

# TOPOGRAFIA

## Também

## é GEO

Com Prof. Augusto  
Uchôa



# Bibliografia

## 9.1. Básica

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994). NBR 13133-Execução de Levantamento Topográfico-procedimento. Rio de Janeiro;

DA SILVA, C.A.U. (2011) Notas de aula Topografia para Engenharia Civil, Apostila digital UFC;

ERBA, D. A. Et. Al (2003). Topografia Para Estudantes de Arquitetura, Engenharia e Geologia.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geociências Disponível em:

[http://www.ibge.gov.br/home/mapa\\_site/mapa\\_site.php#geociencias](http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#geociencias). 01/08/2011

VEIGA, L. A. K et al (2007), Fundamentos de Topografia. Apostila UFPR;

LAG-Laboratório de Geomática Aplicada- Tutorial- A prática topográfica em época de pandemia-2021- UFC

# Normas



ABNT-Associação  
Brasileira de  
Normas Técnicas

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Treze de Maio, 13 - 3º andar  
CEP 20003-910 - Casa Prestal 1500  
Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: FONE (21) 210-3122  
Fax: (21) 250-1762/250-6435  
Endereço Telegráfico:  
NORMATECNICA

Copyright © 1994,  
ABNT-Associação Brasileira  
de Normas Técnicas  
Printed in Brazil  
Impresso no Brasil  
Todos os direitos reservados

MAIO 1994 | NBR 13133

## Execução de levantamento topográfico

Procedimento

Origem: Projeto 02:006.17-001/1993  
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil  
CE-02:006.17 - Comissão de Estudo de Serviços Topográficos  
NBR 13133 - Execution of topographic survey - Procedure  
Descriptor: Topographic survey  
Válida a partir de 30.06.1994  
Incorpora ERRATA nº 1, de DEZ 1996

Palavra-chave: Topografia | 35 páginas

### SUMÁRIO

- 1 Objetivo
  - 2 Documentos complementares
  - 3 Definições
  - 4 Aparelhagem
  - 5 Condições gerais
  - 6 Condições específicas
  - 7 Inspeção
  - 8 Aceitação e rejeição
- ANEXO A - Cadernetas de campo e monografias  
ANEXO B - Convenções topográficas  
ANEXO C - Cálculo do desvio-padrão de uma observação em duas posições da luneta, através da DIN 18723

### 1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para a execução de levantamento topográfico destinado a obter:

- a) conhecimento geral do terreno: relevo, limites, confrontantes, área, localização, amarração e posicionamento;
- b) informações sobre o terreno destinadas a estudos preliminares de projetos;
- c) informações sobre o terreno destinadas a projetos ou projetos básicos;
- d) informações sobre o terreno destinadas a projetos executivos.

1.1.1 As condições exigíveis para a execução de um levantamento topográfico devem compatibilizar medidas

angulares, medidas lineares, medidas de desníveis e as respectivas tolerâncias em função dos erros, selecionando métodos, processos e instrumentos para a obtenção de resultados compatíveis com a destinação do levantamento, assegurando que a propagação de erros não exceda os limites de segurança inerentes a esta destinação.

### 2 Documentos complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

Decreto nº 89.317, de 20/06/84 - Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional, quanto aos padrões de exatidão

Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos - IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resolução PR nº 22, de 21-07-1983, publicada no Boletim de Serviço nº 1602, de 01/08/1983 de Lei nº 243, de 28/02/1967, que determina a competência da Instituição quanto aos levantamentos geodésicos

NBR 5425 - Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação da qualidade - Procedimento

NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento

NBR 5427 - Guia para utilização da NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento

NBR 5428 - Procedimentos estatísticos para determinação da validade de inspeção por atributos feita pelos fornecedores - Procedimento



ABNT-Associação  
Brasileira de  
Normas Técnicas

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Treze de Maio, 13 - 3º andar  
CEP 20003-910 - Casa Prestal 1500  
Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: FONE (21) 210-3122  
Fax: (21) 250-1762/250-6435  
Endereço Telegráfico:  
NORMATECNICA

Copyright © 1998,  
ABNT-Associação Brasileira  
de Normas Técnicas  
Printed in Brazil  
Impresso no Brasil  
Todos os direitos reservados

AGO 1998 | NBR 14166

## Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento

Origem: Projeto 02:133.17-002:1998  
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil  
CE-02:133.17 - Comissão de Estudo de Serviços Topográficos  
NBR 14166 - Cadastral municipal reference web - Procedure  
Descriptors: Topography, Cadastral reference web  
Válida a partir de 30.09.1998

Palavras-chave: Topografia. Rede de Referência Cadastral | 23 páginas

### Sumário

- Prefácio  
Introdução  
1 Objetivo  
2 Referências normativas  
3 Definições  
4 Estrutura e classificação da Rede de Referência Cadastral Municipal  
5 Requisitos gerais  
6 Requisitos específicos  
7 Inspeção  
8 Aceitação e rejeição
- ### ANEXOS
- A Fórmulas de transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas plano-retangulares no Sistema Topográfico Local  
B Fórmula de cálculo da convergência meridiana a partir de coordenadas geodésicas no Sistema Topográfico Local  
C Fórmula de cálculo da convergência meridiana a partir de coordenadas plano-retangulares no Sistema Topográfico Local (aproximada)  
D Modelos de instrumentos legais para oficialização da Rede de Referência Cadastral Municipal

### Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvi-

dos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos CB e ONS, circulam para votação Nacional entre os associados da ABNT e demais interessados.

Esta Norma inclui os anexos A, B e C, de caráter normativo, complementando a seção 3 "Definições" desta Norma, e o anexo D, de caráter informativo.

### Introdução

As condições exigíveis para a implantação de uma Rede de Referência Cadastral fixada por esta Norma compatibilizam os procedimentos no sentido de se estabelecer a infra-estrutura de apoio geodésico e topográfico que proporcione a normalização e sistematização de todos os levantamentos topográficos, quer pelo método direto (clássico), quer pelo método aerofotogramétrico, ou outro que vier a ser criado, executados em qualquer escala e para qualquer finalidade no âmbito municipal, por agentes públicos ou privados, no escopo de sua inclusão em um mesmo sistema, atualizando-o e complementando-o.

Esta rede, portanto, deve apoiar tanto as atividades cadastrais a serem representadas no Plano Topográfico Local, em escala 1:1 000 até 1:1, como os levantamentos destinados à cartografia, inclusive à sistemática, representados em projeção UTM usualmente em escala 1:2 000 ou menores.

# O que é? Como assim?

► Etimologicamente: "topografia" do grego

Τόπος → **topos** → "lugar", "região"

Γράφω → **grafo** → "descrever"

"A ciência aplicada que tem por objetivo **estudar e desenvolver métodos e instrumentos** destinados a **levantar e processar dados do terreno**, a partir dos quais seja possível representar graficamente a realidade física em um documento cartográfico"

# Divisões:

- ▶ “Classicamente a Topografia é dividida em **Topometria e Topologia**. A Topologia tem por objetivo o estudo das formas exteriores do terreno e das leis que regem o seu modelado. ”
- ▶ A **Topometria** estuda os processos clássicos de **medição de distâncias, ângulos e desníveis**, cujo objetivo é a determinação de posições relativas de pontos.
  - ▶ Pode ser dividida em planimetria e altimetria. Tradicionalmente o levantamento topográfico pode ser dividido em três partes:
    - ▶ o **levantamento planimétrico**, onde se procura determinar a posição planimétrica dos pontos (coordenadas X e Y) ;
    - ▶ o **levantamento altimétrico**, onde o objetivo é determinar a cota ou altitude de um ponto (coordenada Z).
    - ▶ A realização simultânea dos dois levantamentos dá origem ao chamado **levantamento planialtimétrico**.

# Divisões

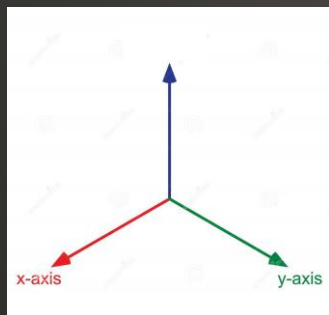
## Topometria



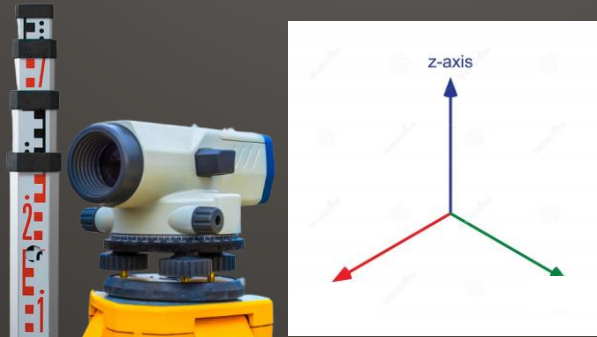
## Topologia



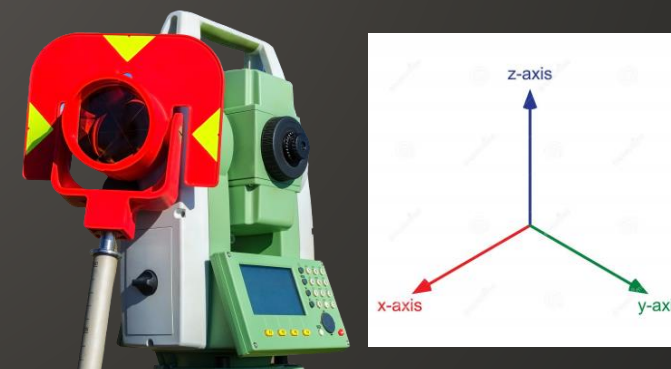
## Planimetria



## Altimetria



## Planialtimetria

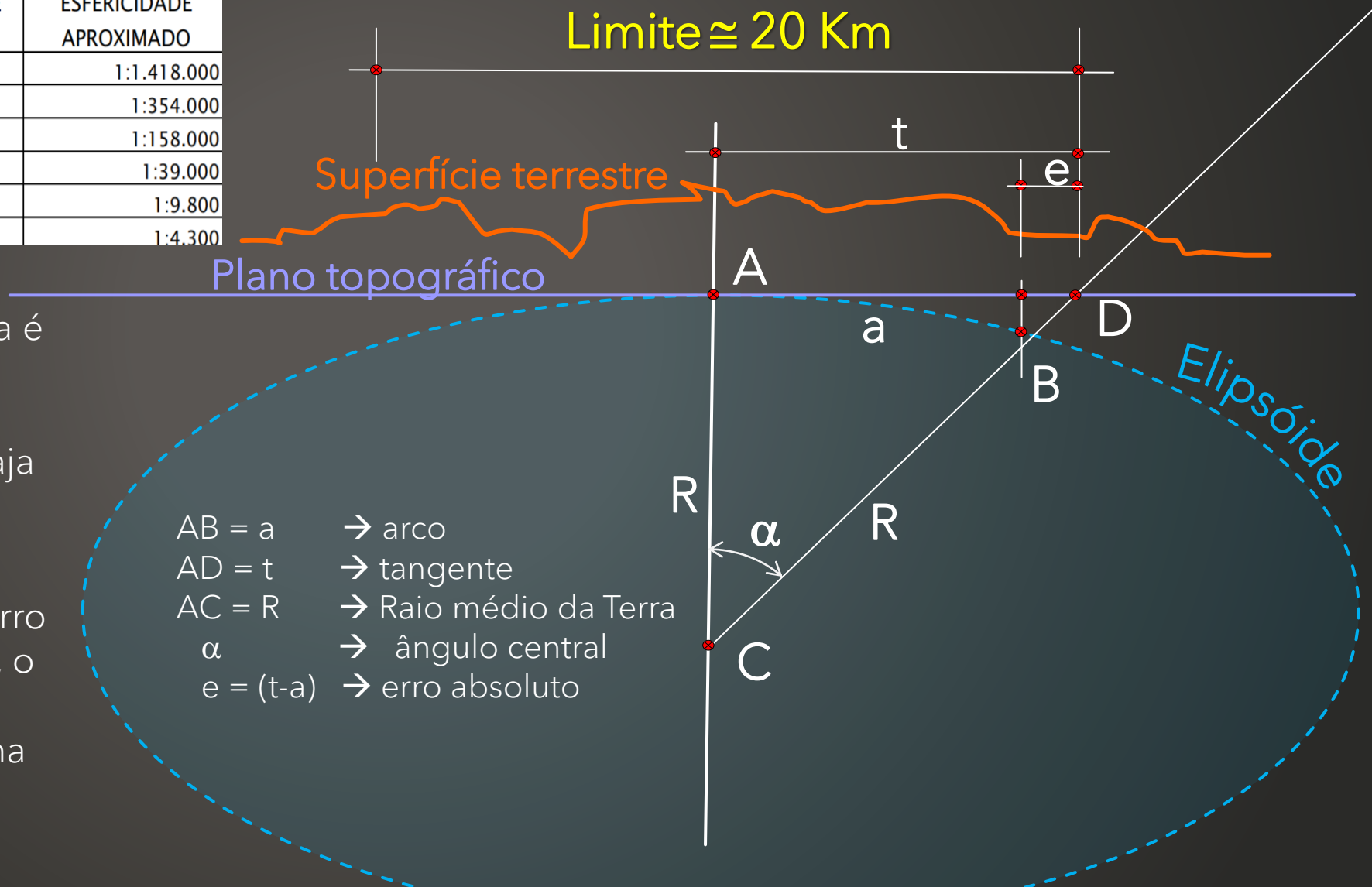


# Limite da Topografia: Que lugar é esse?

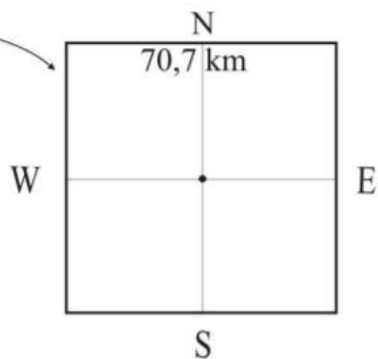
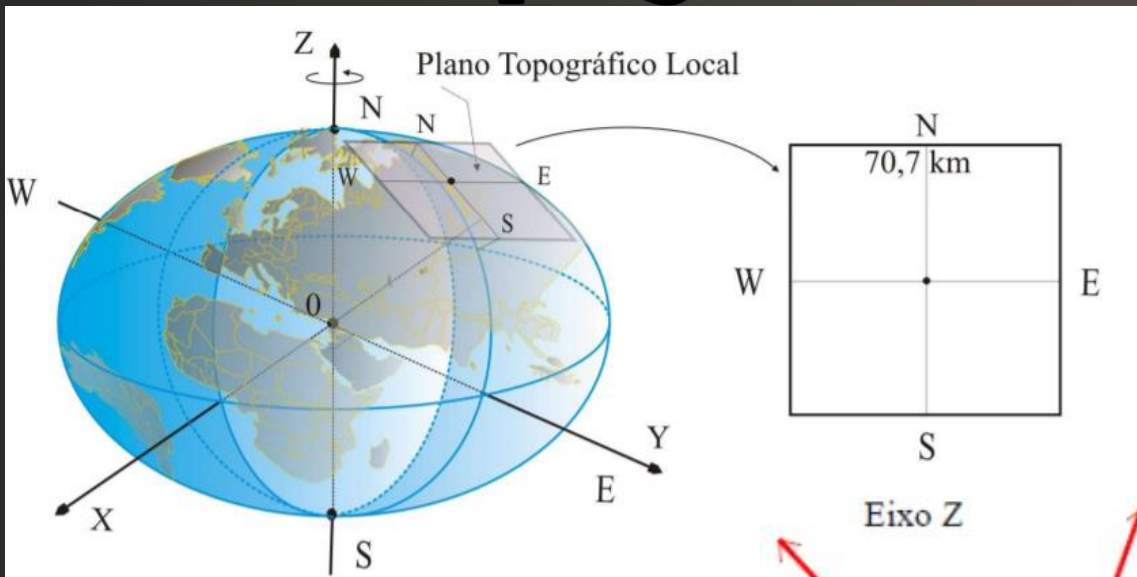
VALORES DE $\alpha$	TANGENTE $t$ (m)	ARCO $a$ (m)	ERRO ABSOLUTO DE ESFERICIDADE (m)	ERRO RELATIVO DE ESFERICIDADE APROXIMADO
5'	9.266,250	9.266,244	0,006	1:1.418.000
10'	18.532,540	18.532,488	0,052	1:354.000
15'	27.798,908	27.798,732	0,176	1:158.000
30'	55.598,875	55.597,463	1,412	1:39.000
1°	111.206,219	111.194,927	11,292	1:9.800
1,5°	166.830,506	166.792,390	38,116	1:4.300

O limite de atuação da Topografia é aquele no qual seja possível desprezar o erro causado pela esfericidade da Terra, sem que haja prejuízo de precisão do levantamento realizado.

