

TOPOGRAFIA

Altimetria: **NIVELAMENTO** **GEOMÉTRICO**

Augusto Uchôa

LABORATÓRIO DE GEOMÁTICA APLICADA
DET/CT/UFC



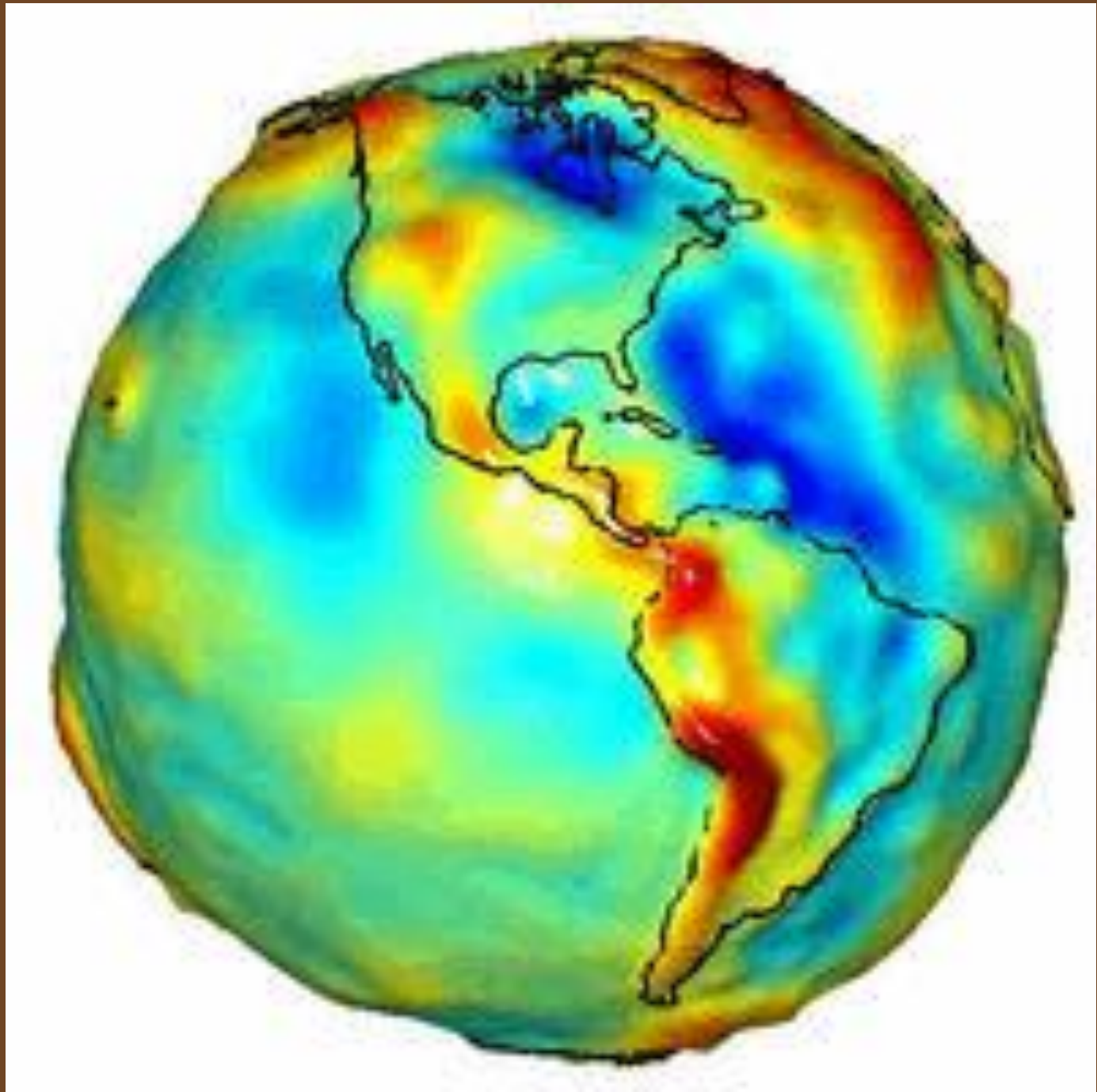
TRILHA

1. Conceitos e Definições;
2. SGB→Rede Altimétrica Brasileira;
3. NBR 13133(Levantamentos Altimétricos);
4. Métodos de Nivelamento:
 - a) Nivelamento Geométrico Simples e Composto;
 - b) Nivelamento Trigonométrico e Taqueométrico;
5. Declividade;
6. Curvas de nível;
7. Perfis;
8. Modelagem Numérica do Terreno;
9. Volumetria (corte e aterro).
10. Topologia

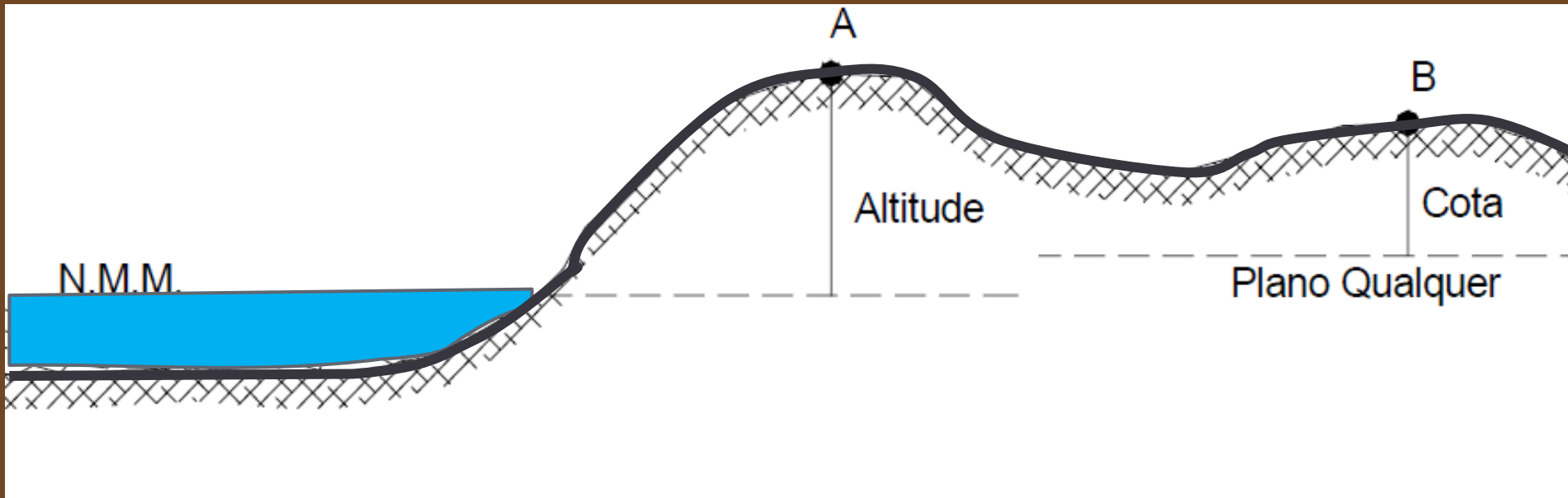
Conceitos e Definições

- ALTI + METRIA → “MEDIR ALTURAS” E ALTURAS SÃO DISTÂNCIAS (VERTICAIS);
- A PARTIR DE QUAL(IS) REFERÊNCIA(S)?
 - O Geóide
- ALTITUDE ORTOMÉTRICA, COTA E ALTURA ELIPSOIDAL (OU GEOMÉTRICA)

