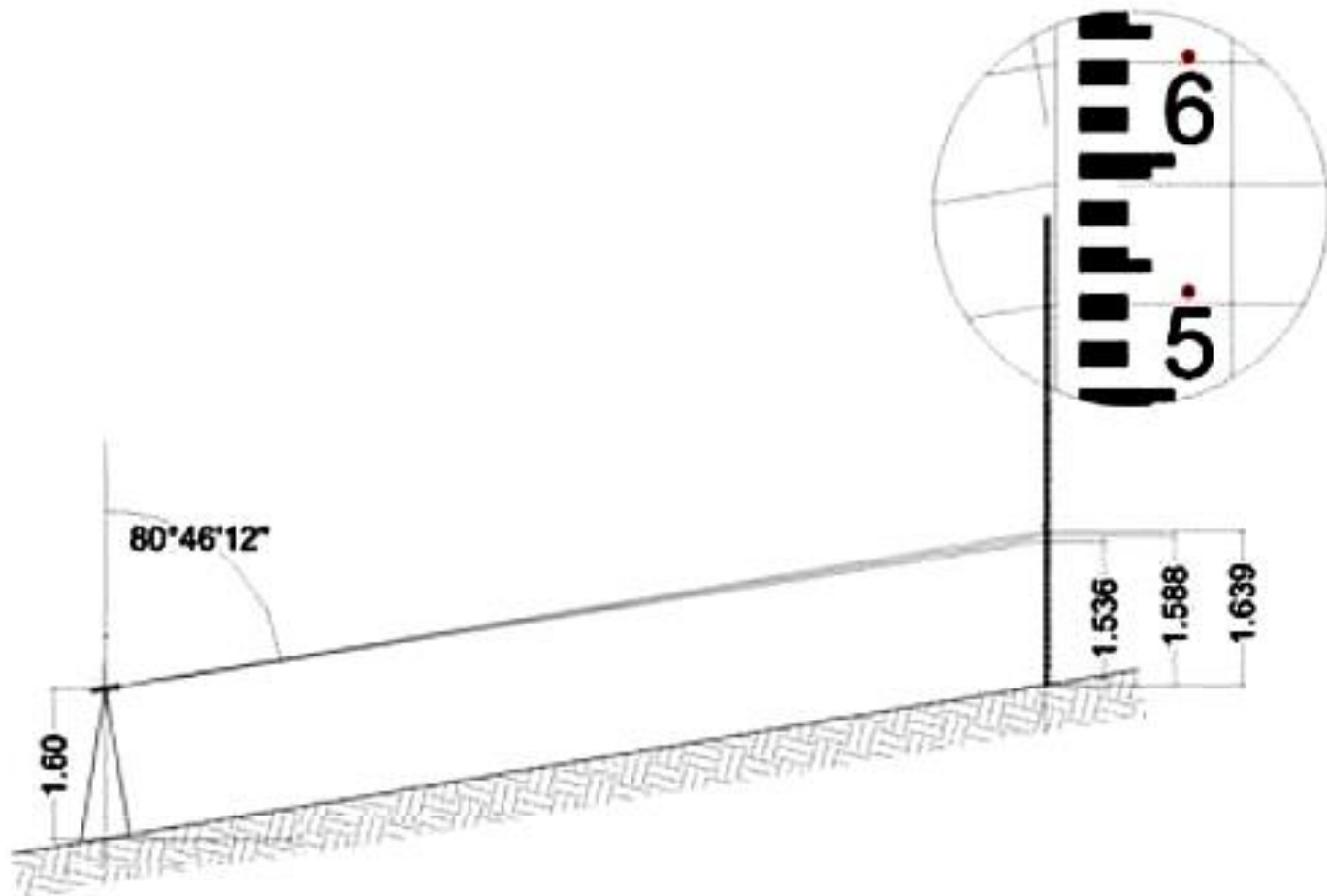




**EXEMPLO**

# Exemplo: Distância e Cota

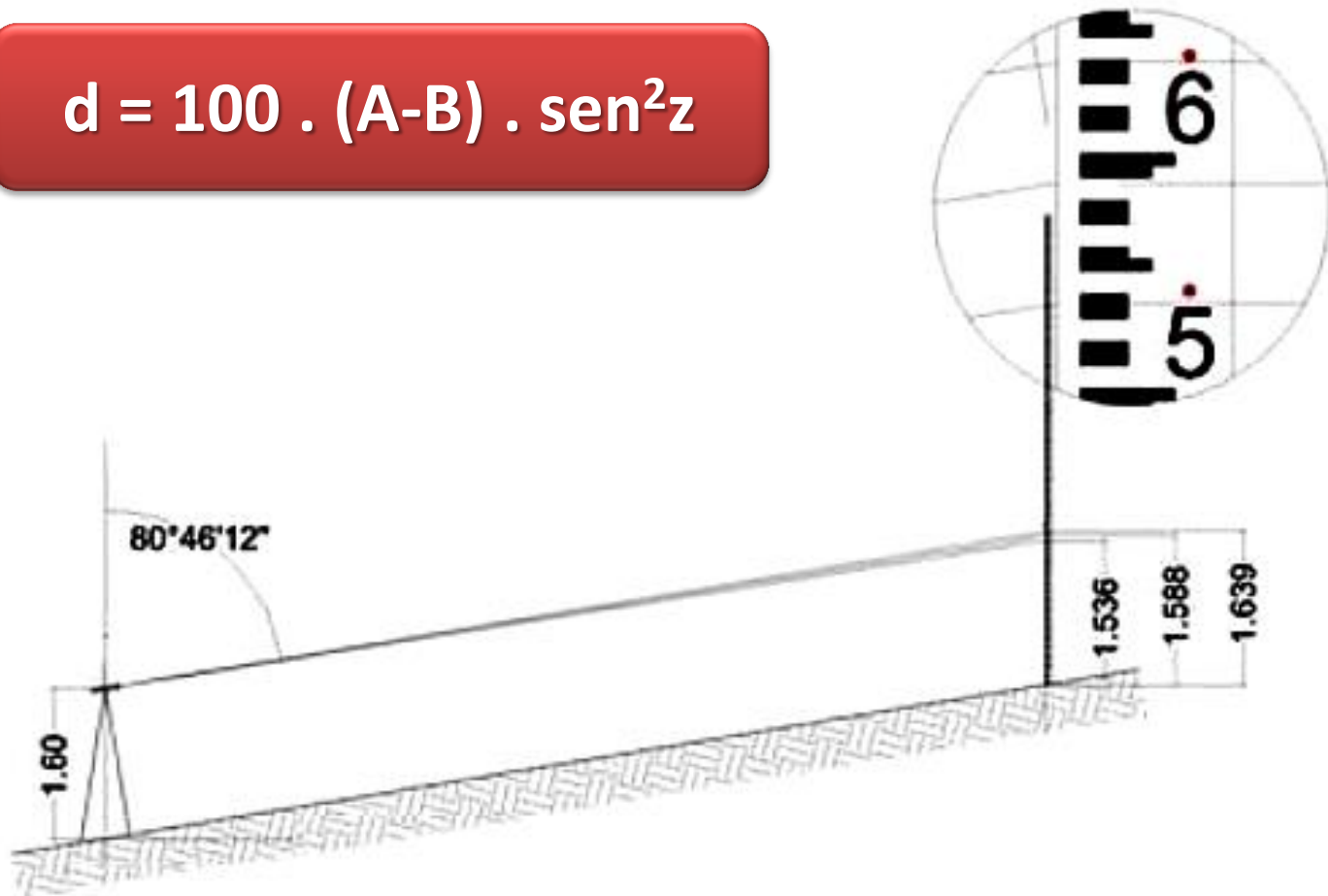
- Exemplo



# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Distância

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

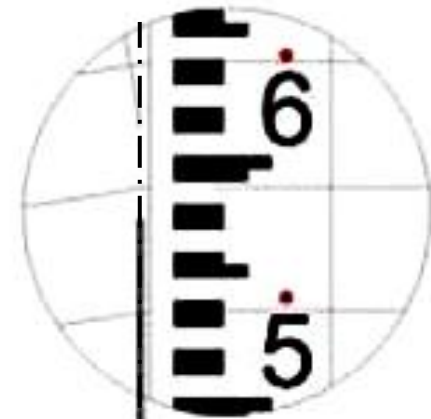
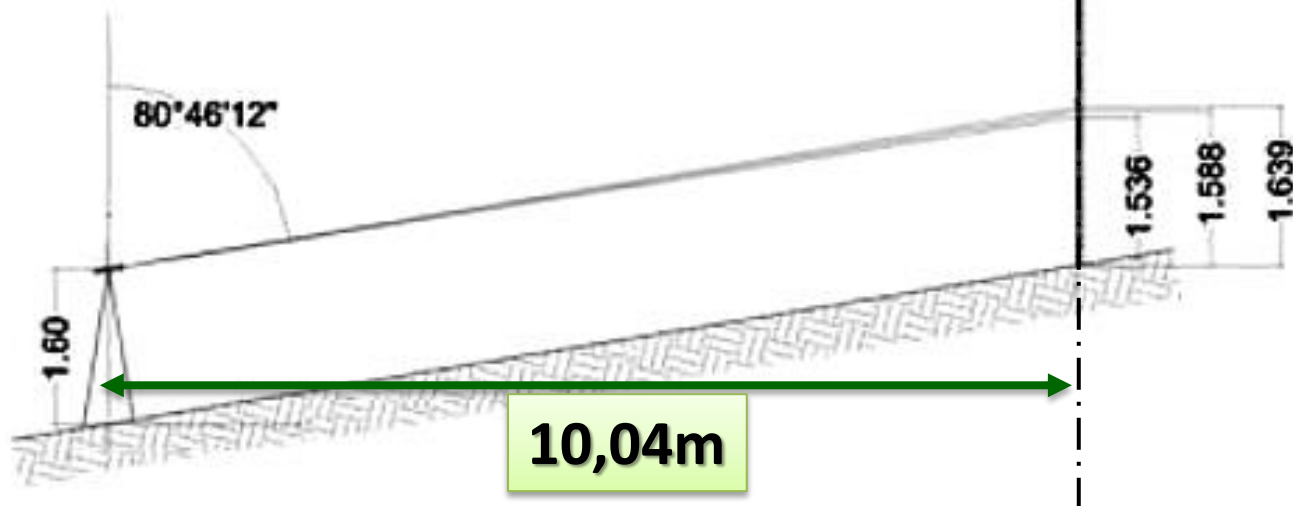


# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Distância

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

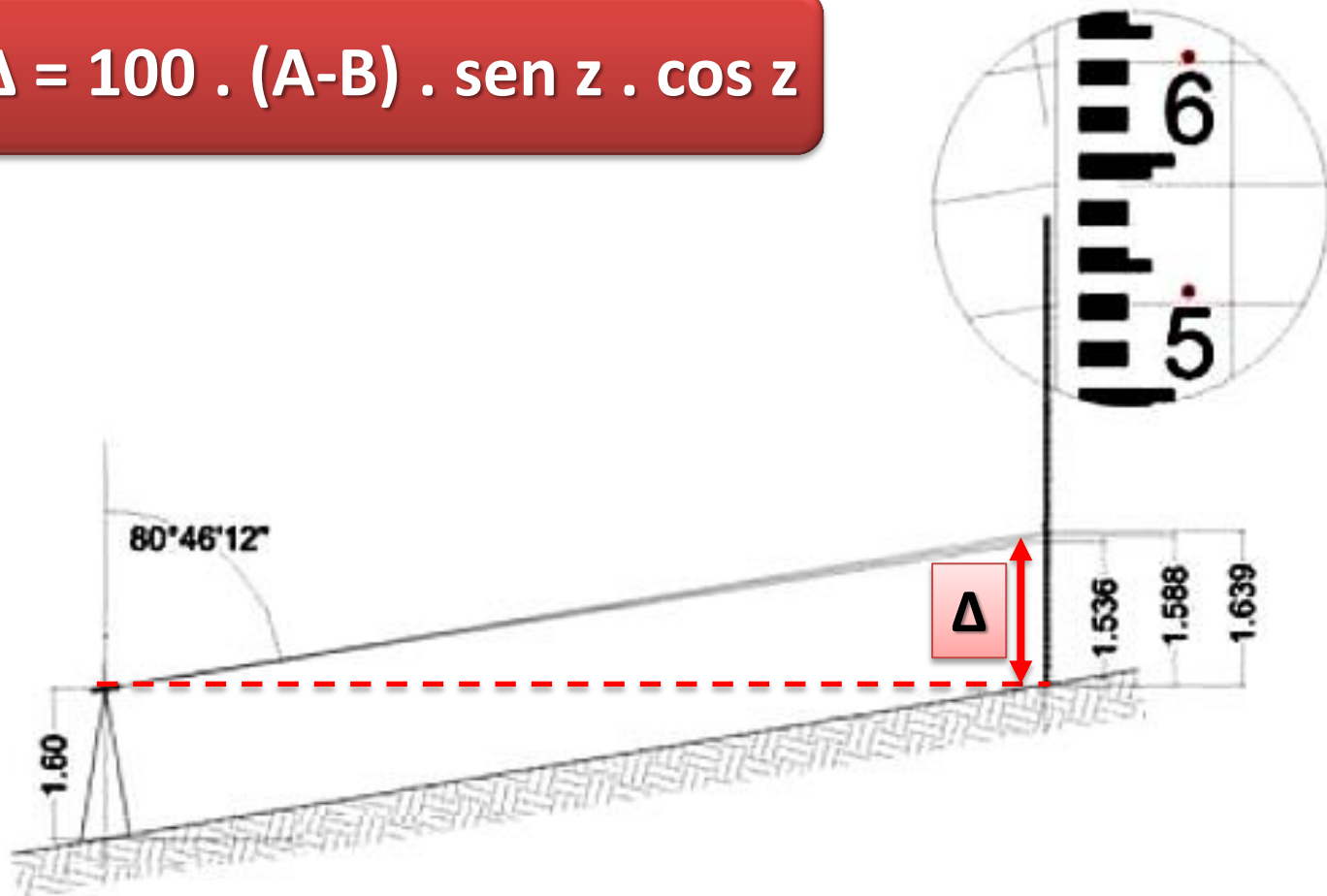
$$d = 100 \cdot 0,103 \cdot \text{sen}^2 80^\circ 46' 12''$$



# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

$$\Delta = 100 \cdot (A-B) \cdot \text{sen } z \cdot \text{cos } z$$

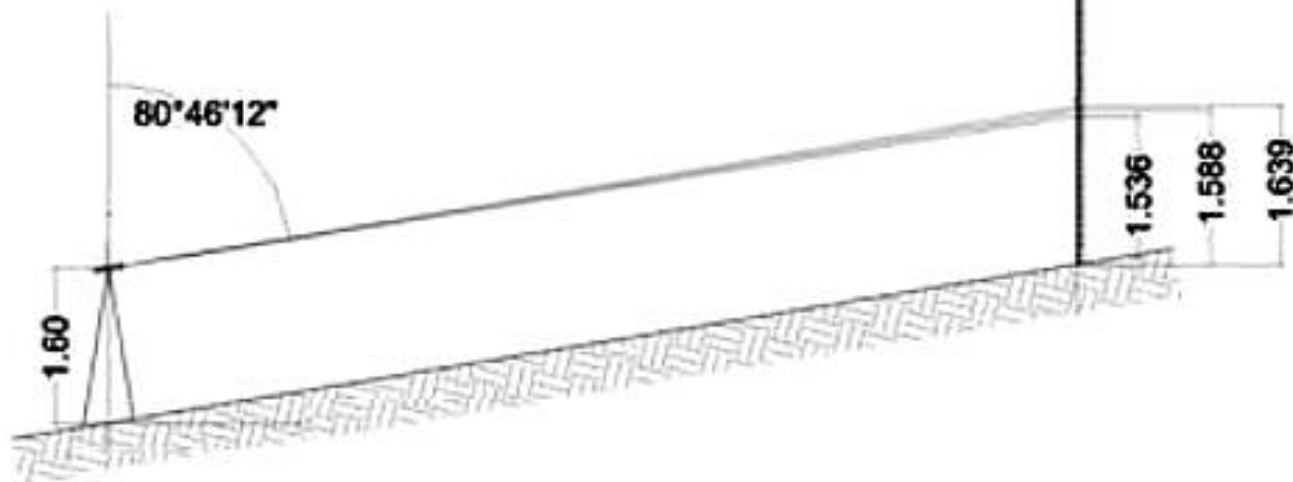


# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

$$\Delta = 100 \cdot (A-B) \cdot \text{sen } z \cdot \text{cos } z$$

$$\Delta = 100 \cdot 0,103 \cdot \text{sen } 80^{\circ}46'12'' \cdot \text{cos } 80^{\circ}46'12''$$