Assim, para um arco  $a=10\text{km}$ , o erro de esfericidade  $e=0,006\text{m}$  (6mm), o que representa um erro relativo  $=0,000001 \rightarrow$  desprezível na Topografia

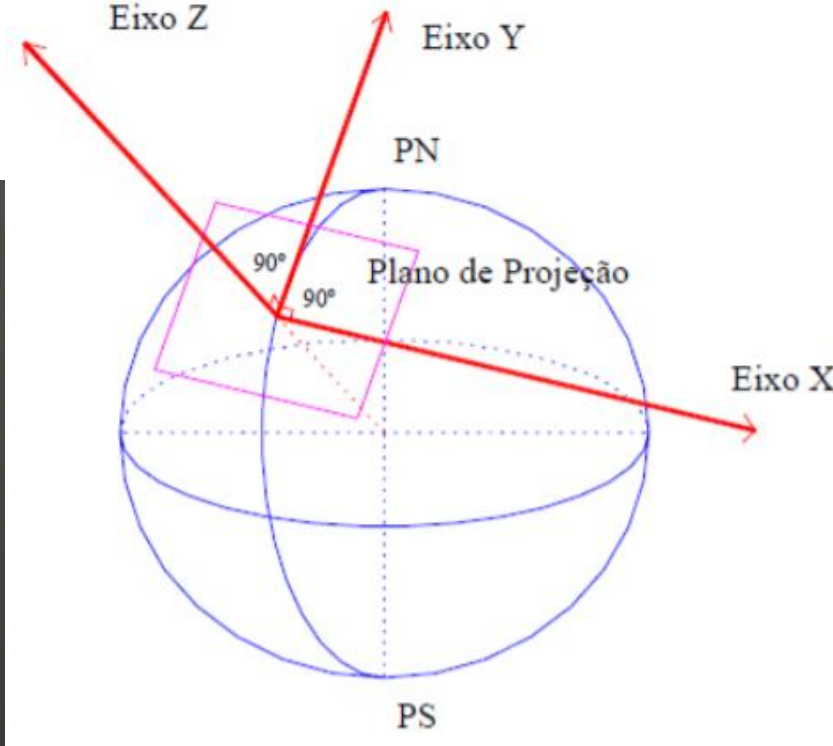


# Plano Topográfico Local & Plano Topográfico



Eixo Z

Eixo Y



O plano topográfico é um plano horizontal, finito, tangente à superfície terrestre e de dimensões limitadas ao campo topográfico.

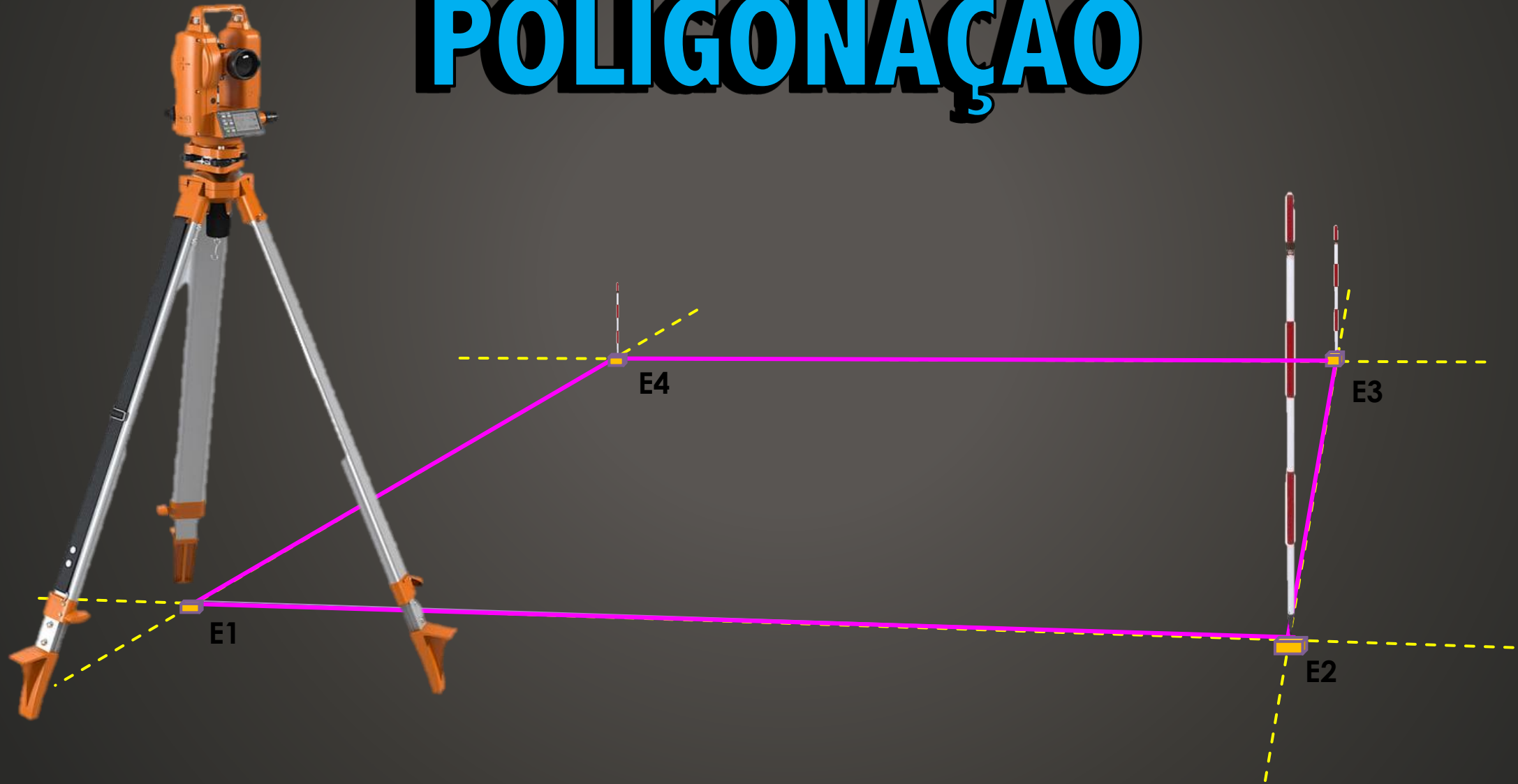
O plano topográfico é aleatório, não possuindo posição geoespacial definida, o plano topográfico local é georreferenciado, de certa maneira que é possível calcular-se a área sem que a mesma tenha distorções ao mesmo tempo que os dados podem ser georreferenciados.

Esta característica torna o mesmo perfeito para ser utilizado em obras de engenharia. Tanto que o Georreferenciamento de imóveis Rurais adotou o Plano topográfico local como superfície oficial para o cálculo de áreas.



# Levantamento Topográfico Planimétrico

## POLIGONAÇÃO



# Levantamento Topográfico Planimétrico

**Poligonal** → uma série de alinhamentos consecutivos, dos quais a extensão e a direção são medidas no campo. A partir dos vértices da poligonal são levantados os pontos de detalhes necessários para a completa descrição da área;

## Classificação das Poligonais:

- Poligonais Abertas
- Poligonais Apoiadas
- Poligonais Fechadas

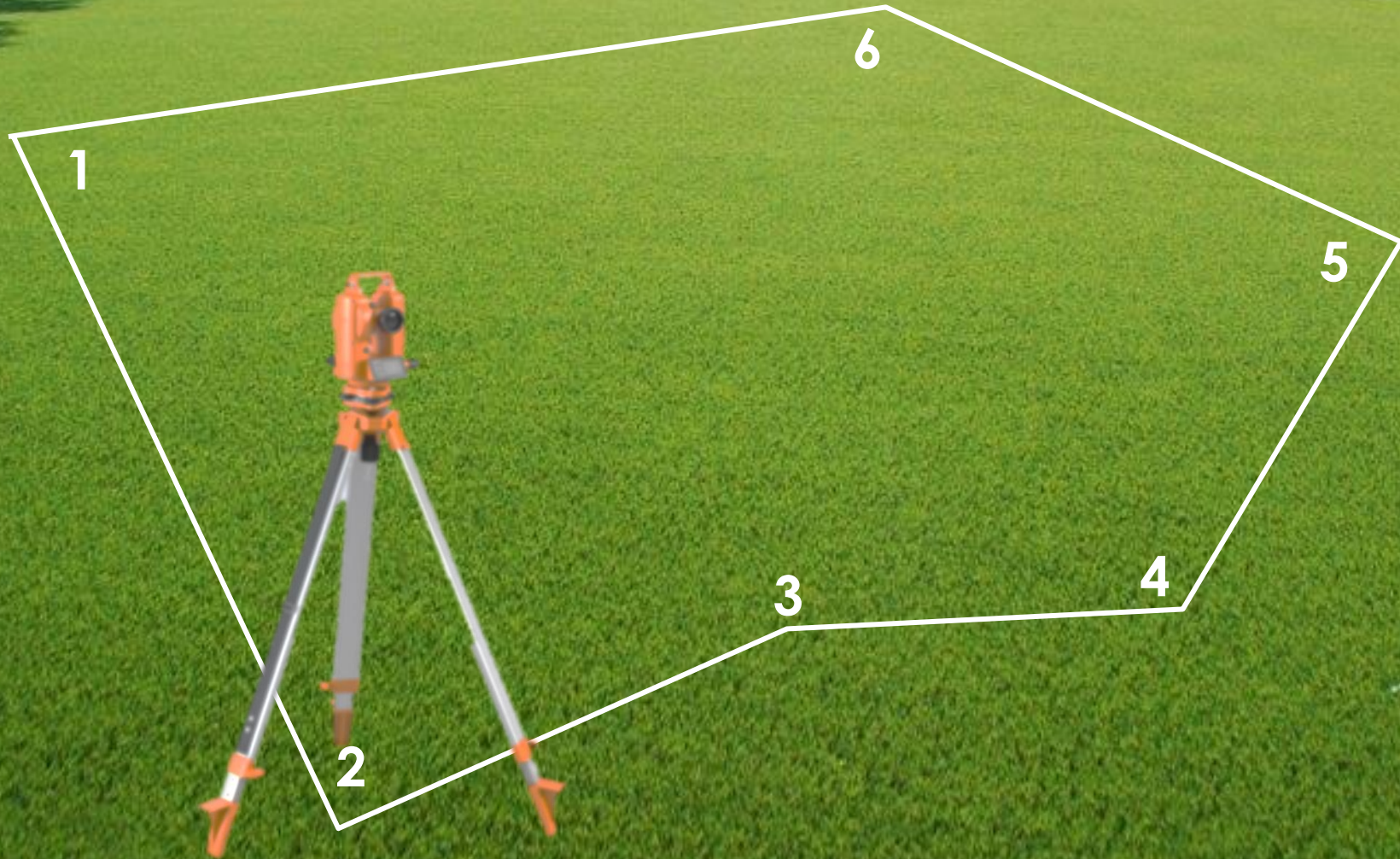
# Poligonal Aberta



# Poligonal Apoiada



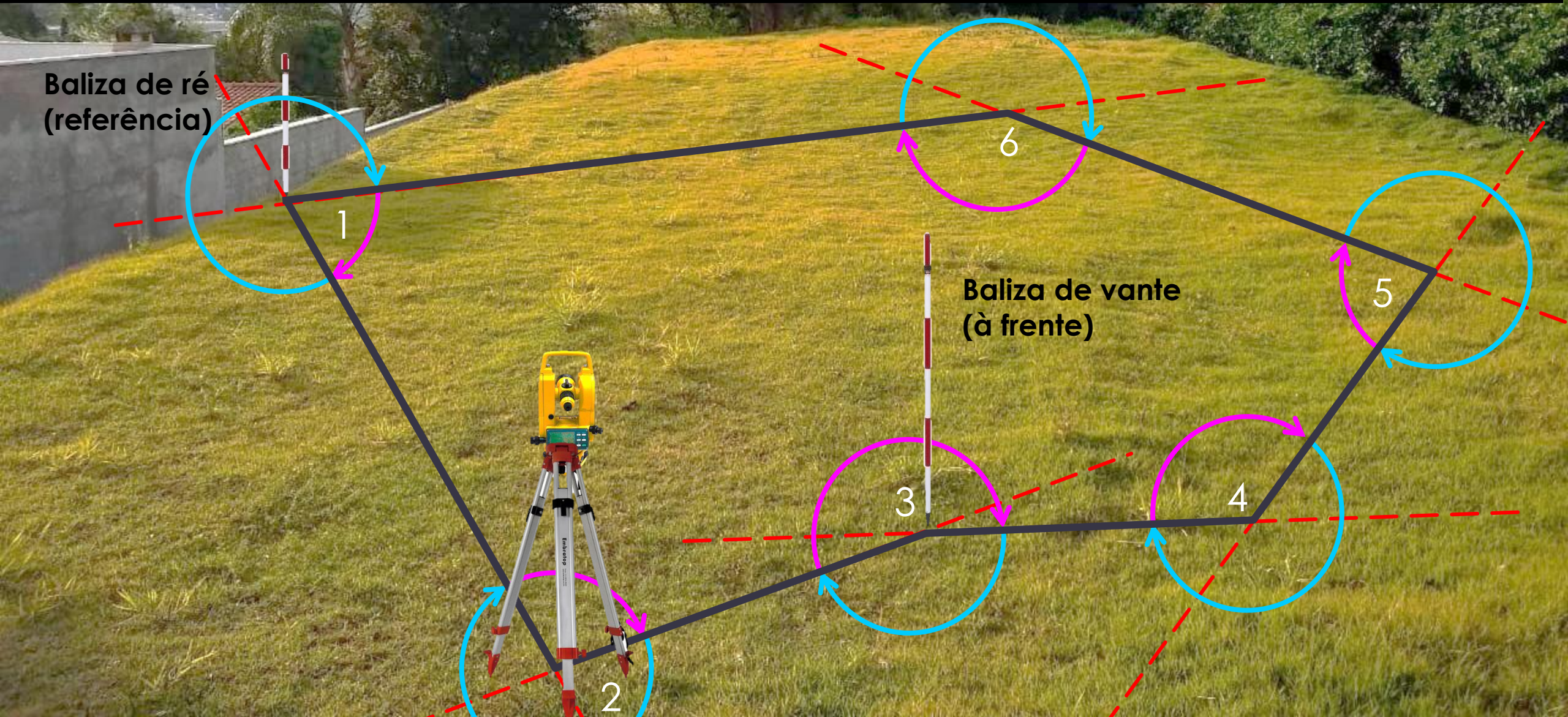
# Poligonal Fechada



# Método de Caminhamento por Ângulos horários

- Caminhamento horário (1-6-5-4-3-2-1)
- Caminhamento anti-horário (1-2-3-4-5-6-1)