O Geóide



Altitude Ortométrica & Cota



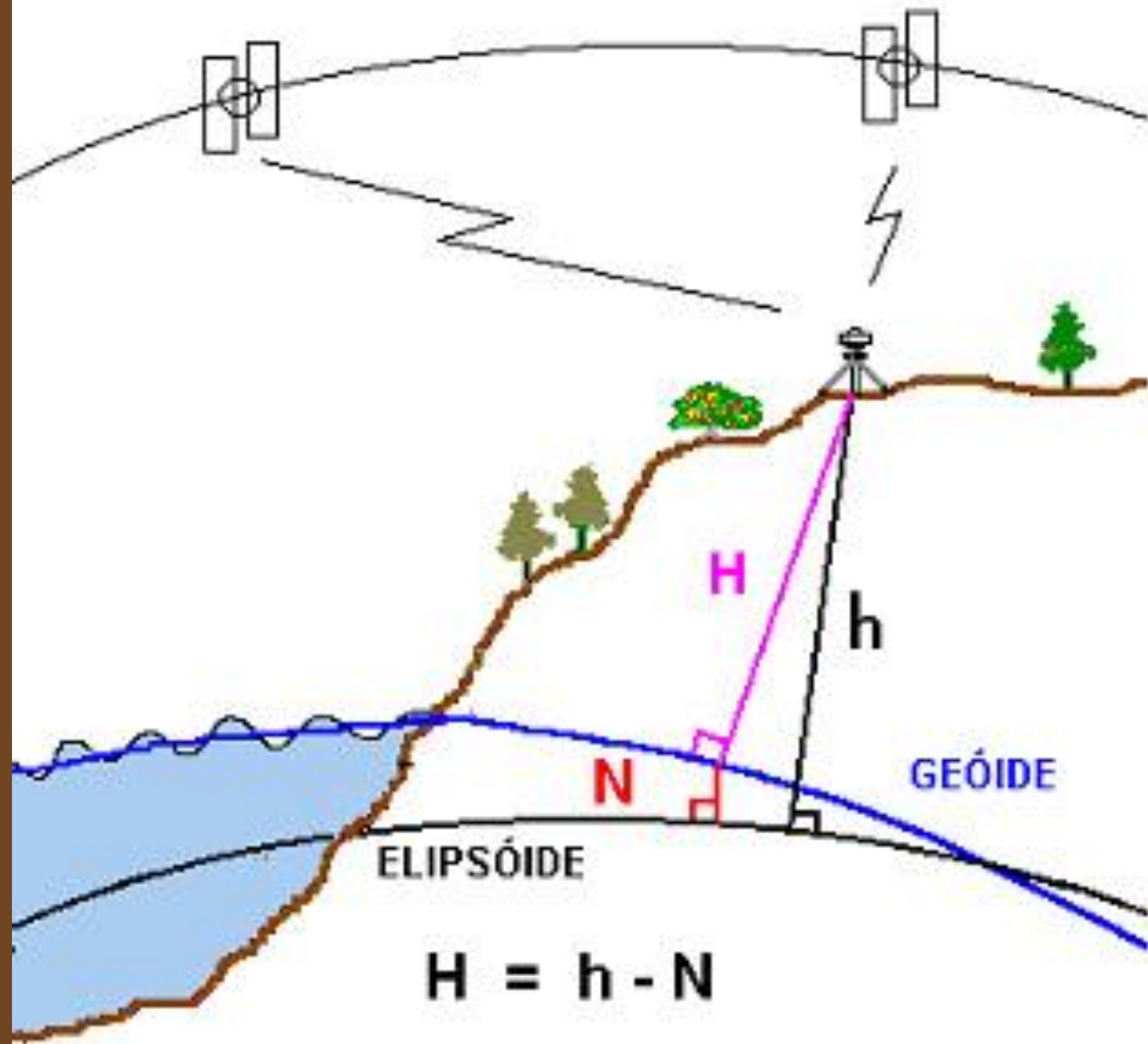
Altitude ortométrica: é a distância medida na vertical entre um ponto da superfície física da Terra e a superfície de referência altimétrica (nível médio dos mares).

Cota: é a distância medida ao longo da vertical de um ponto até um plano de referência qualquer ;

Altitude Ortométrica $\rightarrow (H)$

Altura Elipsoidal $\rightarrow (h)$

Ondulação geoidal $\rightarrow (N)$



Aplicações da Altimetria

1. Projetos de redes de esgoto;
2. Projetos de estradas;
3. Terraplanagem;
4. Planejamento urbano;
5. Barragens;
6. Lavouras;
7. Delimitação de bacias hidrológicas e
8. Várias outras.

SGB-REDE ALTIMÉTRICA BRASILEIRA

- ✓ Estabelecida e mantida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta é um exemplo de rede vertical, pode ser definida como:
 - ✓ Um conjunto de pontos materializados no terreno (referências de nível – RN) e identificados por uma coordenada, **a** **altitude**, determinada a partir de um ponto origem do datum vertical.
- ✓ No Brasil o datum altimétrico é o ponto associado com o nível médio do mar determinado pelo marégrafo de Imbituba, Santa Catarina.

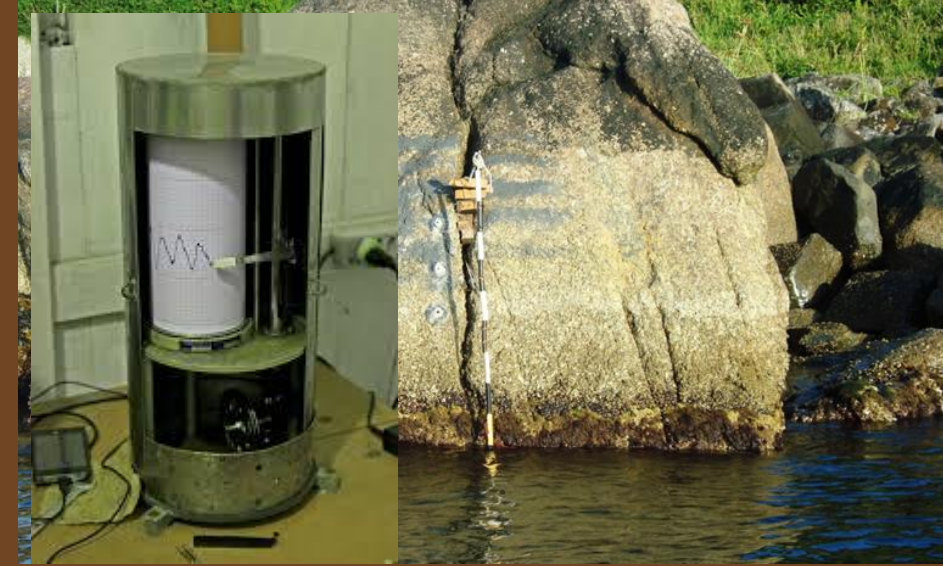


Foto registrada antes da pandemia de COVID-19



REDE ALTIMÉTRICA DO SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO

- ✓ A Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do IBGE possui aproximadamente 43.079 Referências de Nível (RRNN)



Referências de Nível (RRNN)

- As RRNN são marcas características de metal (latão ou bronze) cravadas em pilares de concreto erguidos nos extremos das seções ou pontos notáveis (obras de arte, monumentos, estações ferroviárias ou rodoviárias) dos percursos de linhas geodésicas.



Estação :	2661T	Nome da Estação :	2661T	Tipo :	Estação Altimétrica - RN
Município :	FORTALEZA			UF :	CE
Última Visita:	31/8/2009	Situação Marco Principal:	Bom		

DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	03 ° 44 ' 29 " S	Altitude Ortométrica(m)	18,6658	Gravidade(mGal)	
Longitude	38 ° 34 ' 35 "W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Sigma Gravidade(mGal)	
Fonte	GPS Navegação	Classe	Ajustada - Alta Precisão	Precisão	
Origem	Transformada	Datum	Imbituba	Datum	
S Datum	SAD-69	Data Medição	25/2/1991	Data Medição	
A Data Medição	31/8/2009	Data Cálculo	28/11/2003	Data Cálculo	
D Data Cálculo		Sigma Altitude Ortometrica(m)		Correção Topográfica	
6 Sigma Latitude(m)				Anomalia Bouguer	
9 Sigma Longitude(m)				Anomalia Ar-Livre	
UTM(N)	9.586.445			Densidade	
UTM(E)	547.038				
MC	-39				
Latitude	03 ° 44 ' 30 " S			Gravidade(mGal)	
S Longitude	38 ° 34 ' 36 "W			Sigma Gravidade(mGal)	
I Fonte	GPS Navegação			Precisão	
R Origem				Datum	
G Datum	SIRGAS2000			Data Medição	
A Data Medição	31/8/2009			Data Cálculo	
S Data Cálculo				Correção Topográfica	
2 Sigma Latitude(m)				Anomalia Bouguer	
0 Sigma Longitude(m)				Anomalia Ar-Livre	
0 UTM(N)	9.586.416			Densidade	
0 UTM(E)	547.007				
MC	-39				