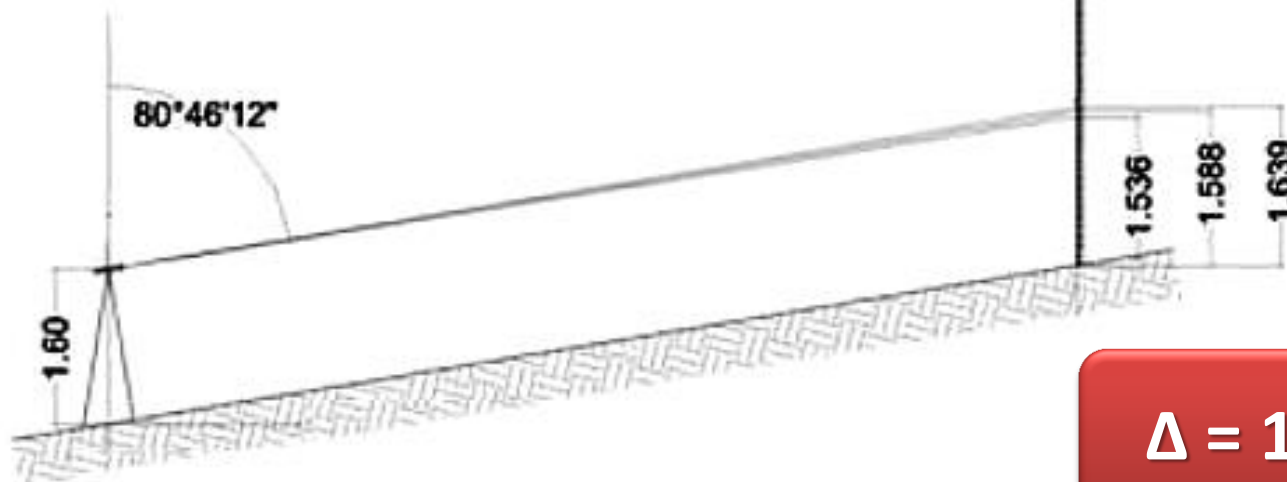


# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

$$\Delta = 100 \cdot (A-B) \cdot \text{sen } z \cdot \text{cos } z$$

$$\Delta = 100 \cdot 0,103 \cdot \text{sen } 80^{\circ}46'12'' \cdot \text{cos } 80^{\circ}46'12''$$