Ângulos SEMPRE horários, independente do sentido de caminhamento



# Caminhamento por Ângulos de Deflexão ( $\Delta$ )

Caminhamento horário (1-6-5-4-3-2-1)

Caminhamento anti-horário (1-2-3-4-5-6-1)



Deflexões podem ser à direita ou à esquerda do operador, respectivamente, nos sentidos horário ou anti-horário

# E o “malditos” erros?



Bem, numa poligonal, medem-se ângulos e distâncias, assim, cometem-se tanto erros angulares quanto lineares, motivo pelo qual há de encontrar formas de mensurar e corrigir esses erros se forem admissíveis (toleráveis pela norma), se forem inadmissíveis (excessivos), a poligonal deve ser refeita.

- Nota: O uso do método de Bessel, reduz consideravelmente retorno ao campo, uma vez que existem medidas superabundantes que podem apontar possíveis discrepâncias nas medidas e ainda restarem medições que possam ser usadas para encontrar o valor mais provável das grandezas medidas(ângulos e distâncias)

# Euclides pode ajudar!

Na prática, as condições de fechamento quase sempre não são atendidas, existindo uma pequena diferença chamada de erro de fechamento angular e linear. Tolerância → NBR 13133



$$\sum ai = (n - 2).180^\circ$$

$$\sum ae = (n + 2).180^\circ$$

$$\sum ah = Az_{fin} - Az_{ini}$$

$$\sum d = \pm 360^\circ$$

Poligonais  
Fechadas

Poligonais  
Apoiadas

Erro de fechamento  
angular



# Erro de fechamento Linear para poligonais

$\Delta x \rightarrow$  distância \* sen Azimute  
 $\Delta y \rightarrow$  distância \* cos Azimute

$$\xi L = \sqrt{\xi X^2 + \xi Y^2}$$

$$\text{Pr} = \frac{\xi L}{P}$$

Onde : Pr é a precisão relativa e P é o comprimento total da poligonal

$$\sum_{i=1}^n \Delta X_i = 0$$

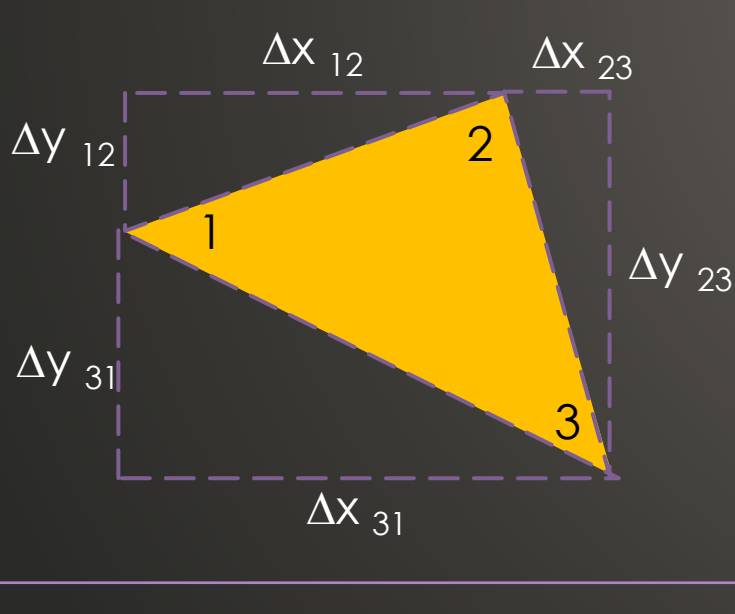
$$\sum_{i=1}^n \Delta Y_i = 0$$

Poligonais  
Fechadas

$$\sum_{i=1}^n \Delta X_i = X_{fin} - X_{ini}$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta Y_i = Y_{fin} - Y_{ini}$$

Poligonais  
Apoiadas



# A primeira poligonal da vida, a gente não esquece!

## CONTEXTO:

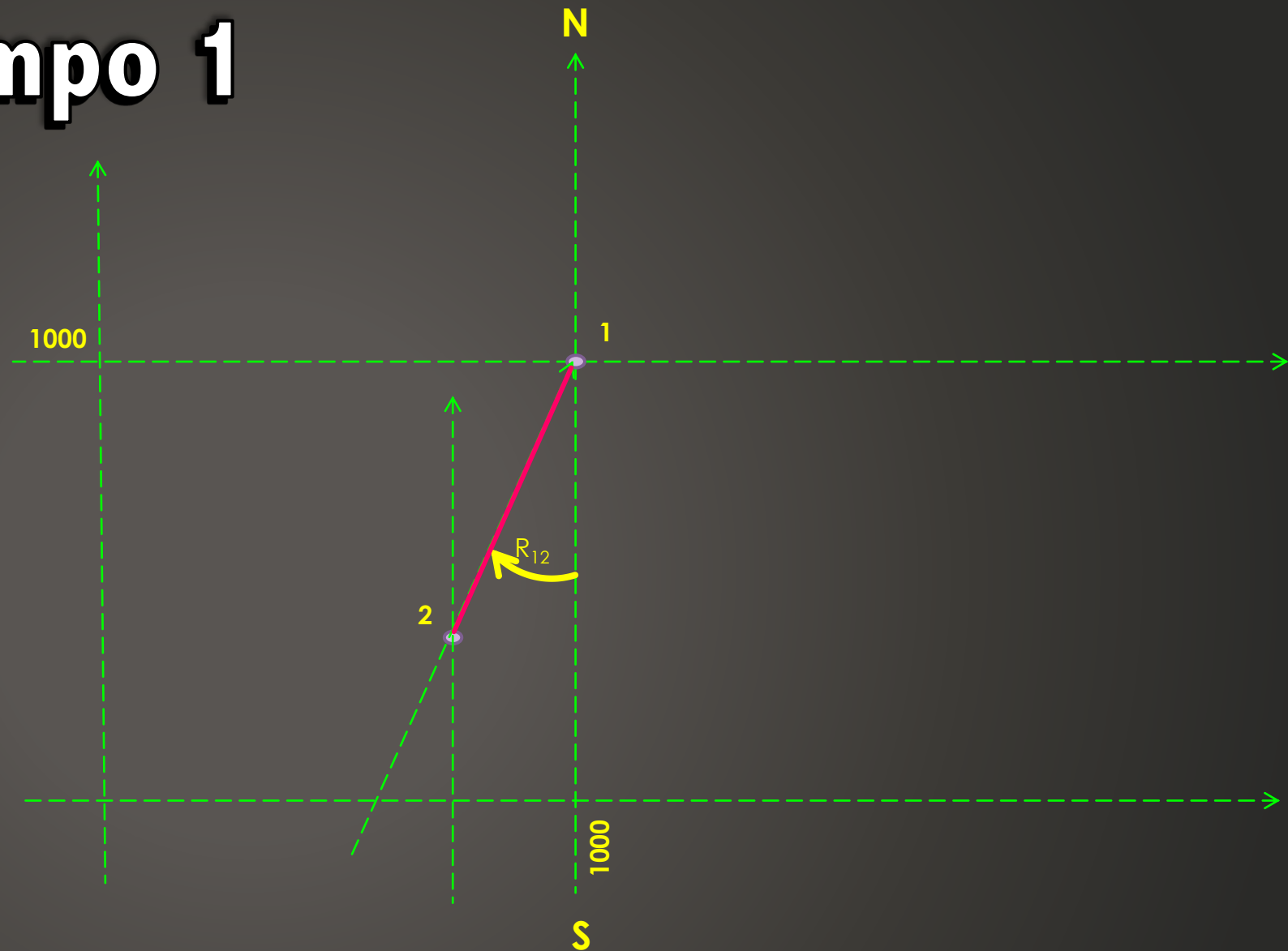
Suponha que você e sua equipe de campo tenham realizado um Levantamento Topográfico Planimétrico de uma poligonal com 5 vértices, usando o método de caminhamento por ângulos horários, o resultado deste levantamento encontra-se disponível na Caderneta de campo 1. Sabe-se, à priori, que o rumo do alinhamento  $R_{12} = 31^\circ 58' 50''$  SW. E que as coordenadas  $X_1=1000\text{m}$   $Y_1=1000\text{m}$  (no plano topográfico qualquer). Afim de desenvolver o projeto de uma edificação no lote levantado, pede-se determinar:



- a) um croquis do levantamento;
- b) o erro angular e a tolerância angular;
- c) caso o erro angular  $\leq$  tolerância angular, deve-se corrigir angularmente a poligonal;
- d) Os Azimutes dos alinhamentos;
- e) o erro linear, a tolerância linear e a precisão relativa da poligonal;
- f) caso o erro linear  $\leq$  tolerância linear, deve-se corrigir linearmente a poligonal;
- g) as coordenadas finais ajustadas dos vértices 2,3,4 e 5;
- h) a área da poligonal em hectares

# Caderneta de Campo 1

Vértice	Ponto Visado	Ângulo horário médio (°',")	Distância horizontal Média (m)
1	5 (ré)	112° 00' 15"	147,048
	2 (vante)		
2	1	75° 24' 35"	110,404
	3		
3	2	202° 05' 05"	72,373
	4		
4	3	56° 50' 10"	186,593
	5		
5	4	93° 40' 20"	105,441
	1		



a) um croquis do levantamento;

**Nota: Croqui** é um esboço feito à mão sem a exigência de traços precisos.

O que já se sabe?

$$R_{12} = 31^{\circ} 58' 50'' \text{ SW}$$

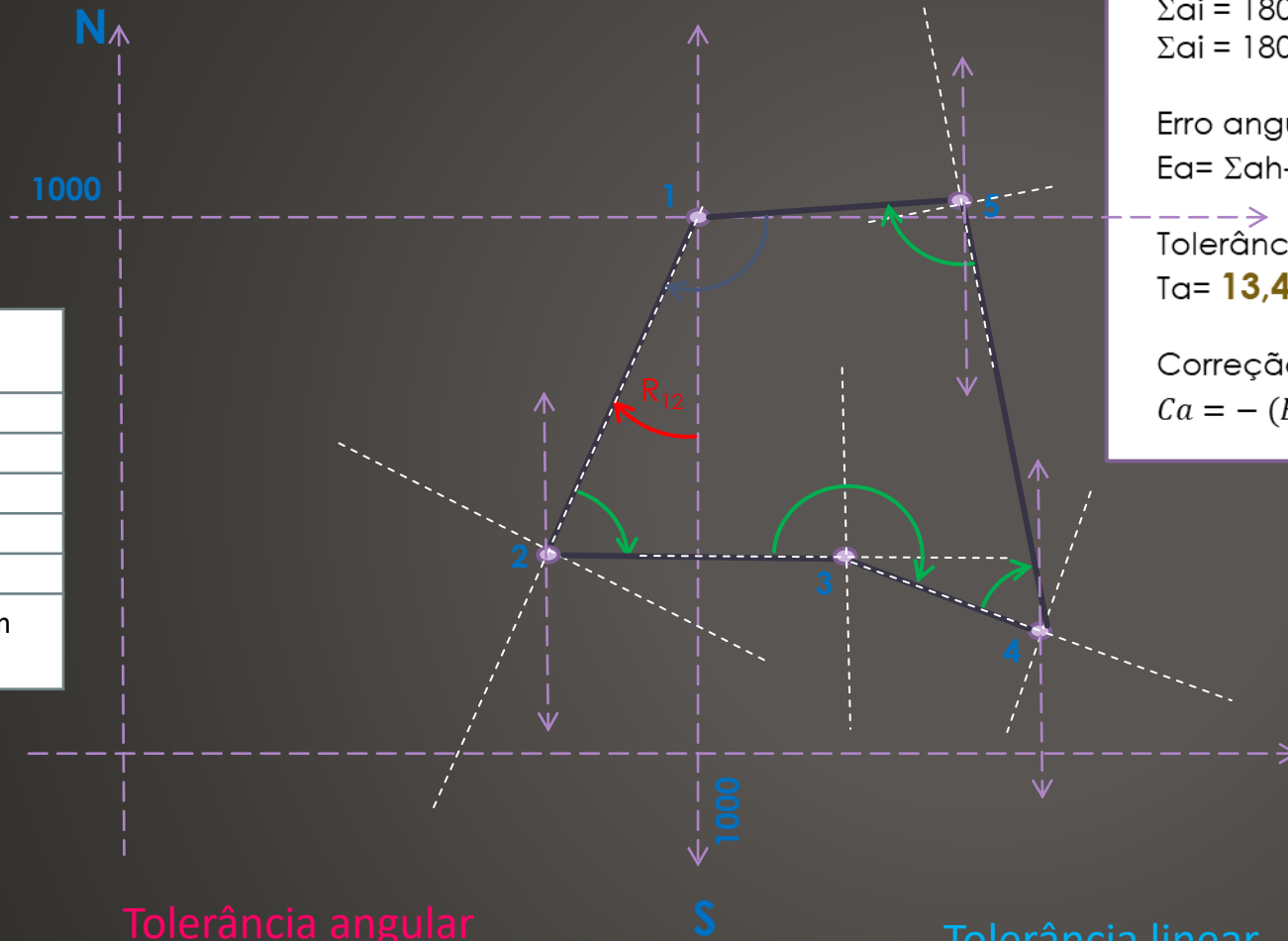
$$X_1 = 1000\text{m} \quad Y_1 = 1000\text{m}$$

e o que não sei?