MÉTODOS DE LEVANTAMENTO ALTIMÉTRICO

“Levantamento que objetiva, exclusivamente, a determinação das alturas relativas a uma superfície de referência dos pontos de apoio e/ou dos pontos de detalhe, pressupondo-se o conhecimento de suas posições planimétricas, visando a representação altimétrica da superfície levantada.” (NBR13133)

- Nivelamento geométrico;
- Nivelamento Trigonométrico ;
- Nivelamento Taqueométrico;

CLASSES DE NIVELAMENTO/ tolerâncias NBR13133/2021

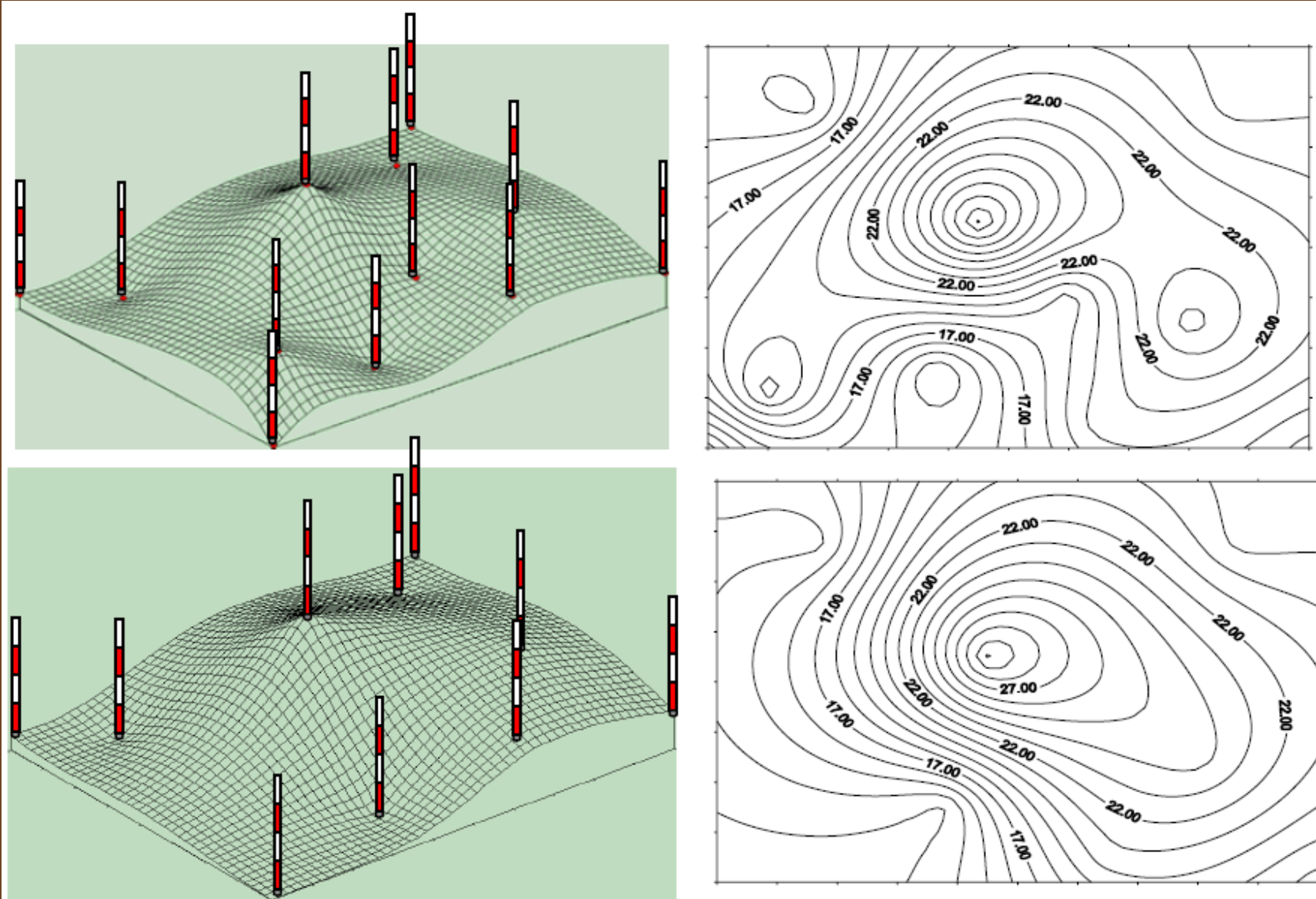
Classe Método	Instrumento	Visada máxima recomendada m	Tolerância de fechamento K expresso em km	Finalidade
I N Geométrico	Nível classe 1	80	6 mm $\sqrt{K}$	Transporte de altitude ou cota
	Nível classe 2		8 mm $\sqrt{K}$	Rede urbana
	Nível classe 3		12 mm $\sqrt{K}$	Poligonal principal

Classe Método	Instrumento	Visada máxima recomendada m	Tolerância de fechamento K expresso em km	Finalidade
II N Trigonométrico	Teodolito ou estação total classe 1, duas séries de ângulos verticais (visada ré e avante)	300	120 mm $\sqrt{K}$	Poligonal principal
	Teodolito ou estação total classe 2, uma série de ângulos verticais (visada ré e avante)	200	200 mm $\sqrt{K}$	Rede em área rural
				Poligonal secundária
				Irradiação
III N Taqueométrico	Taqueômetro ou teodolito classe 4	80	-	Irradiação