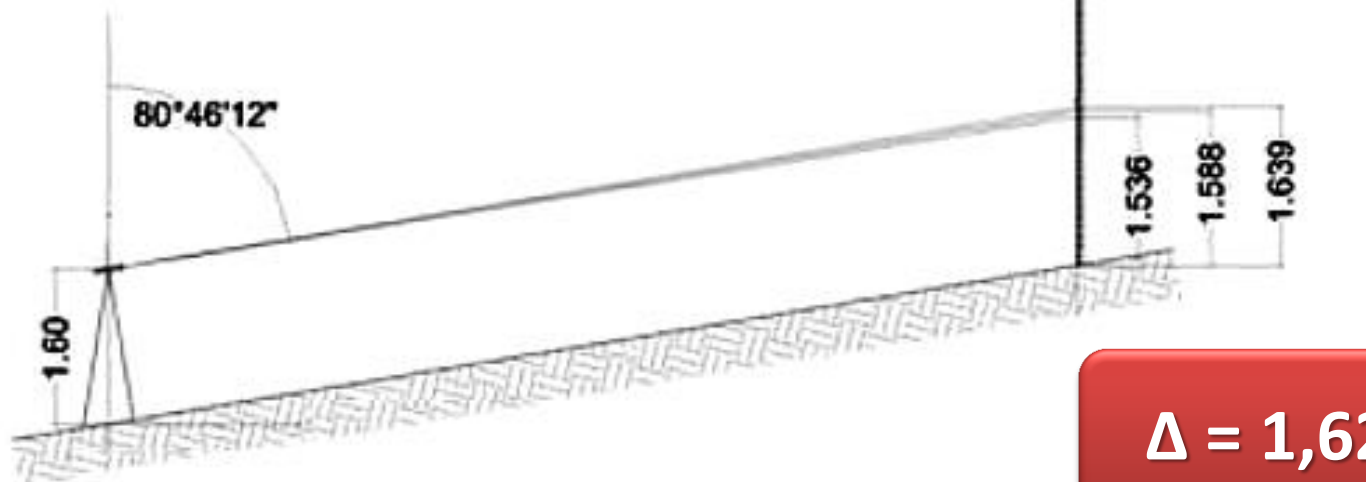
$$\Delta = 1,6293$$

# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

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

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



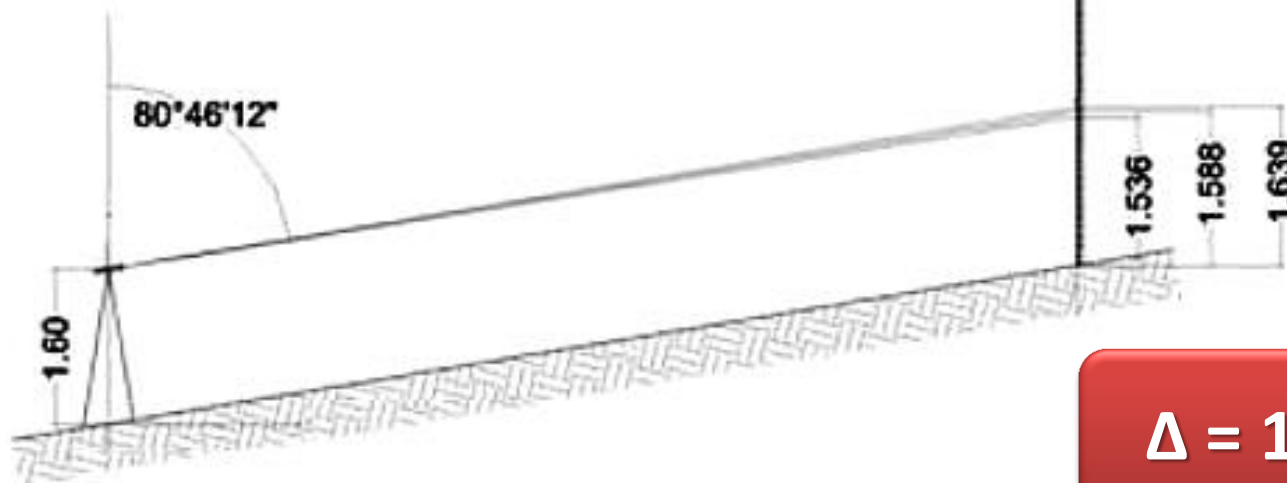
$$\Delta = 1,6293$$

# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

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

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



$$\Delta = 1,6293$$



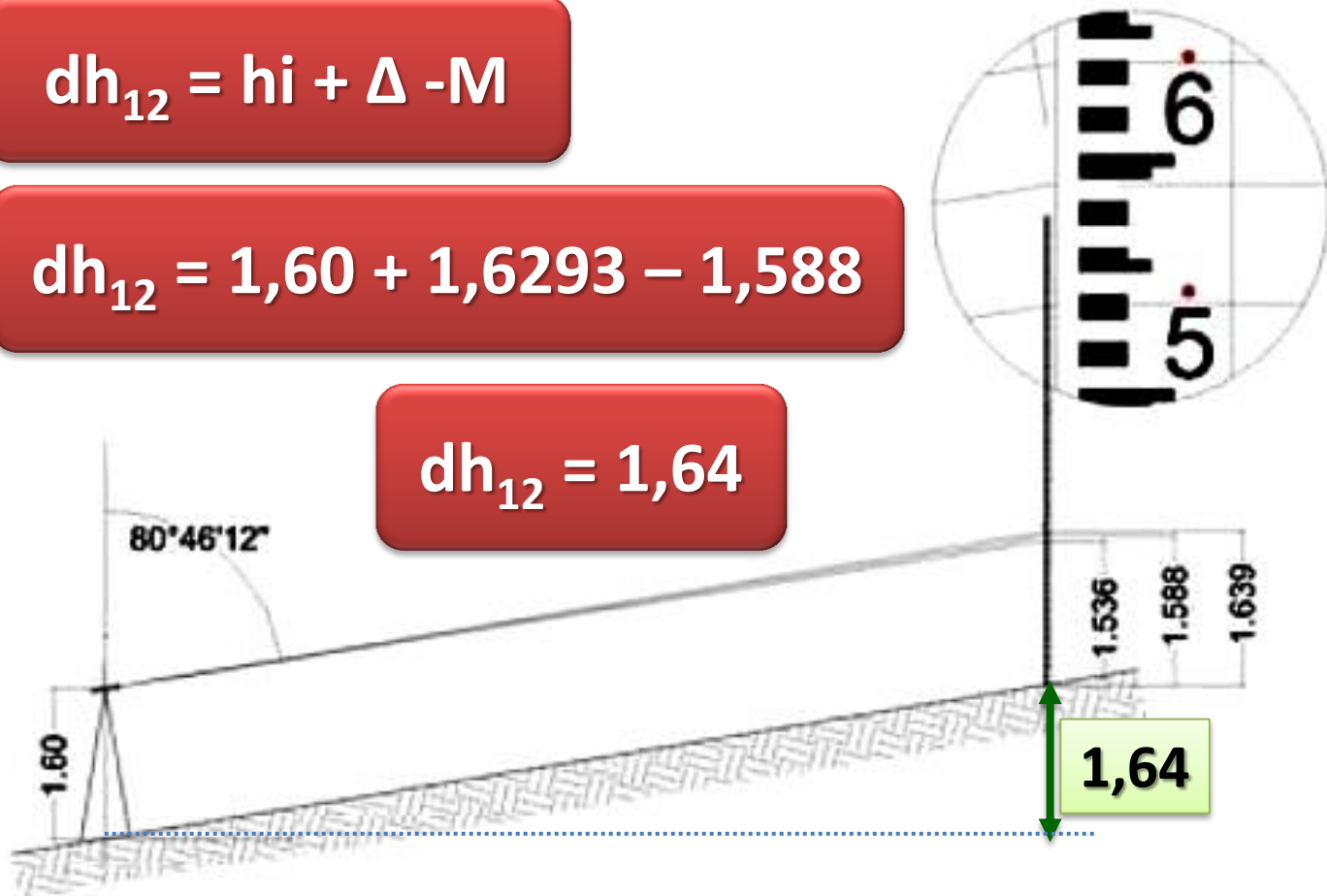
# Exemplo: Distância e Cota

- Exemplo - Altura

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

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