- Que tipo de poligonal é? Aberta, apoiada ou fechada?
- Qual método de levantamento foi usado? Ângulos horários ou deflexões?
- 1 há equivale a quantos m<sup>2</sup>?

- Que tipo de poligonal é? Aberta, apoiada ou fechada?
- Qual método de levantamento foi usado? Ângulos horários ou deflexões?

Distância horizontal Média (m)
147,048
110,404
72,373
186,593
105,441
$\Sigma d = L = 621,828 \text{ m}$



Condição de fechamento angular:  
 $\Sigma a_i = 180^\circ \cdot (n-2)$   
 $\Sigma a_i = 180^\circ \cdot (5-2) \rightarrow 540^\circ 00' 00''$

Erro angular?  
 $E_a = \Sigma a_h - \Sigma a_i \rightarrow 25''$

Tolerância angular NBR13133?  
 $T_a = 13,4''$

Correção Angular  
 $C_a = - (E_a/n) \rightarrow C_a = - (25/5) = -5''$

Ângulo horário médio (")	Correção Angular
112° 00' 15"	-5
75° 24' 35"	-5
202° 05' 05"	-5
56° 50' 10"	-5
93° 40' 20"	-5
$\Sigma a_h = 540^\circ 00' 25''$	-25

Tolerância angular

Tolerância linear

$$T_a \leq a + b\sqrt{N}$$

$$T_p \leq c + d\sqrt{L(Km)}$$

$$T_a \leq 0 + 6\sqrt{5} \cong 13,4''$$

$$T_p \leq 0 + 0,10\sqrt{0,621828} \cong 0,08m$$

# Tolerâncias para o fechamento de poligonais

O estabelecimento das tolerâncias para o fechamento de poligonais pela NBR 13133 leva em consideração o tipo de poligonal e são classificadas em três tipos:

- ▶ **Tipo 1 - Poligonais apoiadas e fechadas numa só direção e num só ponto;**
- ▶ Tipo 2 - Poligonais apoiadas e fechadas em direções e pontos distintos com desenvolvimento curvo;
- ▶ Tipo 3 - Poligonais apoiadas e fechadas em direções e pontos distintos com desenvolvimento retilíneo.



Para poligonais fechadas (tipo 1)  $\rightarrow a=0$ .

$b$  = coeficiente que expressa a tolerância para o erro de medição do ângulo poligonal.

$c$  = erro médio de posição dos pontos de apoio multiplicado por . Este valor fornece o erro de posição propagado pelos dois pontos de apoio da poligonal. Para poligonais fechadas (tipo 1)  $\rightarrow c=0$ .

$d$  = coeficiente que expressa a tolerância para o erro de fechamento linear em m/km de desenvolvimento da poligonal, somente aplicável às poligonais dos tipos 1 e 2.

$$T_a \leq a + b\sqrt{N}$$

Tolerância angular

$$T_p \leq c + d\sqrt{L(Km)}$$

Tolerância linear

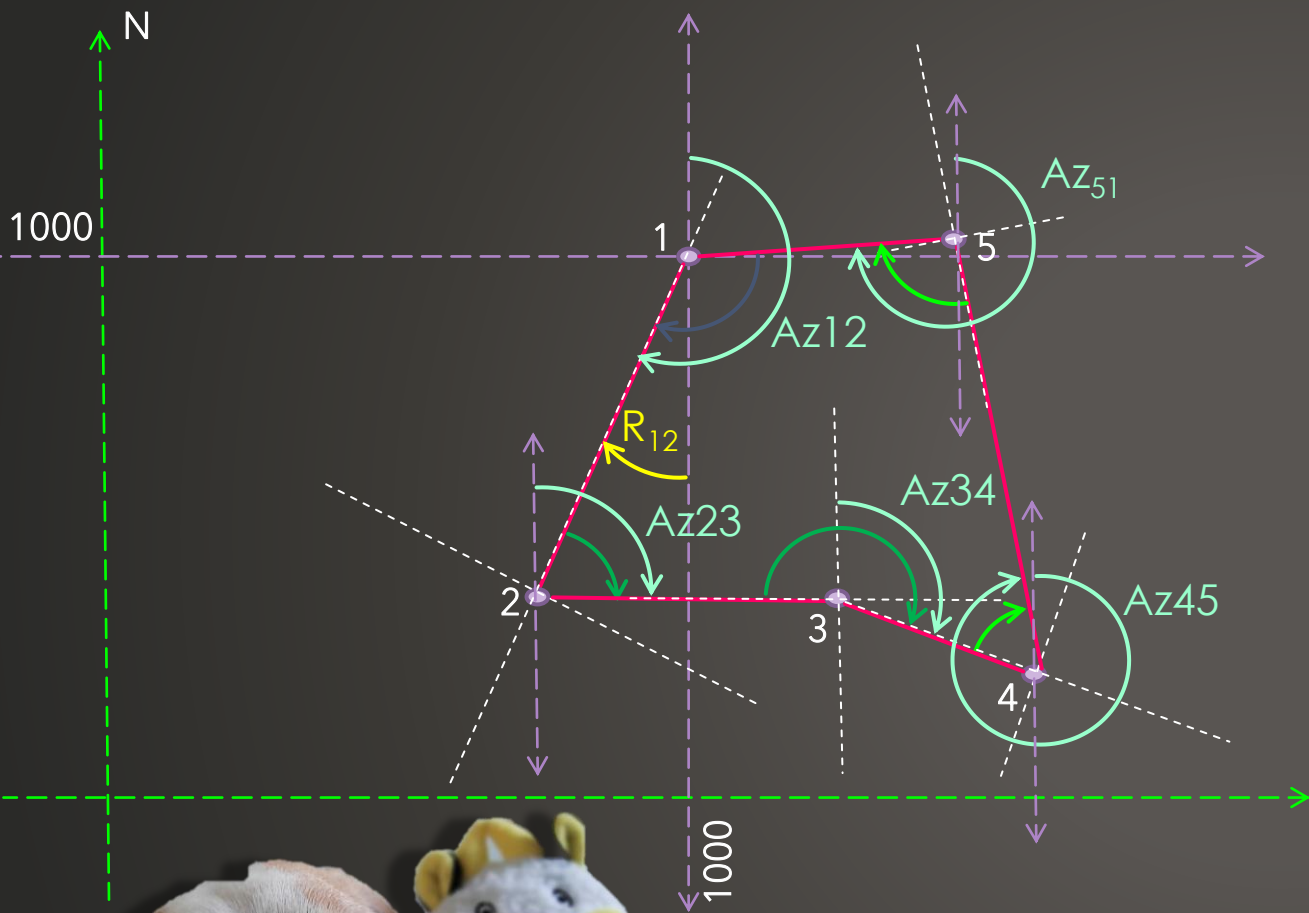
Classe da Poligonal	$b$ (segundos)	$d$ (metros)
I P	6"	0,10
II P	15"	0,30
III P	20"	0,42
IV P	40"	0,56

# ÂNGULOS CORRIGIDOS

Vértice	Ponto visado	Ângulo horário médio ° ' "		Ângulo corrigido
1	5 (ré)			112° 00' 10"
	2 (vante)	112° 00' 15"	-5	
2	1			75° 24' 30"
	3	75° 24' 35"	-5	
3	2			202° 05' 00"
	4	202° 05' 05"	-5	
4	3			56° 50' 05"
	5	56° 50' 10"	-5	
5	4			93° 40' 15"
	1	93° 40' 20"	-5	
$\Sigma$		$\Sigma ah = 540^\circ 00' 25''$	-25	540° 00' 00"



# Transporte de Azimutes



Vértice	Ponto visado	Ângulo horário médio ° ' "	CA	Ângulo corrigido	Azimutes
1	5 (ré)			112° 00' 10"	
	2 (vante)	112° 00' 15"	-5		
2	1			75° 24' 30"	
	3	75° 24' 35"	-5		
3	2			202° 05' 00"	
	4	202° 05' 05"	-5		
4	3			56° 50' 05"	
	5	56° 50' 10"	-5		
5	4			93° 40' 15"	
	1	93° 40' 20"	-5		
Σ		Σah = 540° 00' 25"	-25	540° 00' 00"	

$$R_{12} = 31^{\circ} 58' 50'' \text{ SW} \rightarrow Az_{12} = R_{12} + 180^{\circ} \rightarrow 211^{\circ} 58' 50''$$

$$Az_{23} = Az_{12} + Ah_3 \pm 180^{\circ} \rightarrow 107^{\circ} 23' 20''$$

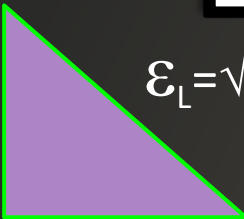
$$Az_{34} = Az_{23} + Ah_4 \pm 180^{\circ} \rightarrow 129^{\circ} 28' 20''$$

$$Az_{45} = Az_{34} + Ah_5 \pm 180^{\circ} \rightarrow 06^{\circ} 18' 25''$$

$$Az_{51} = Az_{45} + Ah_1 \pm 180^{\circ} \rightarrow 279^{\circ} 58' 40''$$

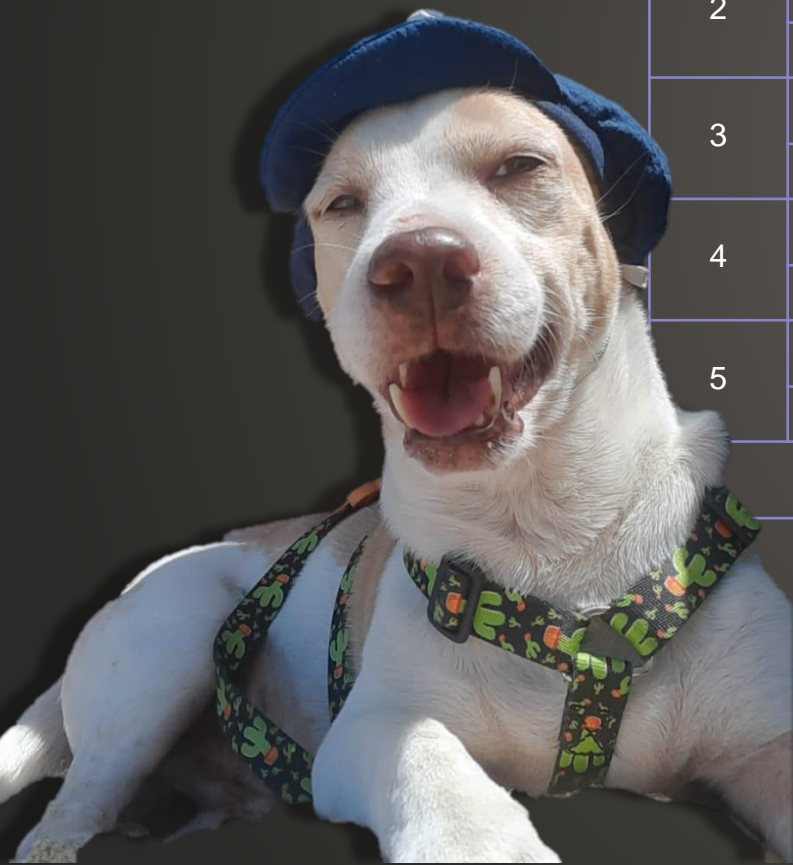


# Erro Linear / Precisão relativa



$$\varepsilon_L = \sqrt{(\varepsilon_x)^2 + (\varepsilon_y)^2}$$

$$\varepsilon_L = \sqrt{(-0,021)^2 + (-0,016)^2} \rightarrow 0,026\text{m}$$



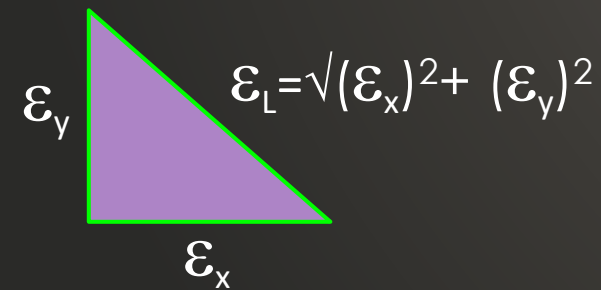
Vértice	Ponto visado	Ângulo horário médio " ' "	Ca	Ângulo corrigido	Distância horizontal média	Azimutes	Projeções	
							$\Delta x$	$\Delta y$
1	5 (ré)			112° 00' 10"	147,048	211° 58' 50"	-77,887	-124,739
	2 (vante)	112° 00' 15"	-5					
2	1			75° 24' 30"	110,404	107° 23' 20"	105,358	-32,995
	3	75° 24' 35"	-5					
3	2			202° 05' 00"	72,373	129° 28' 20"	55,866	-46,007
	4	202° 05' 05"	-5					
4	3			56° 50' 05"	186,593	06° 18' 25"	20,497	185,454
	5	56° 50' 10"	-5					
5	4			93° 40' 15"	105,441	279° 58' 40"	103,856	18,271
	1	93° 40' 20"	-5					
$\Sigma$		540° 00' 25"	-25	540° 00' 00"	621,828		$\varepsilon_x = -0,021$	$\varepsilon_y = -0,016$

$P_R = 0,026 / 621,828 \rightarrow 1 : 23.685 \rightarrow 1 / 24.000$  ou  
ainda 1m a cada 24km