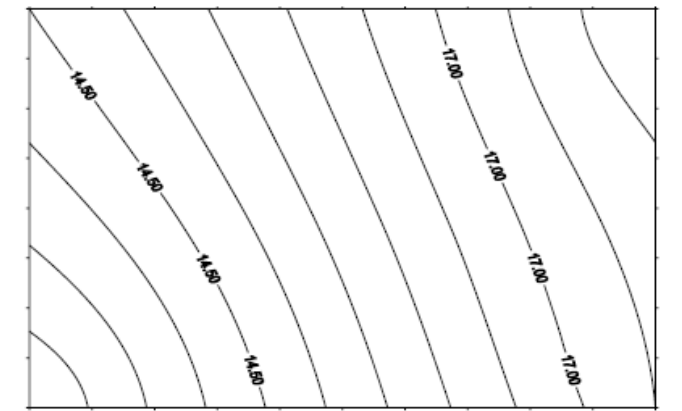
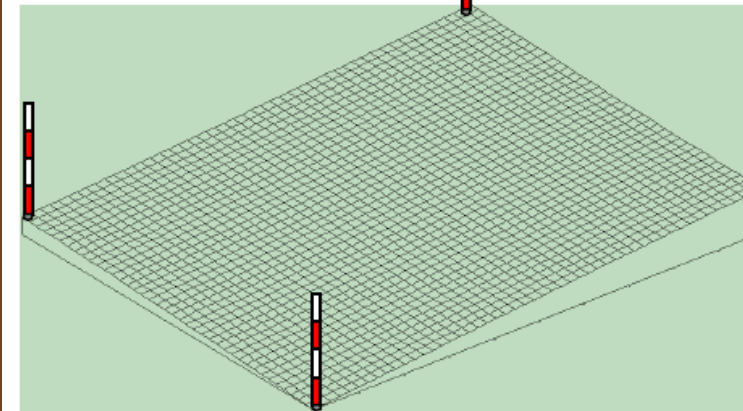
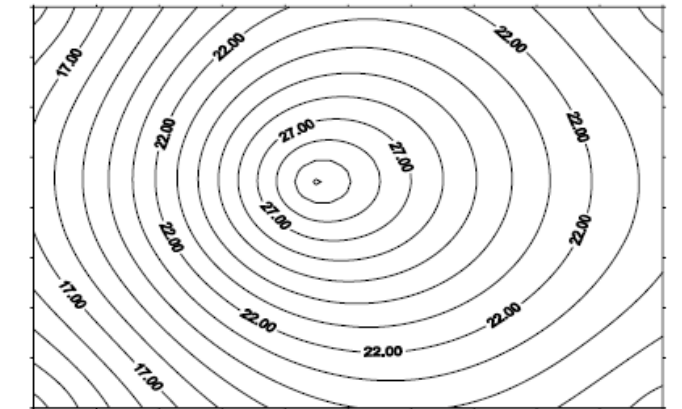
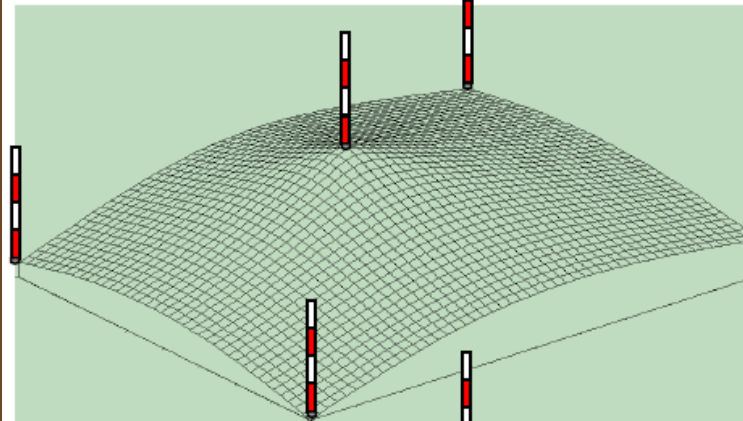
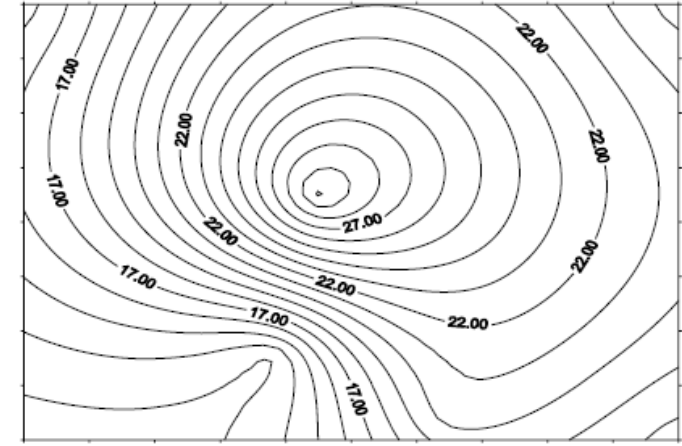
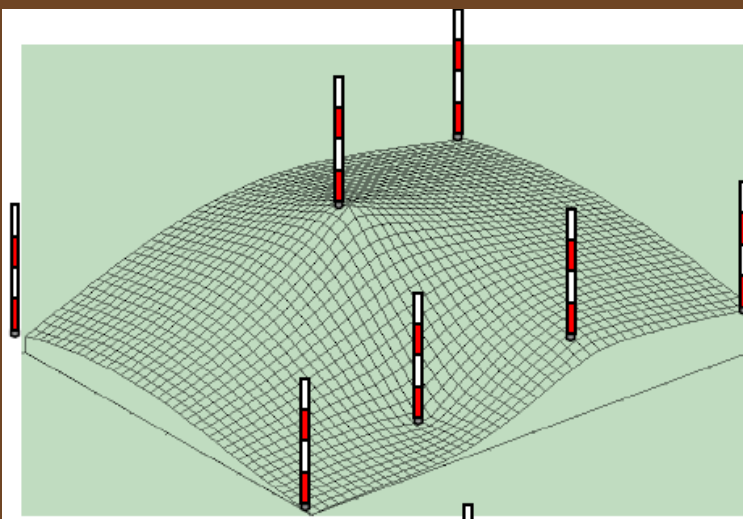
Tenha em mente sempre!:

1. Independente do método a ser empregado em campo, durante um levantamento altimétrico destinado a obtenção de altitudes/cotas para representação do terreno, **a escolha dos pontos** é fundamental para a melhor representação do mesmo.
2. Uma sequência de amostragem de pontos para uma mesma área, iniciando com a amostragem mais completa e finalizando em um caso onde somente os cantos da área foram levantados;

PONTOS DE INFLEXÃO, MÁXIMOS E MÍNIMOS)



ONDULADO, PLANO



Nível e Mira (Classe IN- 1,2, 3)



Estação Total e prisma (Classes IIN)



EQUIPAMENTOS

NÍVEIS:

Os níveis são equipamentos que permitem definir com precisão um plano horizontal ortogonal à vertical definida pelo eixo principal do equipamento. As principais partes de um nível são:

- luneta;
- nível de bolha;
- sistemas de compensação (para equipamentos automáticos);
- dispositivos de calagem.

TIPOS:



MECÂNICO



ÓTICO-MECÂNICO



LASER



ELETRÔNICO

ACESSÓRIOS

MIRAS:

Existem no mercado diversos modelos de miras, as mais comuns são fabricadas em madeira, alumínio ou *fiberglass*. Estas podem ser dobráveis ou retráteis.
(DIRETAS, INVERTIDAS, CÓDIGO DE BARRAS)



Leitura de mira

Sempre se lê 4 dígitos : metro, decímetro, centímetro e milímetro

m ,	dm	cm	mm
-----	----	----	----

Metro (s)



(1)

(2)

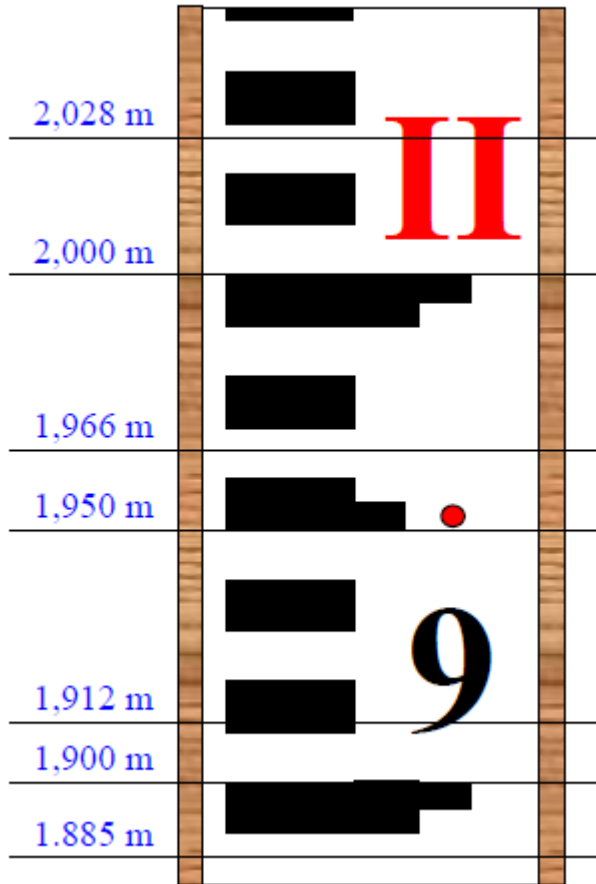
(3)