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





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



# Exercício Resolvido

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

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

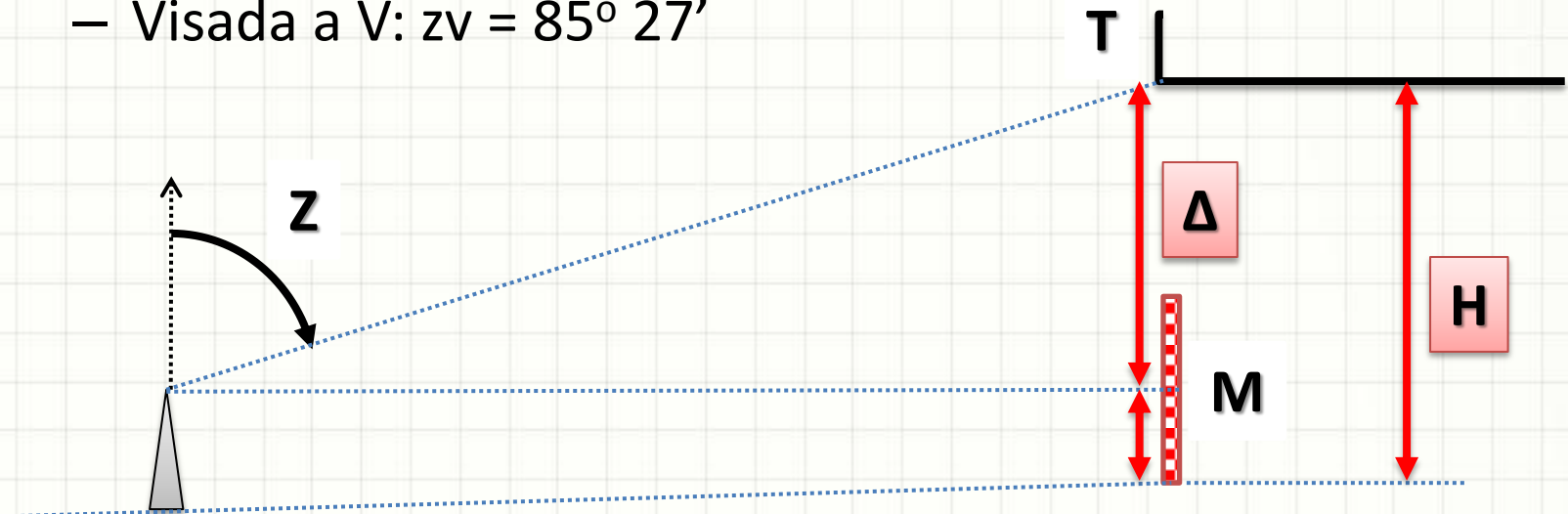
# Exercício Resolvido

$h_1 = 321,53\text{m}$   
 $z = 88^\circ 37'$   
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:
  - $\Delta = G \cdot \sin z \cdot \cos z = 60,4 * \sin 88^\circ 37' * \cos 88^\circ 37'$
  - $\Delta = 1,46$
- Agora calcularemos a  $h_2$ :
  - $h_2 = h_1 + h_i + \Delta - M = 321,53 + 1,68 + 1,46 - 1,325$
  - $h_2 = 323,35\text{m}$