# Erro Linear / Precisão relativa

Vértice	Ponto visado	Ângulo horário médio " ' "	Ca	Ângulo corrigido	Distância horizontal média	Azimutes	Projeções		Correções		Projeções corrigidas	
							$\Delta_x$	$\Delta_y$	$C_x$	$C_y$	$\Delta_{xc}$	$\Delta_{yc}$
1	5 (ré)			112° 00' 10"	147,048	211° 58' 50"	-77,887	-124,739	0,005	0,004	-77,882	-124,735
	2 (vante)	112° 00' 15"	-5									
2	1			75° 24' 30"	110,404	107° 23' 20"	105,358	-32,995	0,004	0,003	105,362	-32,992
	3	75° 24' 35"	-5									
3	2			202° 05' 00"	72,373	129° 28' 20"	55,866	-46,007	0,0025	0,002	55,869	-46,005
	4	202° 05' 05"	-5									
4	3			56° 50' 05"	186,593	06° 18' 25"	20,497	185,454	0,006	0,005	20,503	185,459
	5	56° 50' 10"	-5									
5	4			93° 40' 15"	105,441	279° 58' 40"	103,856	18,271	0,0035	0,002	-103,852	18,273
	1	93° 40' 20"	-5									
$\Sigma$		540° 00' 25"	-25	540° 00' 00"	P=621,828		$\epsilon_x=-0,021$	$\epsilon_y=-0,016$	0,021	0,016	0,000	0,000



$$\epsilon_L = \sqrt{(-0,021)^2 + (-0,016)^2} \rightarrow 0,026\text{m}$$

$P_R = 0,026/621,828 \rightarrow 1: 23.685 \rightarrow 1/24.000$  ou ainda 1m a cada 24km

$$C_x = - (\epsilon_x) \cdot d/P$$

$$C_y = - (\epsilon_y) \cdot d/P$$



# Coordenadas Finais ajustadas

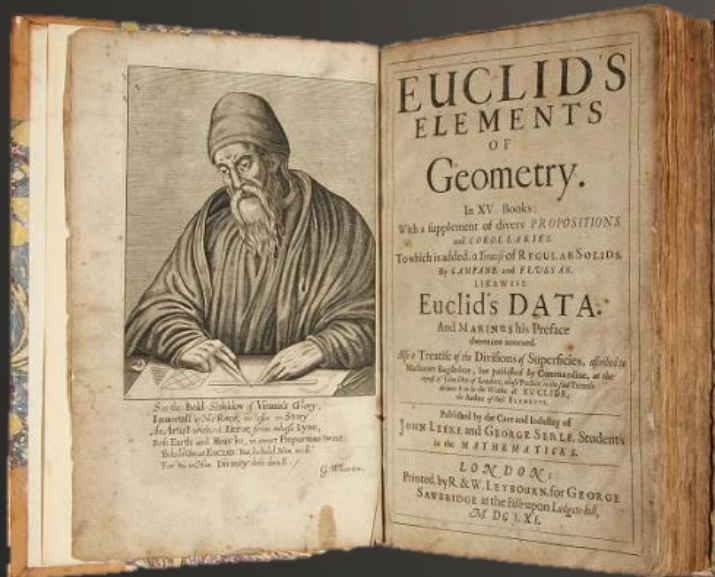
Vértice	Ponto visado	Ângulo horário médio ° ' "	Ca	Ângulo corrigido	Distância horizontal média	Azimutes	Projeções		Correções		Projeções corrigidas		Coordenadas Finais	
							$\Delta_x$	$\Delta_y$	$C_x$	$C_y$	$\Delta_{xc}$	$\Delta_{yc}$	X	Y
1	5 (ré)			112° 00' 10"	147,048	211° 58' 50"	-77,887	-124,739	0,005	0,004	-77,882	-124,735	1000	1000
	2 (vante)	112° 00' 15"	-5											
2	1			75° 24' 30"	110,404	107° 23' 20"	105,358	-32,995	0,004	0,003	105,362	-32,992	922,118	875,265
	3	75° 24' 35"	-5											
3	2			202° 05' 00"	72,373	129° 28' 20"	55,866	-46,007	0,0025	0,002	55,869	-46,005	1017,480	842,273
	4	202° 05' 05"	-5											
4	3			56° 50' 05"	186,593	06° 18' 25"	20,497	185,454	0,006	0,005	20,503	185,459	1083,349	796,268
	5	56° 50' 10"	-5											
5	4			93° 40' 15"	105,441	279° 58' 40"	103,856	18,271	0,0035	0,002	-103,852	18,273	1103,852	981,727
	1	93° 40' 20"	-5											
$\Sigma$		540° 00' 25"	-25	540° 00' 00"	P=621,828		$\epsilon_x=-0,021$	$\epsilon_y=-0,016$	0,021	0,016	0,000	0,000	1000	1000



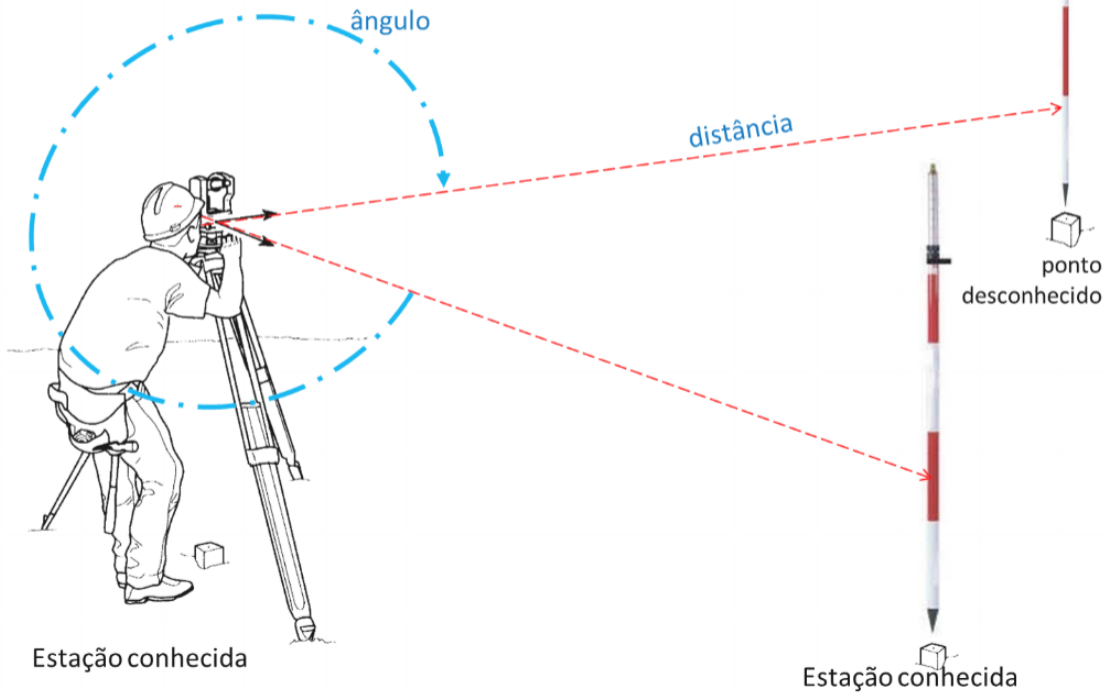
# Levantamento Topográfico

## Planimétrico

## DETALHES



# Irradiação



Quais grandezas se mede?

1 ângulo

1 distância

Estaciona onde?

Qualquer ponto da poligonal de apoio, desde que possua coordenadas conhecidas

O que eu quero?

As coordenadas  $X_2, Y_2$  desconhecidas

Onde estacionei?

No ponto 1 ou no ponto 3 de coordenadas conhecidas:  $X_1, Y_1, X_3, Y_3$

Quais grandezas eu medi em campo? E o que eu já conheço?

Ângulo horário  $Ah_{12} \rightarrow \alpha_1 = 360^\circ - Ah_{12}$

distância  $d_{12}$

$(X_1, Y_1); (X_3, Y_3) \rightarrow Az_{13}; Az_{31}; d_{13}$

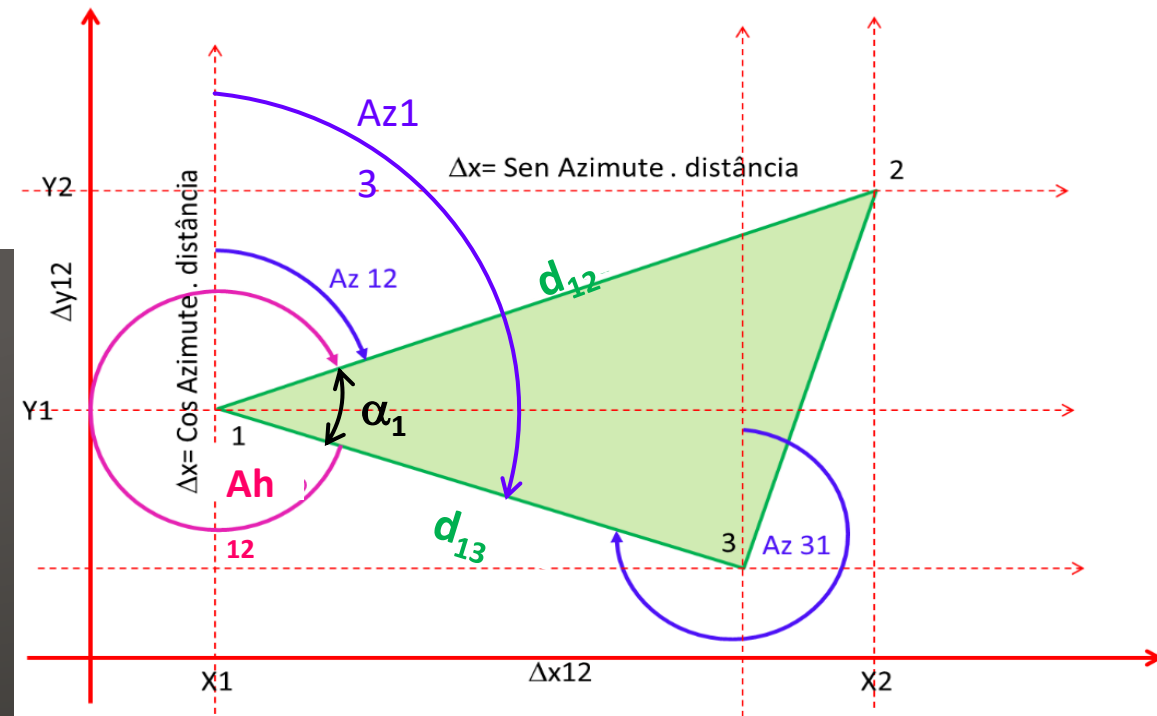
Preciso calcular o que?

Azimuth  $Az_{12} \rightarrow Az_{13} - \alpha_1$

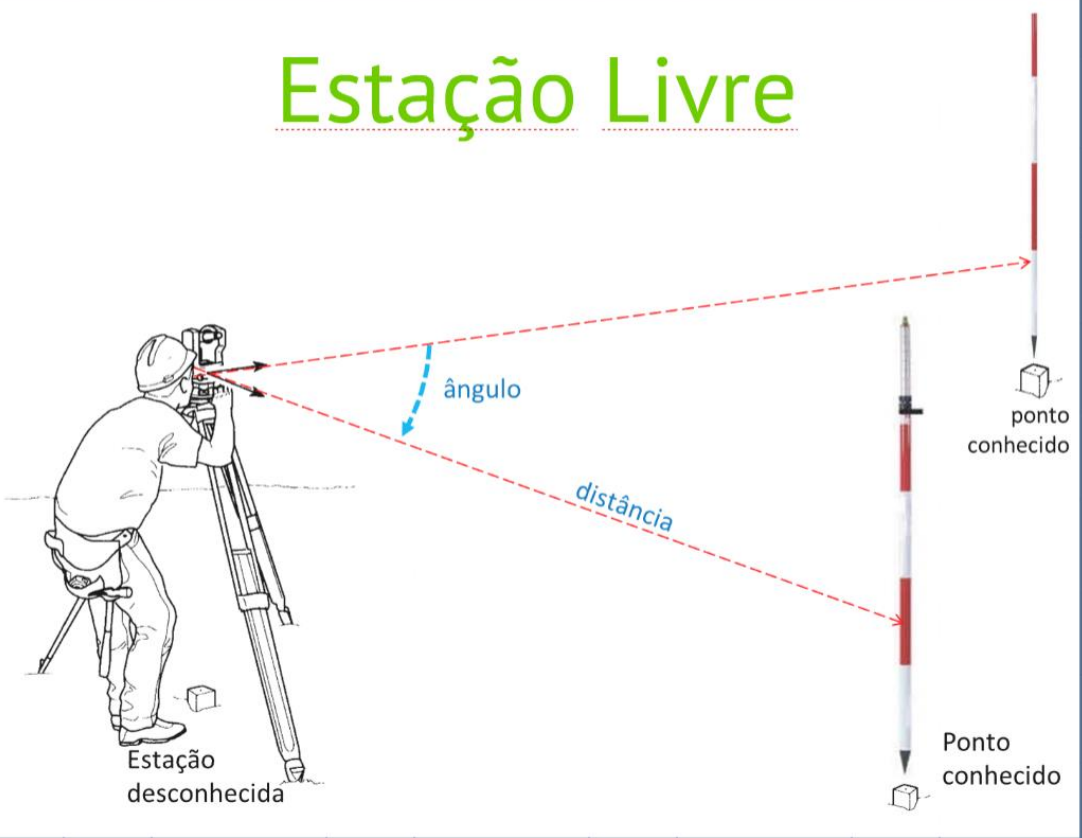
Como calcular as coordenadas  $X_2, Y_2$  a partir do ponto 1?

$X_2 = X_1 \pm \text{sen } Az_{12} \cdot d_{12}$  e

$Y_2 = Y_1 \pm \text{cos } Az_{12} \cdot d_{12}$



# Estação Livre



Quais grandezas se mede?