ou

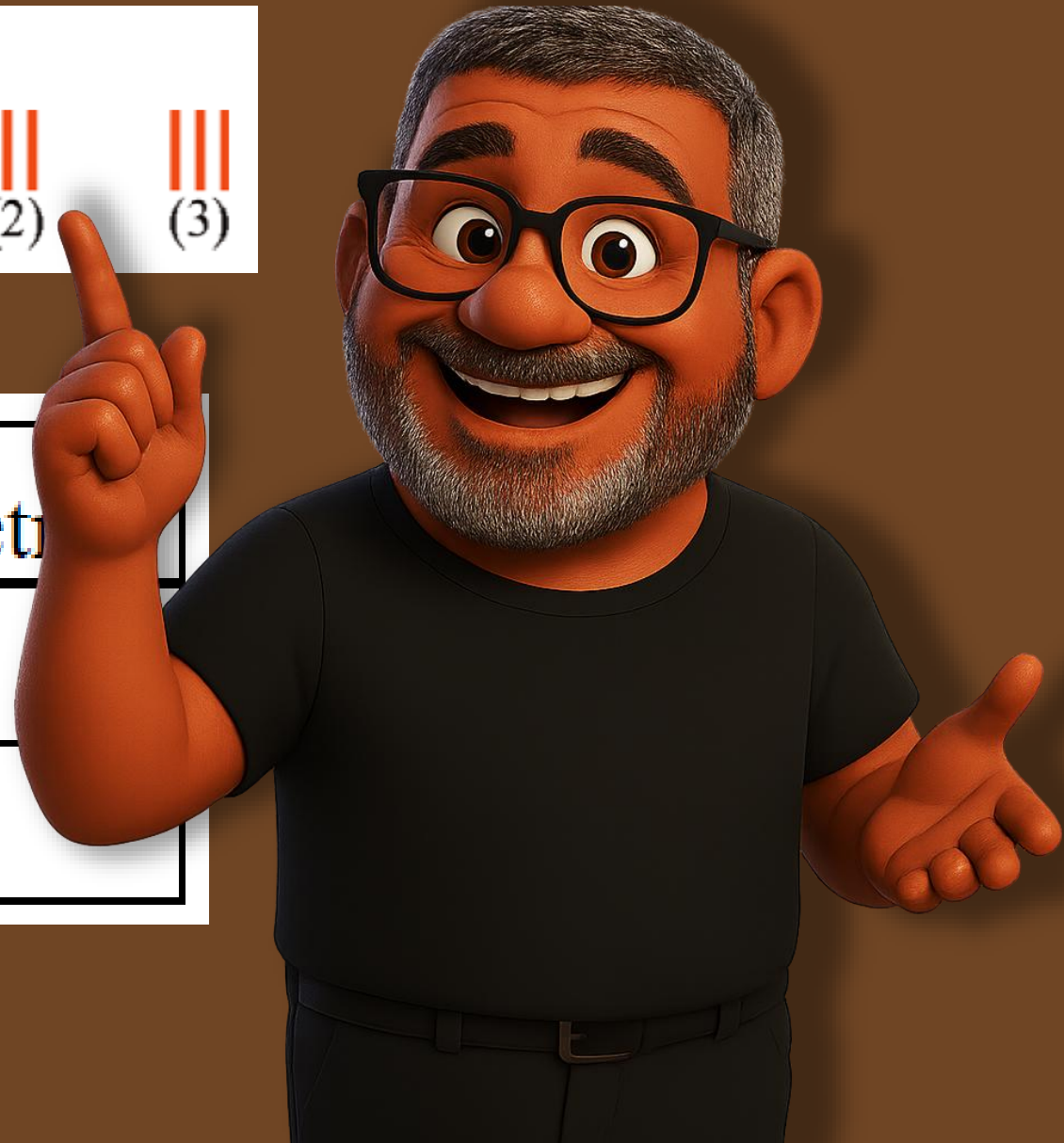
(1)

(2)

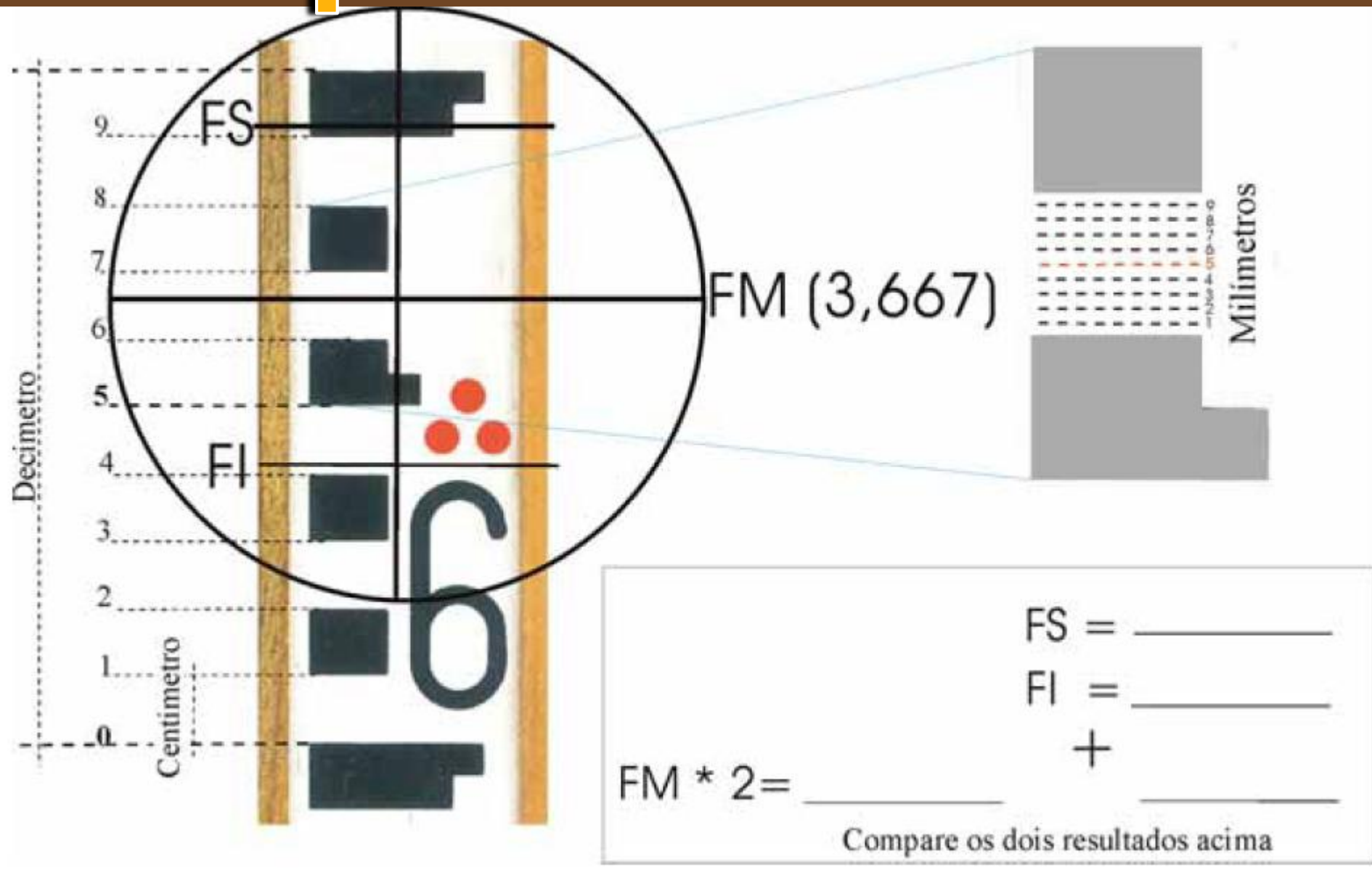
(3)