# Exercícios Resolvidos

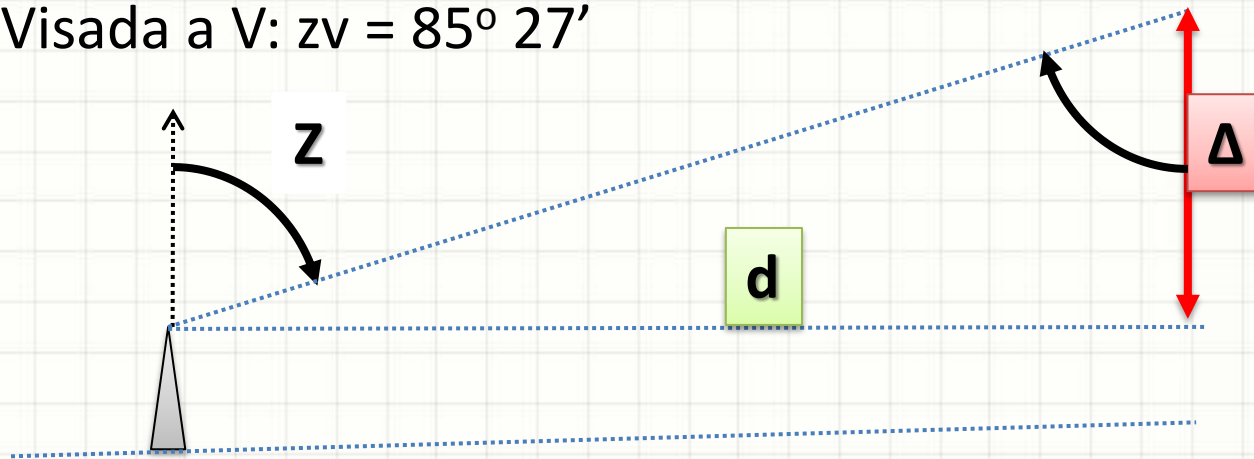
- Para calcular a altura sob um viaduto, foi feita a visada com uma mira resultando nas leituras abaixo. Qual a altura máxima de caminhão que pode passar?
  - Visada horizontal ( $z=90^\circ$ ):  $A=1,808$ ;  $M=1,633$ ;  $B=1,457$
  - Visada a V:  $z_v = 85^\circ 27'$



# Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto

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



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

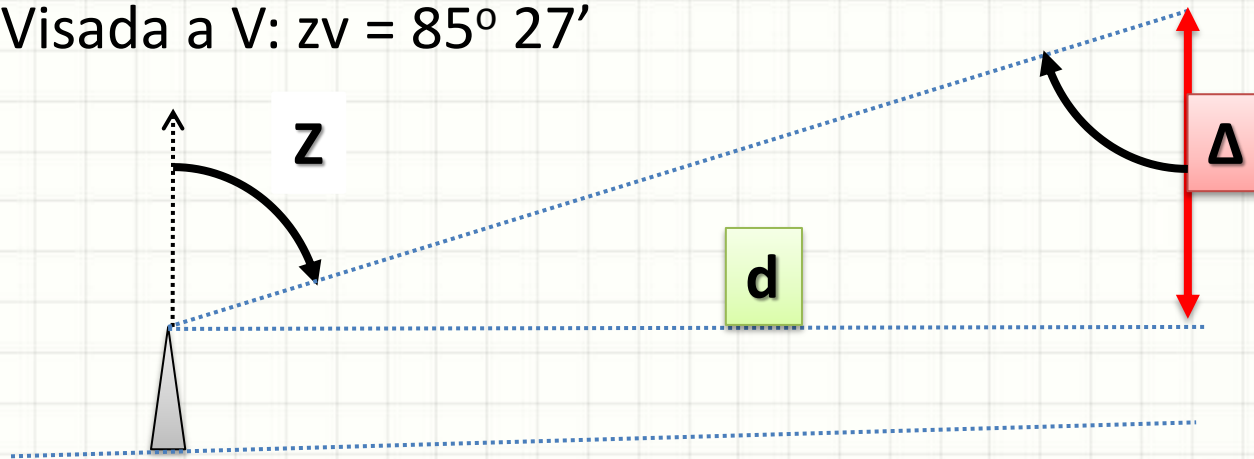
$$d = 100 \cdot (A-B) \cdot \text{sen}^2 z$$

# Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto

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

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



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

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

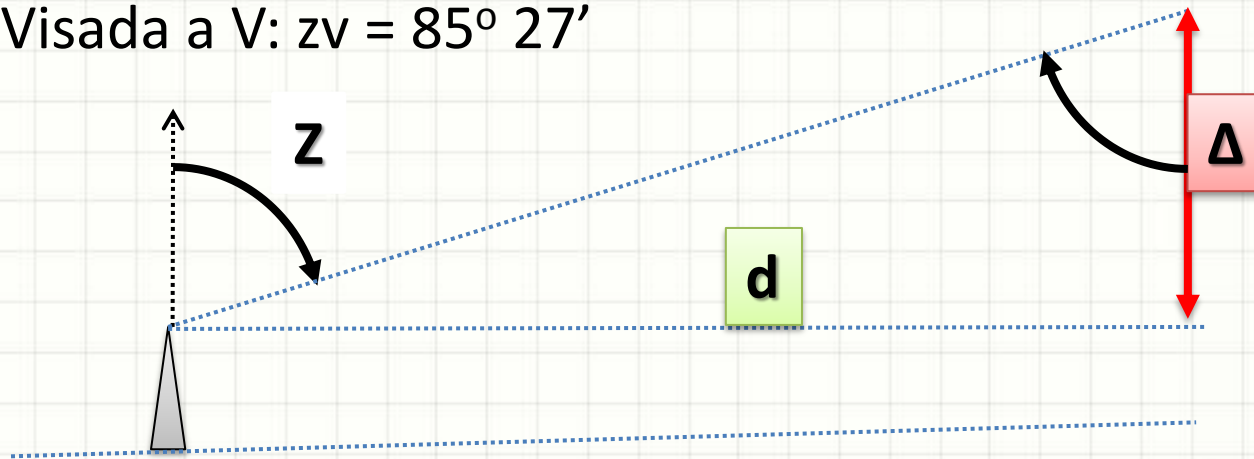
- $d = 100 \cdot (1,808 - 1,457) \cdot \text{sen}^2 85^\circ 27'$

# Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto

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

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



- $d = 34,88\text{m}$ .
- $\Delta = d / \text{tg } z = 34,88 / \text{tg } 85^\circ 27'$
- $\Delta = 2,78\text{m}$

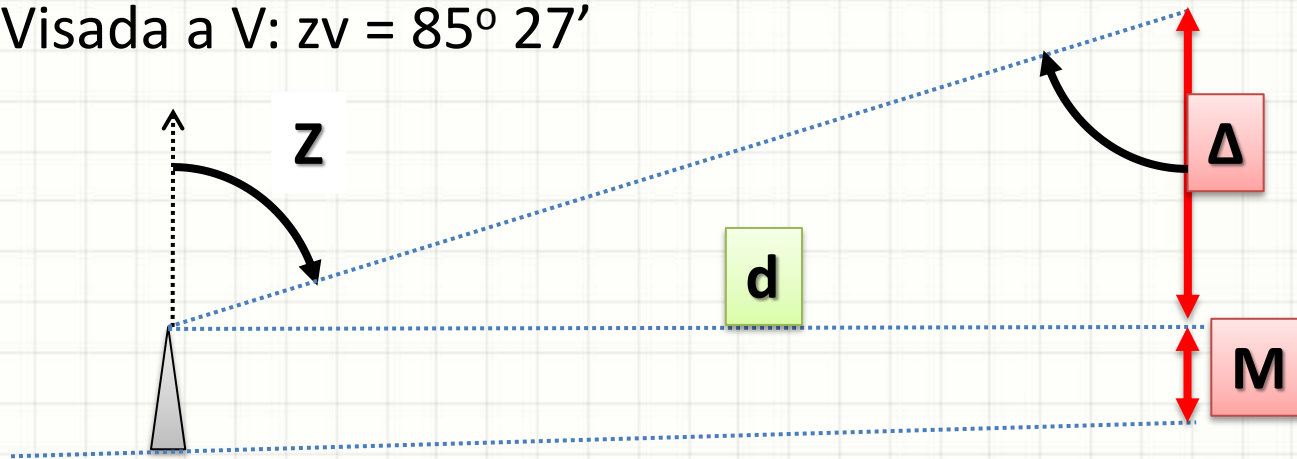


# Exercícios Resolvidos

- Altura sob um viaduto

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

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



- $\Delta = 2,78\text{m}$
- $M = 1,633\text{m}$
- $\text{V\~{a}o} = \Delta + M = 4,41\text{m}$



# **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. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	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			

# 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. $G \cdot (\text{sen}^2 z)$	$\Delta$ $G \cdot (\text{senz}) \cdot (\text{cos} z)$	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		

# Planilhas de Taqueometria

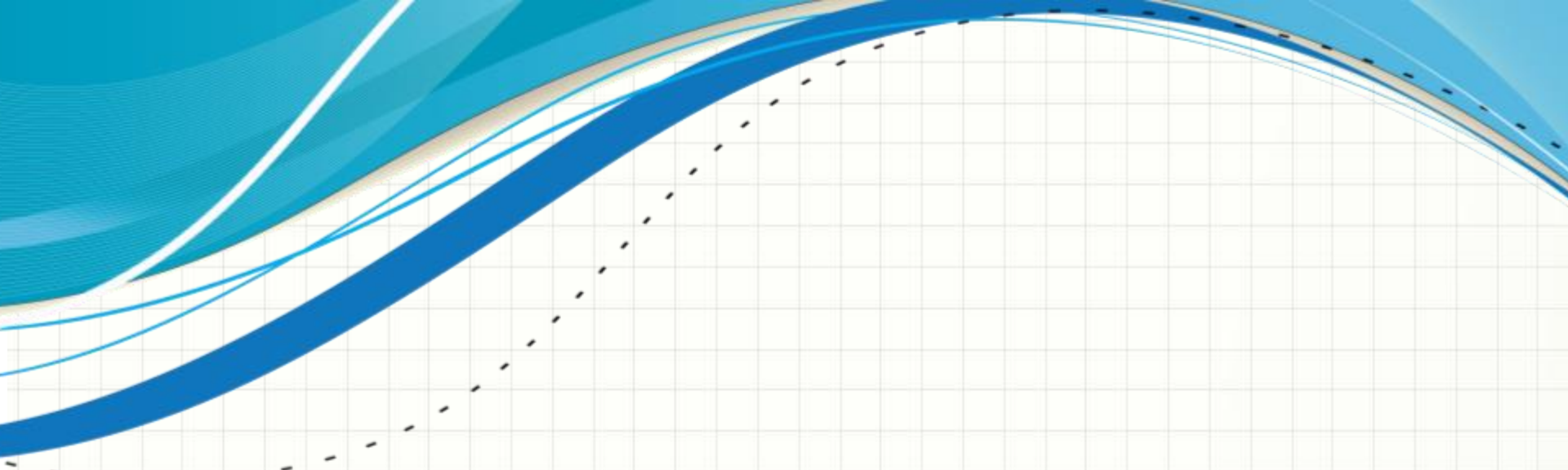
- Em geral, usamos duas planilhas ( $G = 100 \cdot (A-B)$ )