- 1 ângulo
- 1 distância

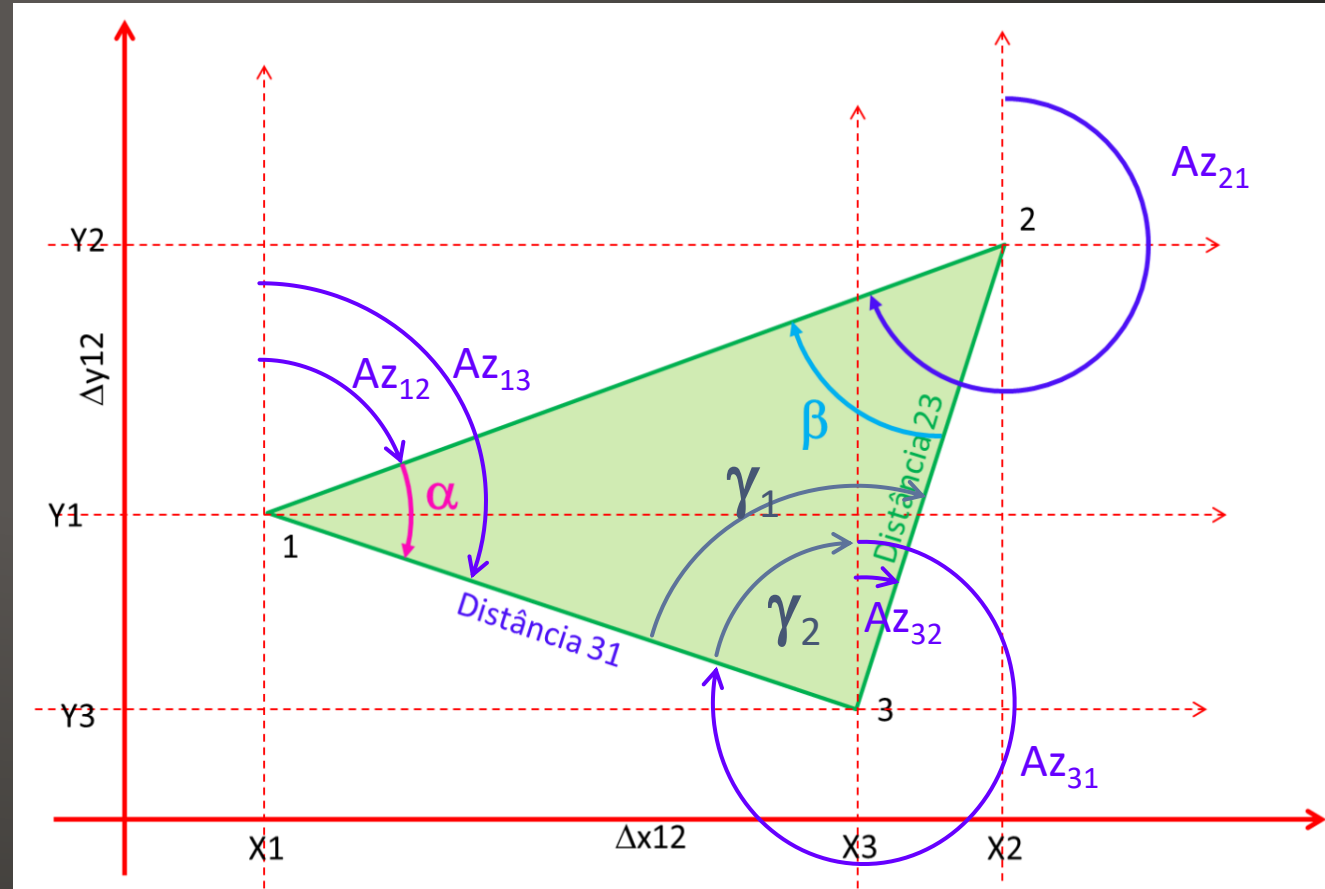
Estaciona onde?

No ponto que se deseja determinar as coordenadas (desconhecido)

$$\frac{d_{12}}{\sin \gamma_1} = \frac{d_{23}}{\sin \alpha} = \frac{d_{31}}{\sin \beta}$$

$$\alpha = \text{Arcsen} \frac{d_{23} \cdot \sin \gamma_1}{d_{12}}$$

$$\gamma_1 = 180^\circ - (\alpha + \beta)$$



► O que eu quero?

As coordenadas  $X_2, Y_2$  desconhecidas

► Onde estacionei?

No ponto 2 de coordenadas desconhecidas

Quais grandezas eu medi em campo? E o que eu já conheço?

Ângulo horário  $\beta$

distância  $d_{23}$

$(X_1, Y_1)$ ;  $(X_3, Y_3)$   $\rightarrow$   $Az_{13}$ ;  $Az_{31}$ ;  $d_{13}$

► Preciso calcular o que?

Azimuth  $Az_{12} \rightarrow Az_{13} - \alpha$

Azimuth  $Az_{32} \rightarrow \gamma_1 - \gamma_2$

No triângulo 123, pode-se usar

a lei dos senos afim de determinar

$$\gamma_1 \rightarrow$$

$$\gamma_2 = 360^\circ - Az_{31}$$

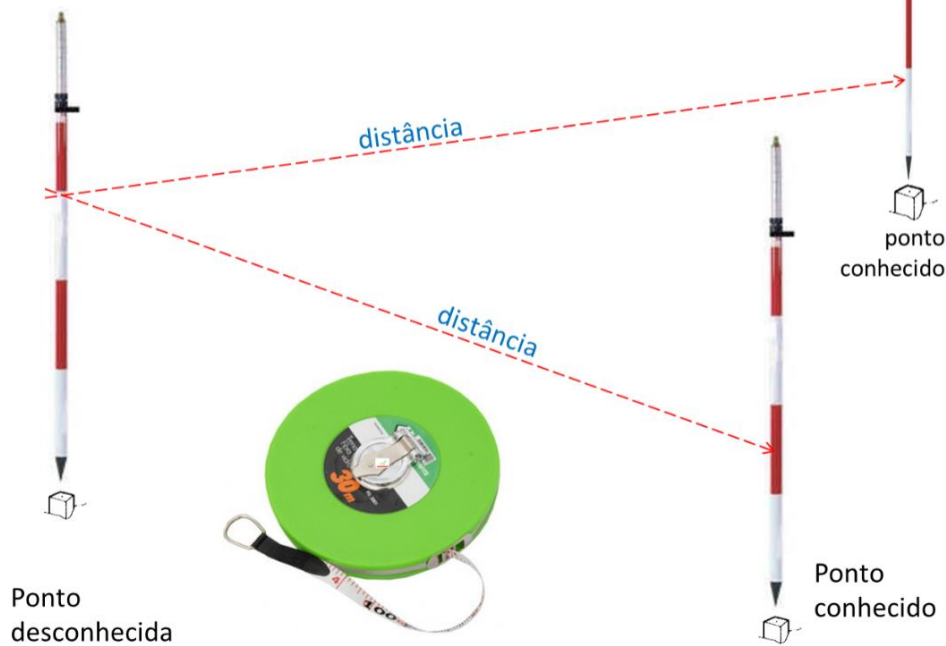
Como calcular as coordenadas  $X_2, Y_2$

a partir do ponto 3?

$$X_2 = X_3 \pm \text{sen } Az_{32} \cdot d_{23} \text{ e}$$

$$Y_2 = Y_3 \pm \text{cos } Az_{32} \cdot d_{23}$$

# Bilateração



- ▶ O que eu quero?  
As coordenadas  $X_2, Y_2$  desconhecidas
- ▶ Medir a partir de onde?  
De pontos de coordenadas conhecidas
- Quais grandezas eu medi em campo? E o que eu já conheço?

distância  $d_{12}$ , distância  $d_{32}$   
 $(X_1, Y_1); (X_3, Y_3) \rightarrow Az_{13}; Az_{31}; d_{13}$

- ▶ Preciso calcular o que?  
Azimute  $Az_{12} \rightarrow Az_{13} - \beta$   
OU

Azimute  $Az_{32} \rightarrow \gamma - (360^\circ - Az_{31})$

No triângulo 123, pode-se usar a lei dos cossenos afim de determinar  $\beta$  ou  $\gamma$

Como calcular as coordenadas  $X_2, Y_2$  a partir do ponto 1?

$$X_2 = X_1 \pm \text{sen } Az_{12} \cdot d_{12} \text{ e}$$

$$Y_2 = Y_1 \pm \text{cos } Az_{12} \cdot d_{12}$$

Quais grandezas se mede?

2 distâncias

A partir de onde?

Qualquer ponto da poligonal de apoio, desde que possua coordenadas conhecidas

OBS: Nesse levantamento não se medem ângulos

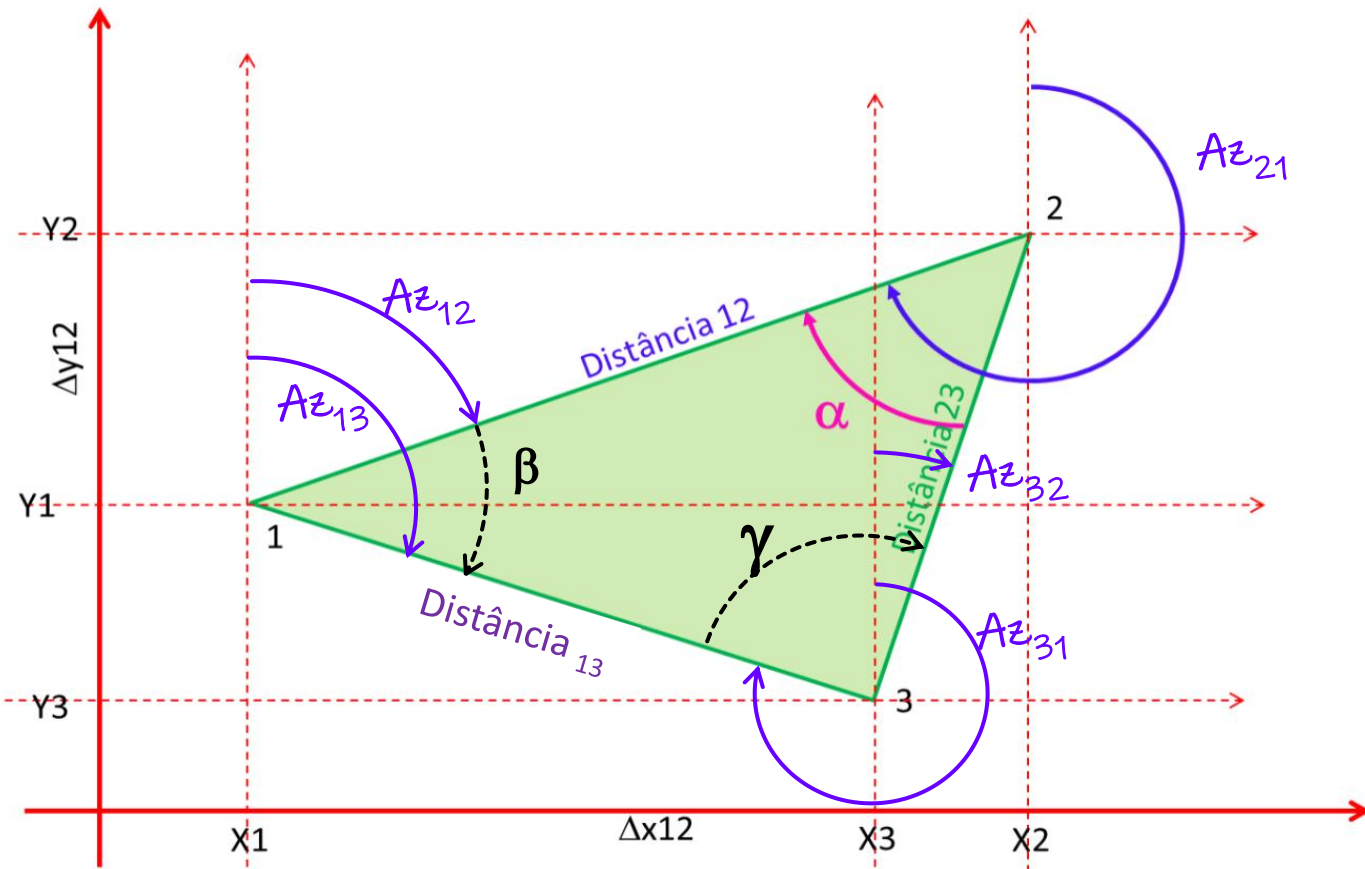
$$d_{23}^2 = d_{12}^2 + d_{13}^2 - 2 \cdot d_{12} \cdot d_{13} \cdot \cos \beta$$

$$\beta = \text{Arccos} \frac{d_{23}^2 - d_{12}^2 - d_{13}^2}{-2 \cdot d_{12} \cdot d_{13}}$$

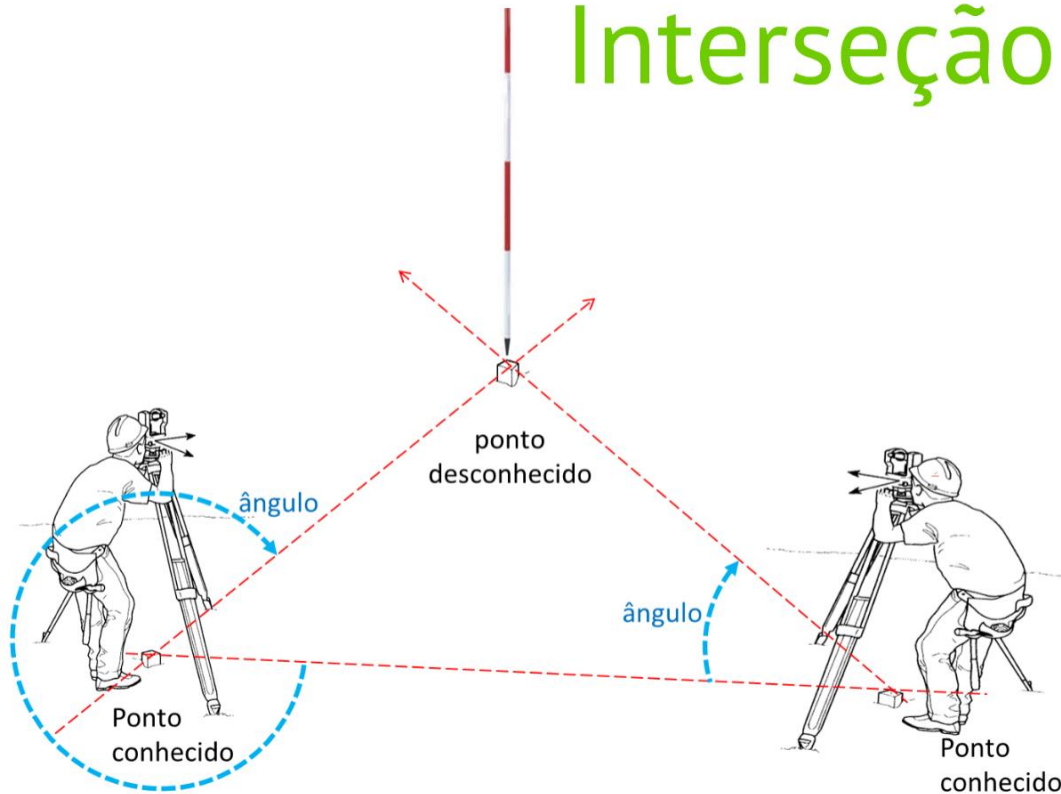
ou

$$d_{12}^2 = d_{13}^2 + d_{32}^2 - 2 \cdot d_{13} \cdot d_{32} \cdot \cos \gamma$$

$$\gamma = \text{Arccos} \frac{d_{12}^2 - d_{13}^2 - d_{32}^2}{-2 \cdot d_{13} \cdot d_{32} \cdot \cos \gamma}$$



# Interseção



- ▶ O que eu quero?  
As coordenadas  $X_2, Y_2$  desconhecidas
- ▶ Medir a partir de onde?  
De dois pontos de coordenadas conhecidas
- Quais grandezas eu medi em campo? E o que eu já conheço?