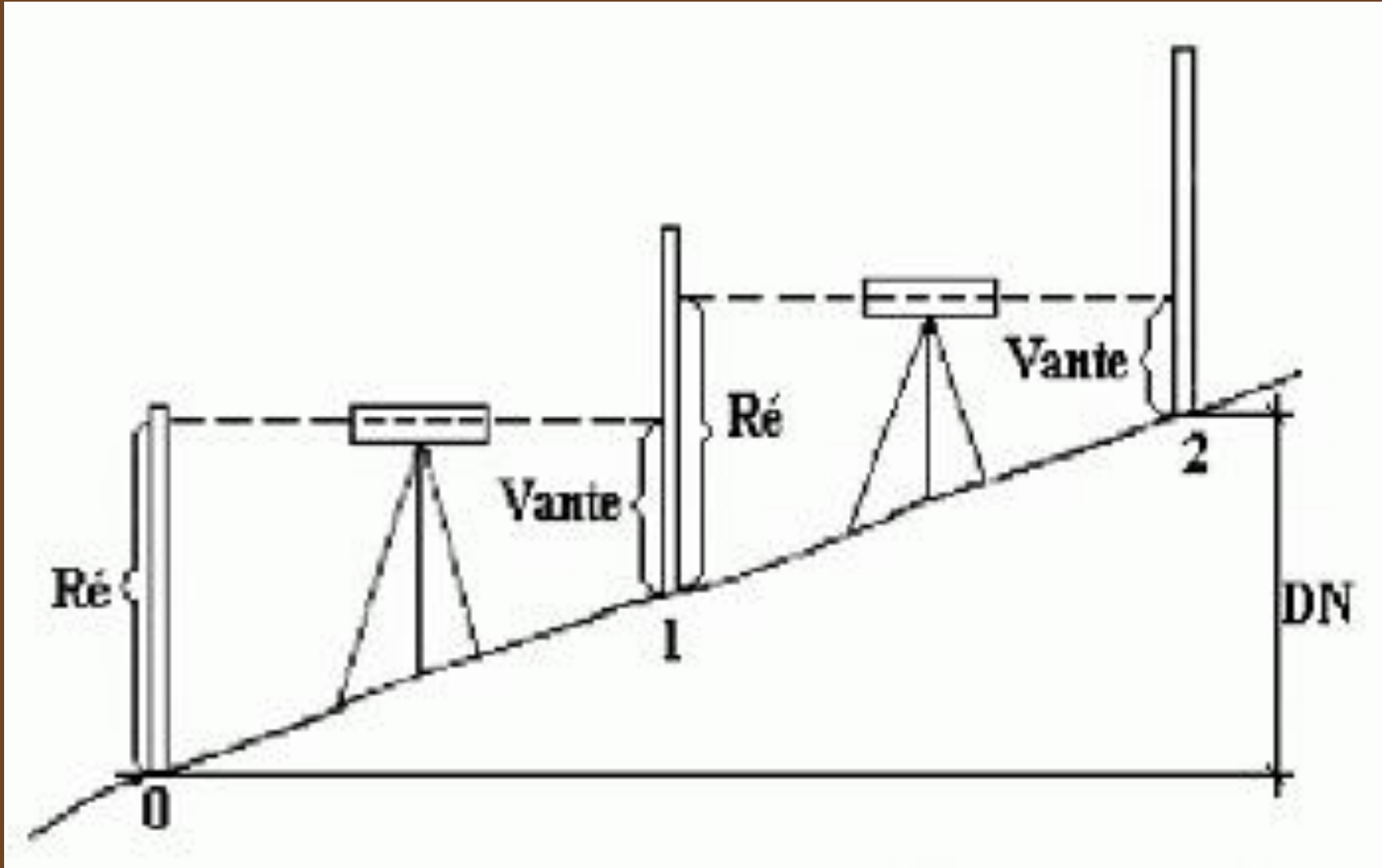
	1 metro
	2
	3



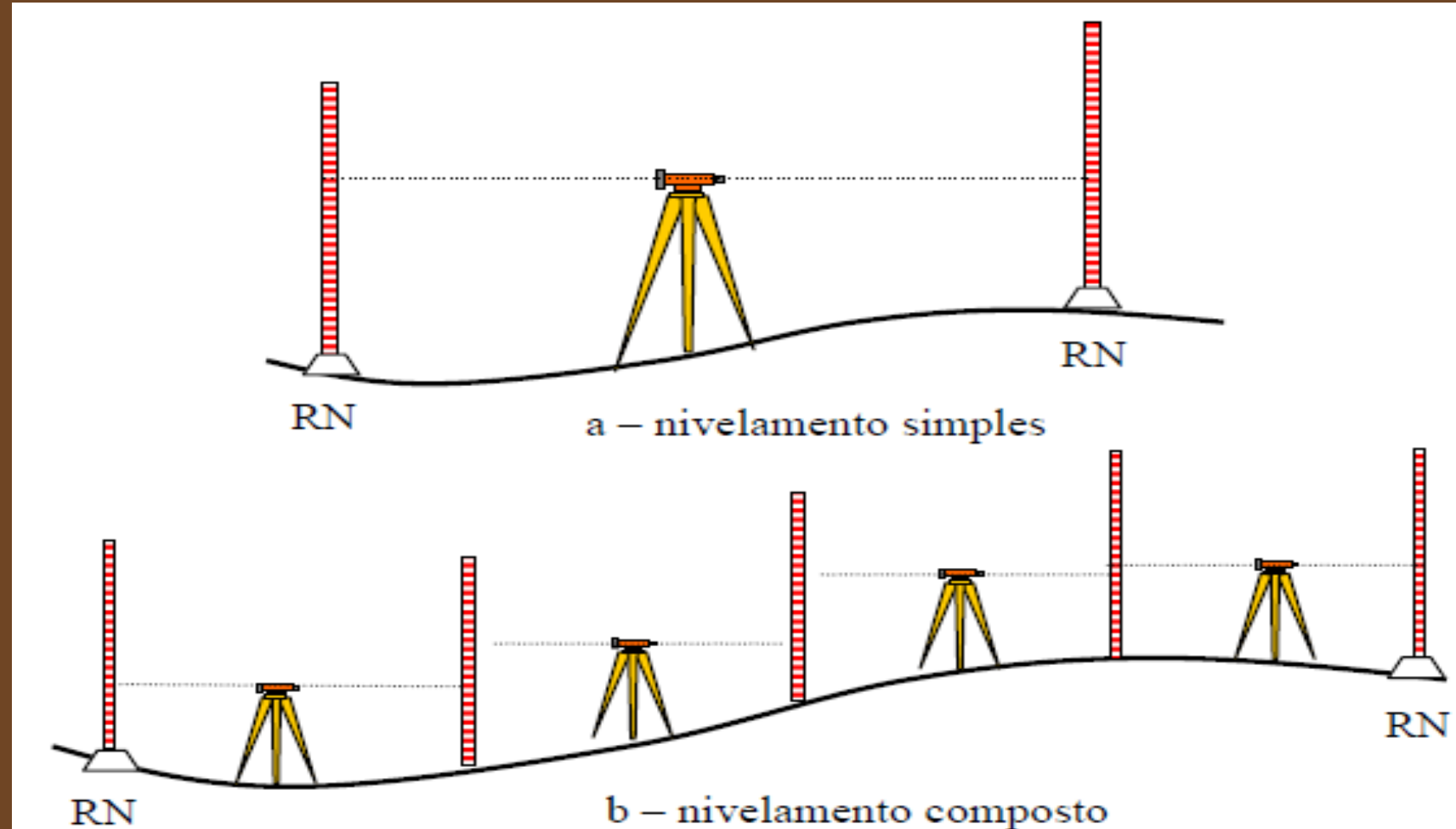
Exemplo:



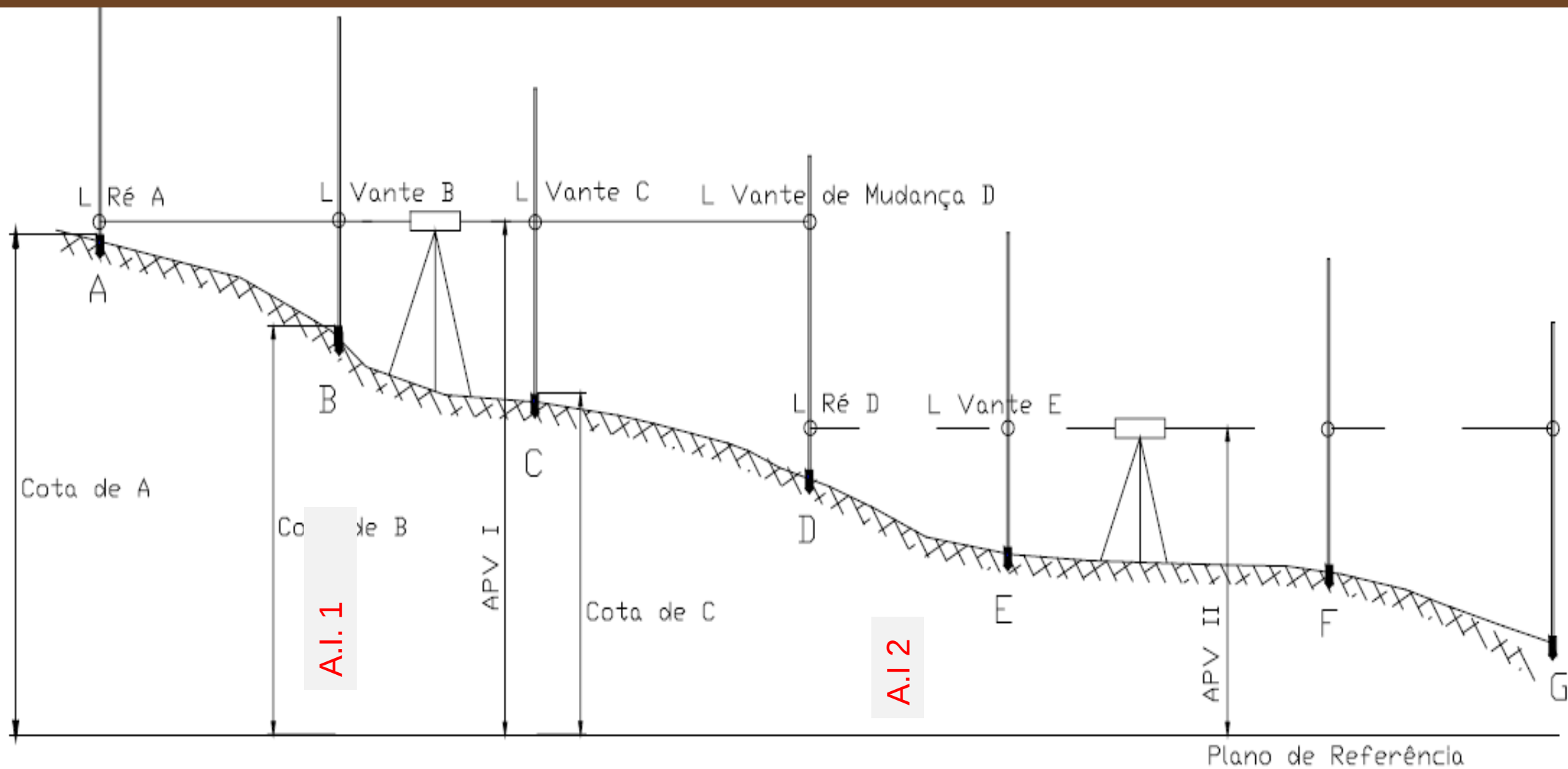
Leituras Ré e Leitura Vante



Nivelamento Geométrico Simples e Composto

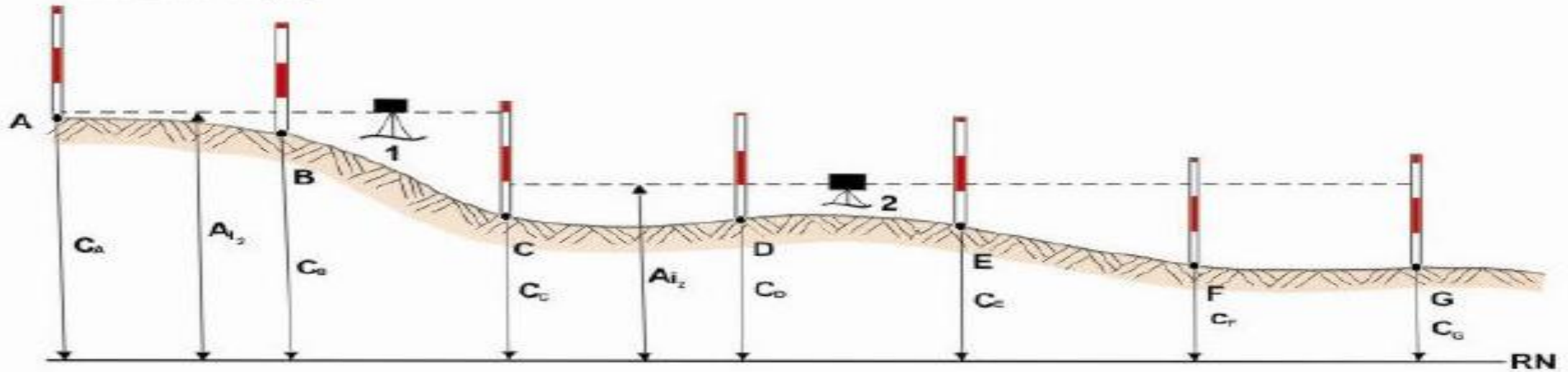


Técnica de Nivelamento Geométrico

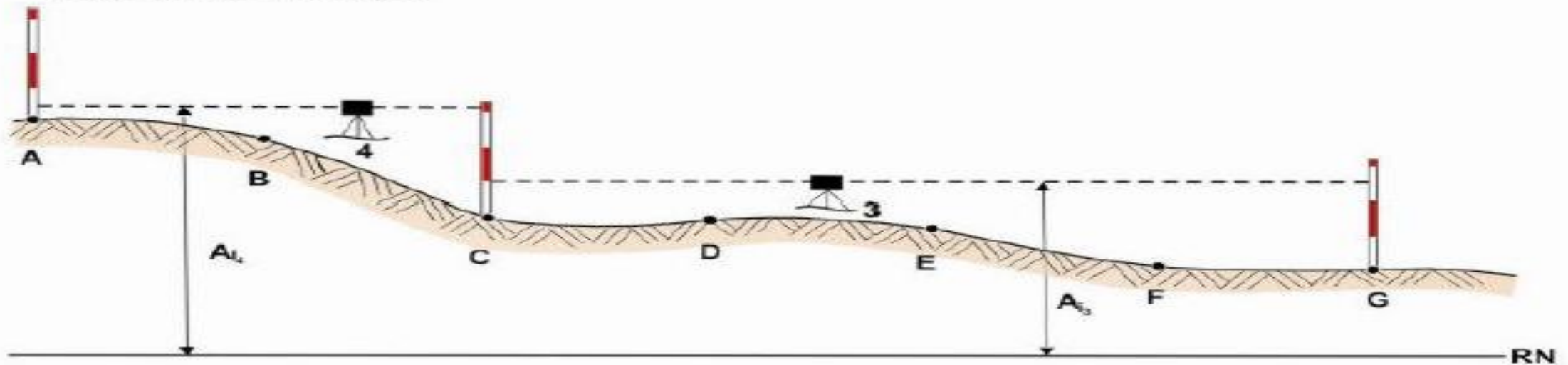


Nivelamento e Contra-nivelamento

NIVELAMENTO



CONTRA-NIVELAMENTO



Exemplo prático

Engenheiro (a, e), realizou-se um nivelamento geométrico com o objetivo de traçar um perfil longitudinal do alinhamento levantado. A caderneta de Campo 01 contém o resultado do nivelamento Classe I-3 (NBR 13133/2021). Pede-se traçar um croquis do perfil levantado, determinar as altitudes ortométricas de todos os pontos, a tolerância altimétrica, o erro, as correções, as altitudes corrigidas. A Altitude ortométrica do ponto A é conhecida → 13000mm.

Estação	Ponto Visado	Leituras (mm)			Altura do Instrumento (mm)	Altitude (mm)
		Ré	Vante			
			intermediária	de Mudança		
1	A	1820				13000
	B		3725			
	C	833		3749		
2	D		2501			
	E		2034			
	F		3686			
	G	3458		3990		
3	H	2867		301		
4	A			930		

Estação	Ponto Visado	Leituras (mm)			Altura do Instrumento (mm)	Altitude (mm)	Correção (mm)	Altitude corrigida (mm)
		Ré	Vante					
			intermediária	de Mudança				
1	A	1820			=13000+1820 14820	13000		
	B		3725		14820	=14820-3725 11095		
	C	833		3749	14820	=14820-3749 11071		
2	D		2501		=11071+833 11904	=11904-2501 9403		
	E		2034		11904	=11904-2034 9870		
	F		3686		11904	=11904-3686 8218		
	G	3458		3990	11904	=11904-3990 7914		
3	H	2867		301	=7914=3458 11372	=11372-301 11071		
4	A			930	=11071+2867 13938	=13938-930 13008		



Resolvendo o Nivelamento Geométrico

Estação	Ponto Visado	Leituras (mm)		Altura do Instrumento (mm)	Altitude (mm)	Correção (mm)	Altitude corrigida (mm)	
		Ré	Vante					
			intermediária					de Mudança
1	A	1820			14820	13000		
	B		3725			11095		
	C	833		3749	11904	11071		
2	D		2501			9403		
	E		2034			9870		
	F		3686			8218		
	G	3458		3990	11372	7914		
3	H	2867		301	13938	11071		
4	A			930		13008		
Σ		8978		8970		8		