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



**PAUSA PARA O CAFÉ**

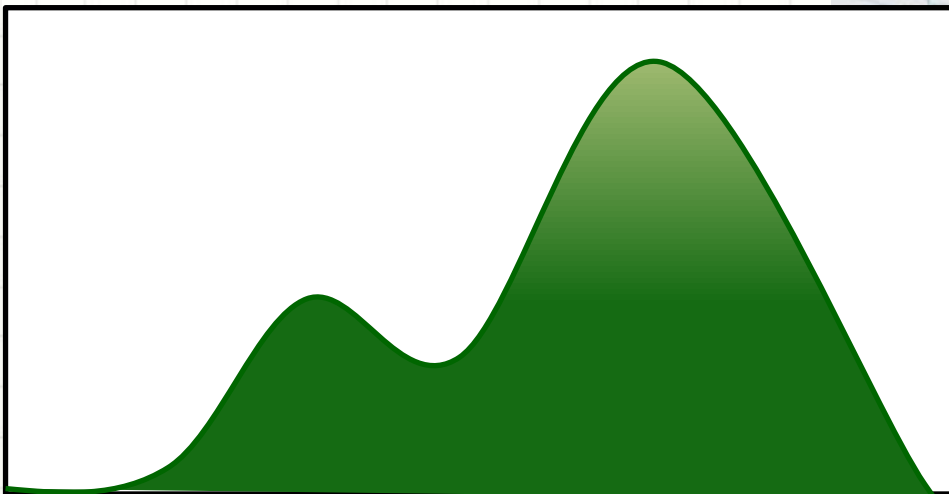


# PERFIL



# Perfil do Terreno

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



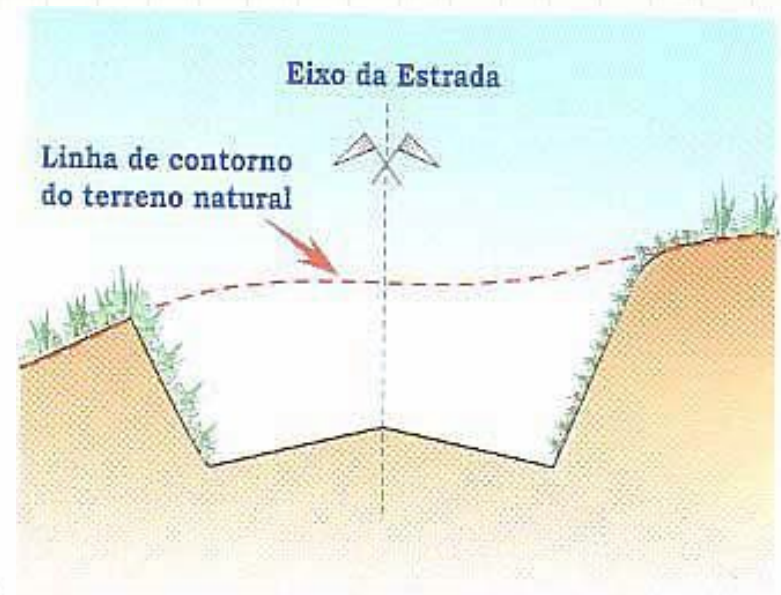
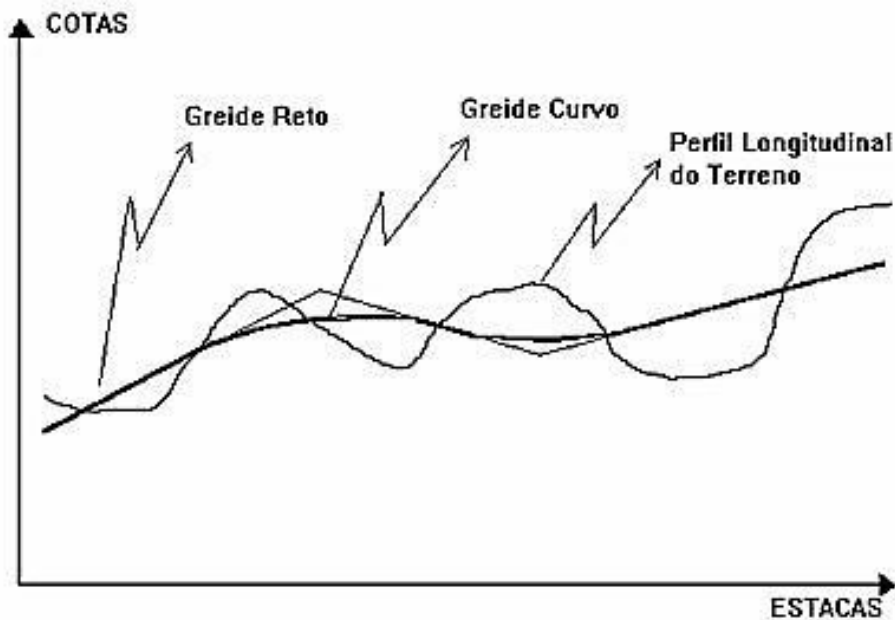
# Perfil do Terreno

- 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





# EXERCÍCIOS



# Exercícios

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

Estação $H_i$	Ponto	Ang. H Ang. V	A B	M	A-M M-B	Dist. $G.(\text{sen}^2z)$	$\Delta$ $G.(\text{senz}) \cdot (\text{cos}z)$	Cota $h_i + \Delta - M$
1 1,41	4	101°21'	1,366 0,795	1,080				
1 1,41	2	85°39'	1,584 1,000	1,293				
2 1,36	1	94°20'	1,773 1,188	1,481				
2 1,36	3	103°14'	1,154 0,601	0,877				
3 1,46	2	77°46'	1,259 0,712	0,985				
3 1,46	4	94°35'	1,706 1,294	1,501				
4 1,41	3	85°17'	1,665 1,253	1,459				
4 1,41	1	79°18'	1,361 0,795	1,078				



# CONCLUSÕES

# Resumo

- É possível medir diferenças de cota entre pontos distantes usando relações geométricas
- Sempre que possível, deve-se medir mais de uma vez
- Cuidado com os erros das medidas



# Próxima Aula



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



**PERGUNTAS?**



**BOM DESCANSO  
A TODOS!**