Ângulo  $\alpha$ ; Ângulo  $\gamma \rightarrow \beta = 180^\circ - (\alpha + \gamma)$

$(X_1, Y_1); (X_3, Y_3) \rightarrow Az_{13}; Az_{31}; d_{13}$

- ▶ Preciso calcular o que?  
Azimute  $Az_{12} \rightarrow Az_{13} - \alpha$  ou

Azimute  $Az_{32} \rightarrow \gamma - \gamma'$  sendo que:  $\gamma' = 360^\circ - Az_{31}$

No triângulo 123, pode-se usar a lei dos senos afim

de determinar as distâncias  $d_{12}$  e  $d_{32}$

Como calcular as coordenadas  $X_2, Y_2$  a partir do ponto 3?

$$X_2 = X_3 \pm \text{sen } Az_{32} \cdot d_{32} \text{ e}$$

$$Y_2 = Y_3 \pm \text{cos } Az_{32} \cdot d_{32}$$

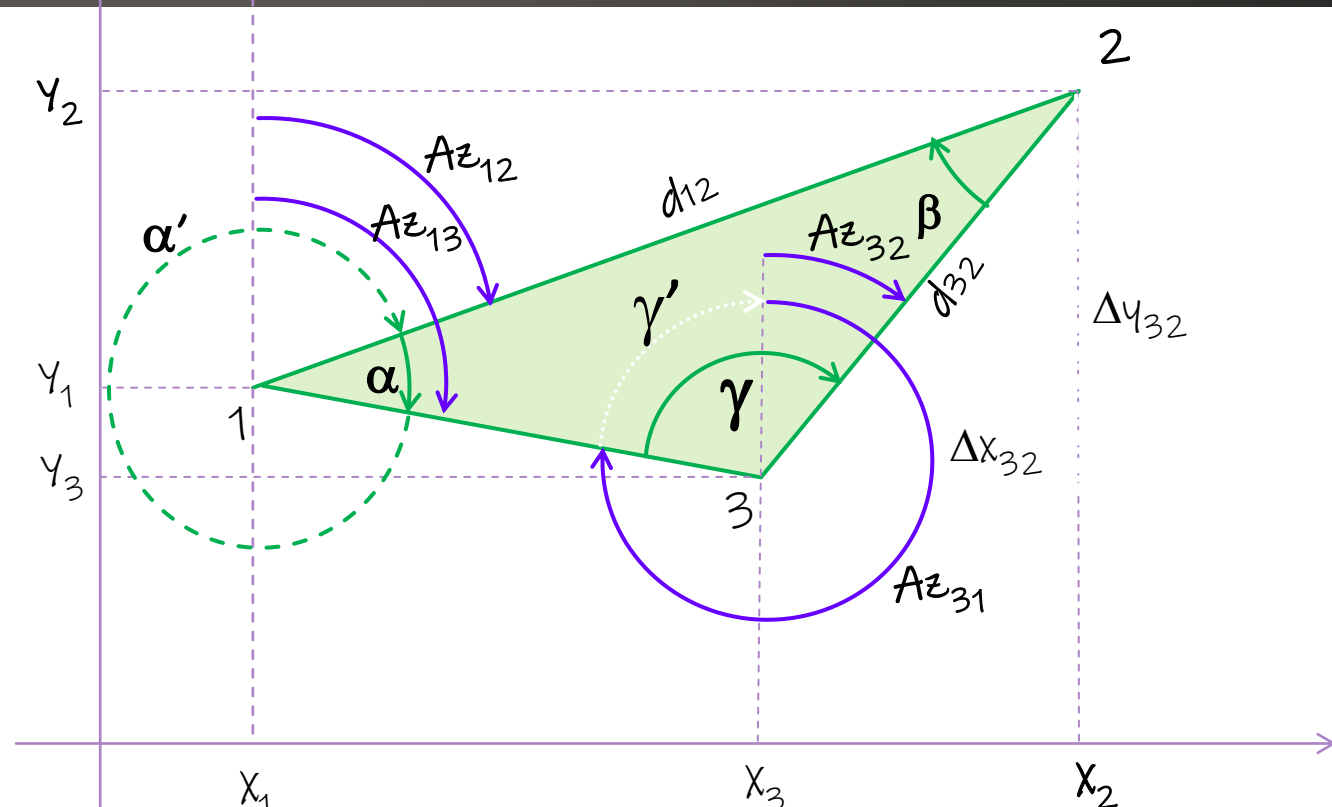
Quais grandezas se mede?

Duas distâncias

Estaciona onde?

Em dois pontos de coordenadas conhecidas desde que haja intervisibilidade entre si e o ponto de coordenadas desconhecidas

Obs: Nesse levantamento não se medem distâncias





**Levantamento  
Topográfico  
Altimétrico**

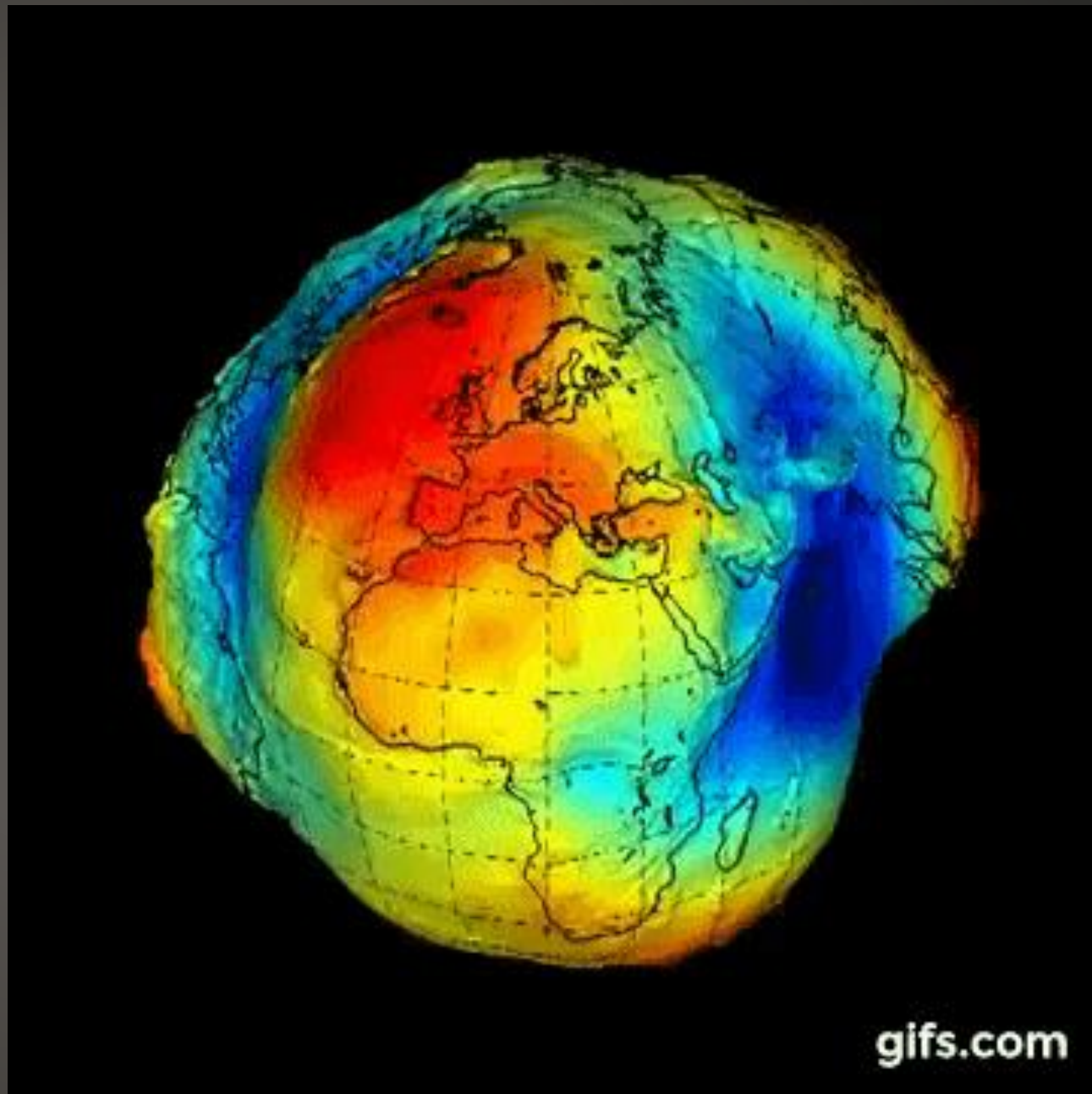


# ETIMOLOGIA

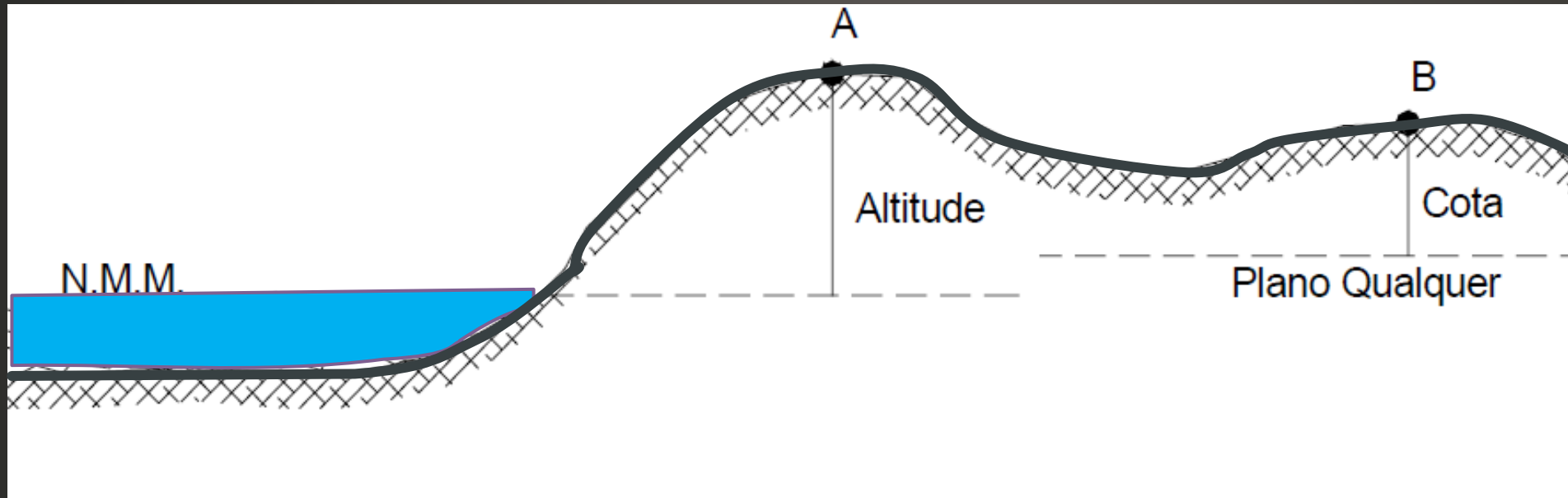
- ALTI + METRIA → **MEDIR ALTURAS** E ALTURAS SÃO DISTÂNCIAS (VERTICAIS);
- A PARTIR DE QUAL (IS) REFERÊNCIA(S)?
  - **0 Geóide**

# Geóide

Define-se a forma da Terra como **geóide**, que tem uma superfície irregular e, portanto, não corresponde a uma esfera. Mais precisamente, o geóide é uma **superfície equipotencial do campo da gravidade**, ou seja, sobre essa superfície o potencial do campo da gravidade é constante, coincidindo, portanto, com uma **superfície de equilíbrio de massas d'água**.



# Altitude Ortométrica ou Cota



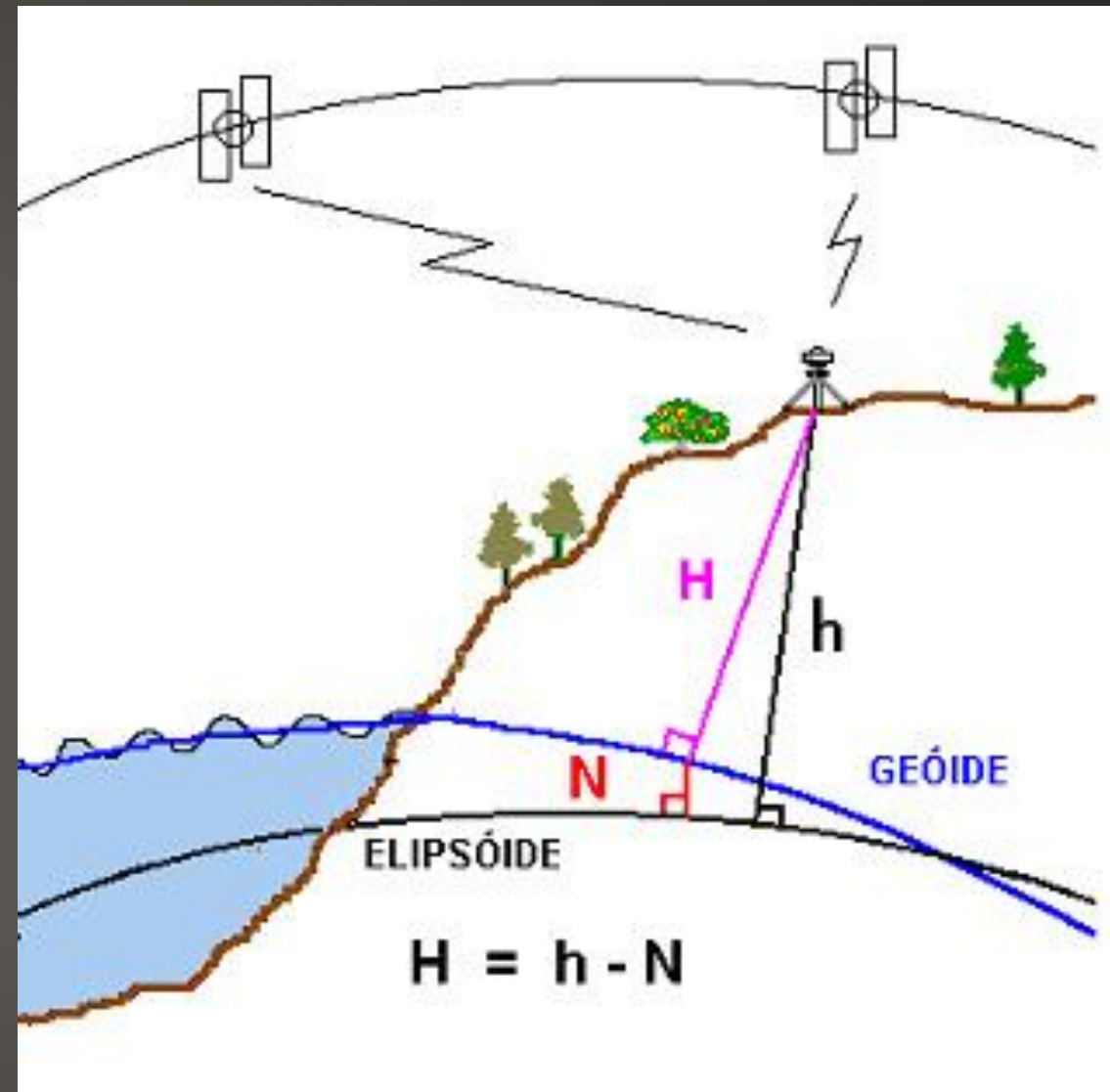
**Altitude ortométrica:** é a distância medida na vertical entre um ponto da superfície física da Terra e a superfície de referência altimétrica (nível médio dos mares).