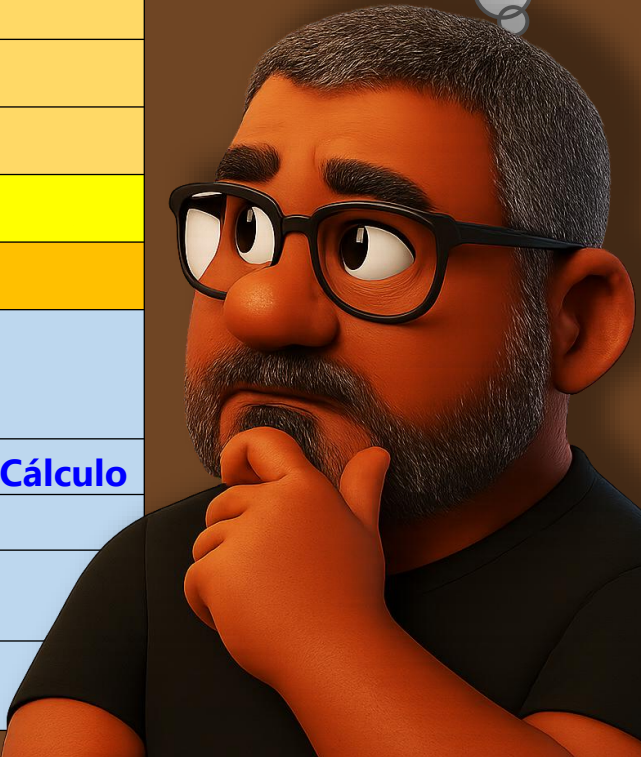
CONDIÇÃO DE FECHAMENTO DO NIVELAMENTO-->8978-8970 = 13008-13000 --> 8=8 -->Nenhum erro de Cálculo

PROVA DE CÁLCULO--> (Σ Visadas ré - Σ Visadas Vante de Mudança) = (Altitude final - Altitude Inicial)

Esta condição é válida para nivelamentos fechados--> Nivelamento e Contranivelamento ou entre duas referências de nível (RN-->RN)

Não importa o valor, positivo ou negativo, mas eles tem de ser iguais

Mas se não houve cálculo erro e as altitude do mesmo ponto são diferentes, o que aconteceu? Pense um Pouco!



Corrigindo o Nivelamento Geométrico

Estação	Ponto Visado	Leituras (mm)			Altura do Instrumento (mm)	Altitude (mm)	correções (mm)	Altitude corrigida (mm)
		Ré	Vante					
			intermediária	de Mudança				
1	A	1820			14820	13000		13000
	B		3725			11095	-2	11093
	C	833		3749	11904	11071	-2	11069
2	D		2501			9403	-4	9399
	E		2034			9870	-4	9866
	F		3686			8218	-4	8214
	G	3458		3990	11372	7914	-4	7910
3	H	2867		301	13938	11071	-6	11065
4	A			930		13008	-8	13000
Σ		8978		8970		8		

CONDIÇÃO DE FECHAMENTO DO NIVELAMENTO-->8978-8970 = 13008-13000 --> 8=8 -->Nenhum erro de Cálculo

PROVA DE CÁLCULO--> (Σ Visadas ré - Σ Visadas Vante de Mudança) = (Altitude final - Altitude Inicial)
Esta condição é válida para nivelamentos fechados--> Nivelamento e Contranivelamento ou entre duas referências de nível (RN-->RN)

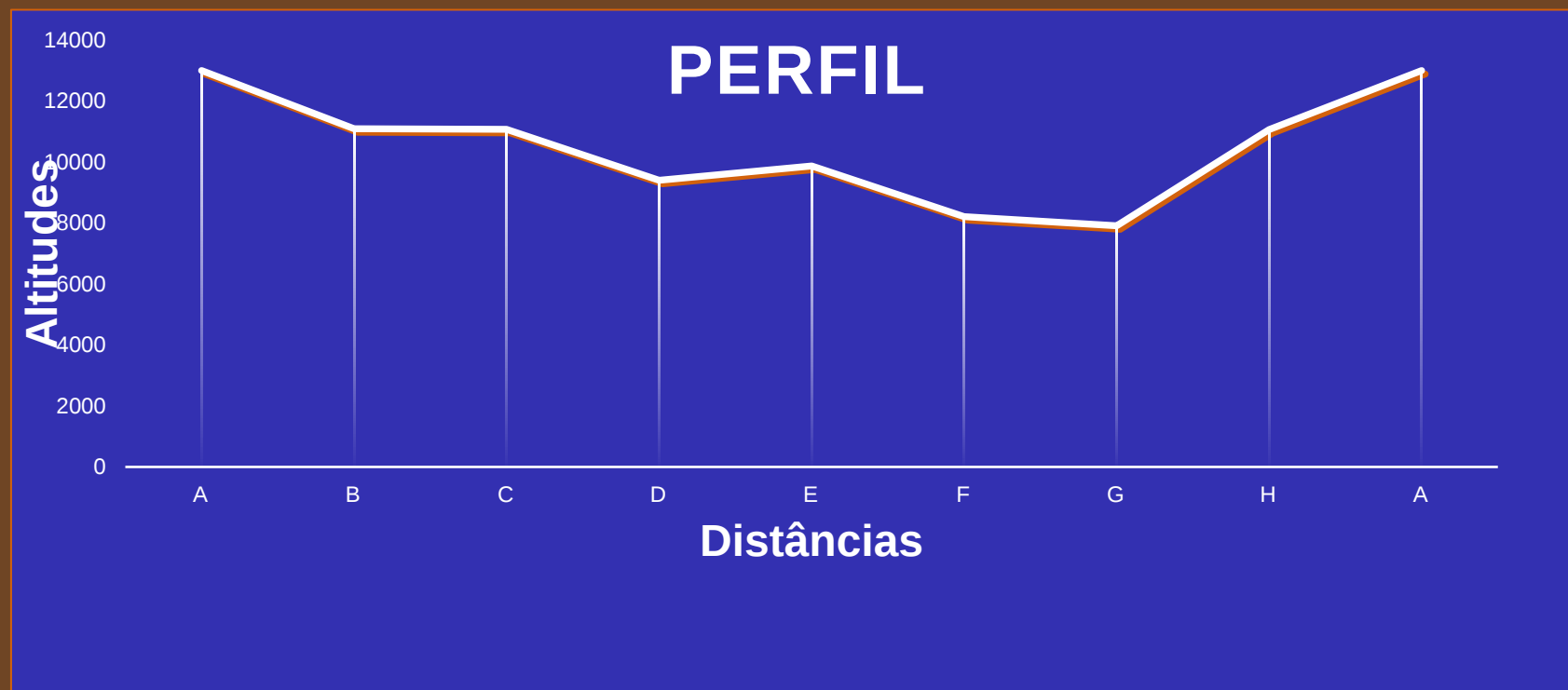
Correção Altimétrica= -(erro alt/nº de estações)

erro alt= 8mm
Nº est= 4
Corr. Alt= -8/4=-2mm

Como o erro é proporcional ao número de estações, isso implica que a mesma correção deve ser somada algebricamente à altura de instrumento de cada estação. Além disso, perceba que as correções tem efeito cumulativo, no final terá sido subtraído o valor do erro.

Traçando o perfil Nivelado

pontos	Altitudes (mm)
A	13000
B	11093
C	11069
D	9399
E	9866
F	8214
G	7910
H	11065
A	13000



Tema 9: Como a Engenharia pode melhorar a vida de todos?

Topografia **Crítica**

A engenharia pode ser uma linguagem de transformação.

Mas...para quem estamos construindo?

Qual mundo tu vais construir com o teu conhecimento?

A quem a engenharia tem servido?

- Grandes obras que ignoram os mais pobres?
- Projetos que expulsam comunidades?
- Soluções que não escutam as pessoas?

E como ela pode servir a todos?

- Com acessibilidade: calçadas, rampas, transporte digno.
- Com inclusão: saneamento, moradia, mobilidade.
- Com respeito ao território e às culturas locais.

Qual mundo tu vais construir com o teu conhecimento?

E a topografia nisso tudo?

- Localiza o que precisa ser preservado, recuperado ou construído.
- É o começo de todo projeto: se errar aqui, tudo erra depois.
- Pode ser ferramenta de justiça: medindo para garantir direitos.

TOPOGRAFIA

Altimetria: **NIVELAMENTO GEOMÉTRICO**

Augusto Uchôa

LABORATÓRIO DE GEOMÁTICA APLICADA
DET/CT/UFC