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

**Altitude Ortométrica → (H)**

**Altura Elipsoidal → (h)**

**Ondulação geoidal → (N)**



# 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

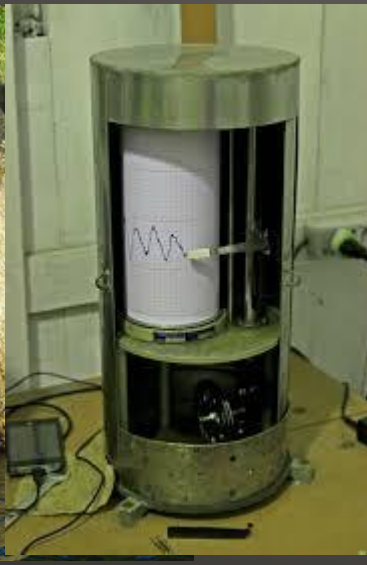


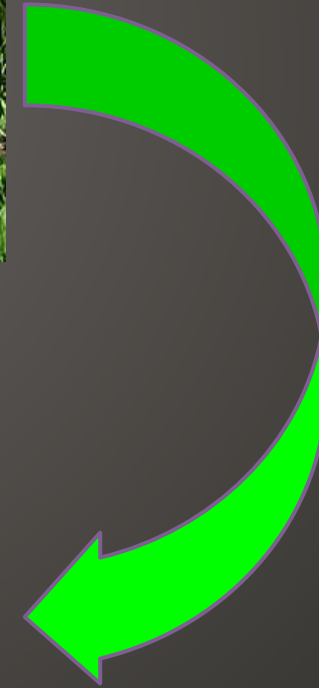
Foto registrada antes da pandemia de COVID-19

# REDE ALTIMÉTRICA SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO



# 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	
<b>S</b> Datum	SAD-69	Data Medição	25/2/1991	Data Medição	
<b>A</b> Data Medição	31/8/2009	Data Cálculo	28/11/2003	Data Cálculo	
<b>D</b> Data Cálculo		Sigma Altitude Ortometrica(m)		Correção Topográfica	
<b>6</b> Sigma Latitude(m)				Anomalia Bouguer	
<b>9</b> 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)	
<b>S</b> Longitude	38 ° 34 ' 36 "W			Sigma Gravidade(mGal)	
<b>I</b> Fonte	GPS Navegação			Precisão	
<b>R</b> Origem				Datum	
<b>G</b> Datum	SIRGAS2000			Data Medição	
<b>A</b> Data Medição	31/8/2009			Data Cálculo	
<b>S</b> Data Cálculo				Correção Topográfica	
<b>2</b> Sigma Latitude(m)				Anomalia Bouguer	
<b>0</b> Sigma Longitude(m)				Anomalia Ar-Livre	
<b>0</b> UTM(N)	9.586.416			Densidade	
<b>0</b> UTM(E)	547.007				
MC	-39				



# MÉTODOS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO 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.” (NRR13133)

- **Nivelamento geométrico**
- **Nivelamento Trigonométrico**
- **Nivelamento Taqueométrico**

# CLASSES DE NIVELAMENTO (NBR13133)

**Classe I N** - nivelamento geométrico para implantação de referências de nível (RN) de apoio altimétrico;

**Classe II N** - nivelamento geométrico para a determinação de altitudes ou cotas em pontos de segurança (Ps) e vértices de poligonais para levantamentos topográficos destinados a projetos básicos executivos e obras de engenharia;

**Classe III N** - Nivelamento trigonométrico para a determinação de altitudes ou cotas em poligonais de levantamento, levantamento de perfis para estudos preliminares e/ou de viabilidade de projetos;

**Classe IV N** - Nivelamento taqueométrico destinado a levantamento de perfis para estudos expeditos.

# Tolerâncias de Nivelamentos

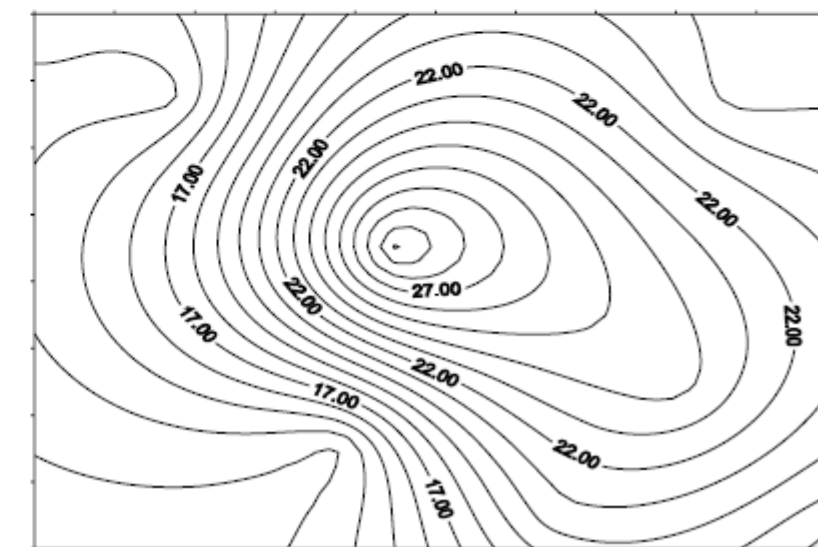
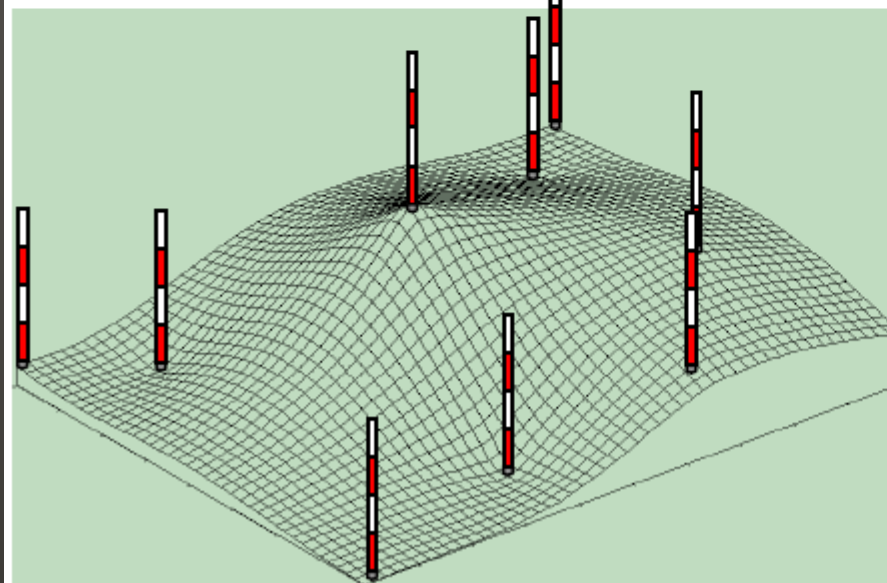
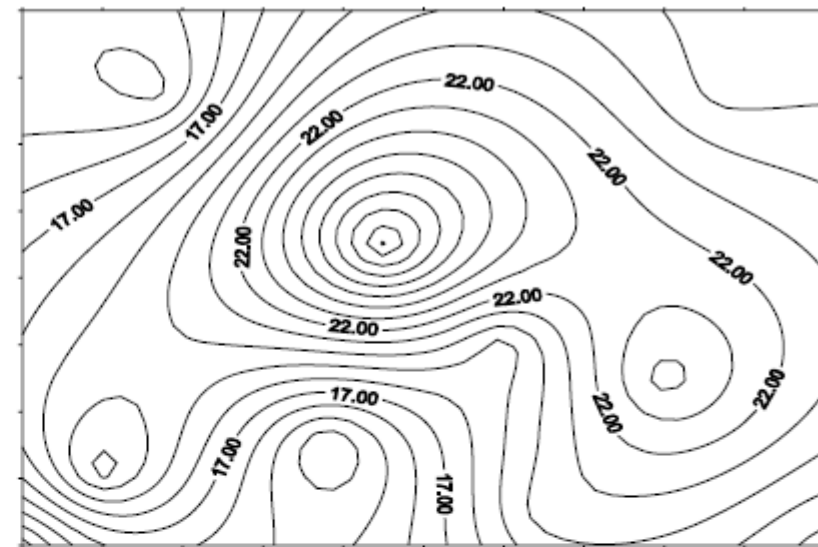
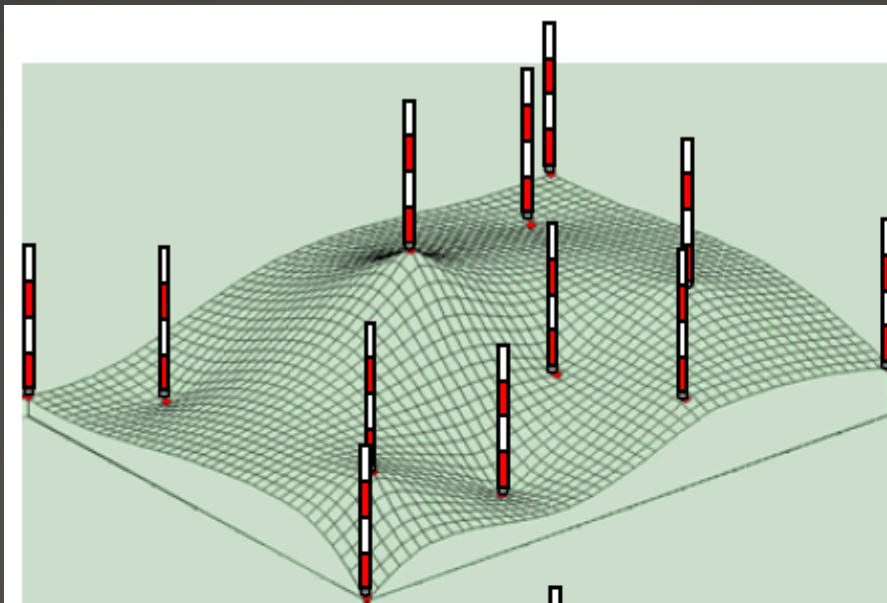
Segundo a NBR 13133:

Classe	Tipo de Nivelamento	Tolerância
IN	NIVELAMENTO GEOMÉTRICO	12mm.√k
IIN	NIVELAMENTO GEOMÉTRICO	20mm.√k
IIIN	NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO	0,15m. √k - 0,20m. √k
IVN	NIVELAMENTO TAQUEOMÉTRICO	0,30m. √k - 0,40m. √k

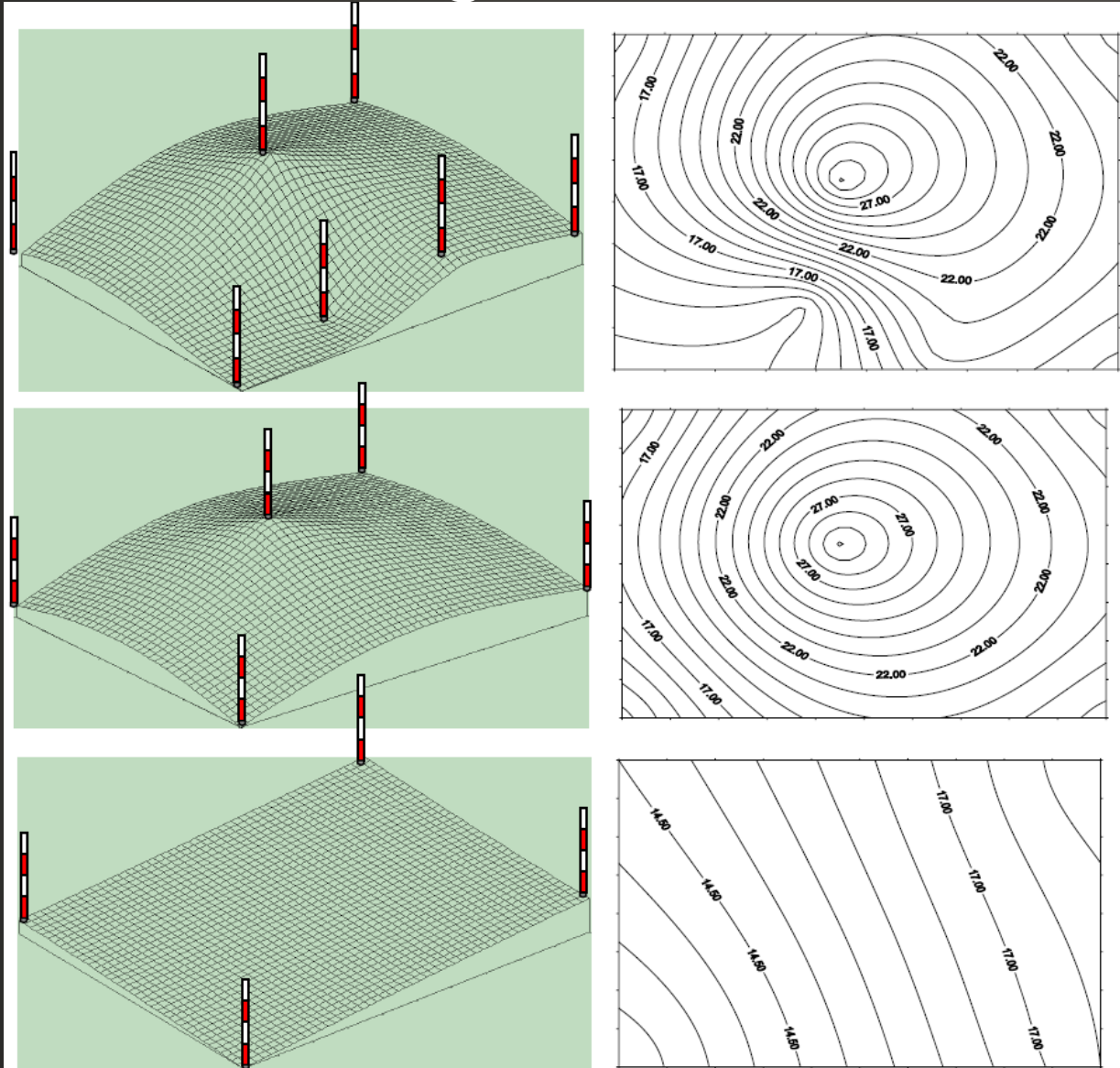
# Fica a Dica!

## PONTOS DE INFLEXÃO, MÁXIMOS E MÍNIMOS)

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.



# PERCEÇÃO DO RELEVO



Ondulado

Plano

# Nível e Mira (Classes IN e IIN)



# Estação Total e prisma (Classes IIN)



# EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS

## 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

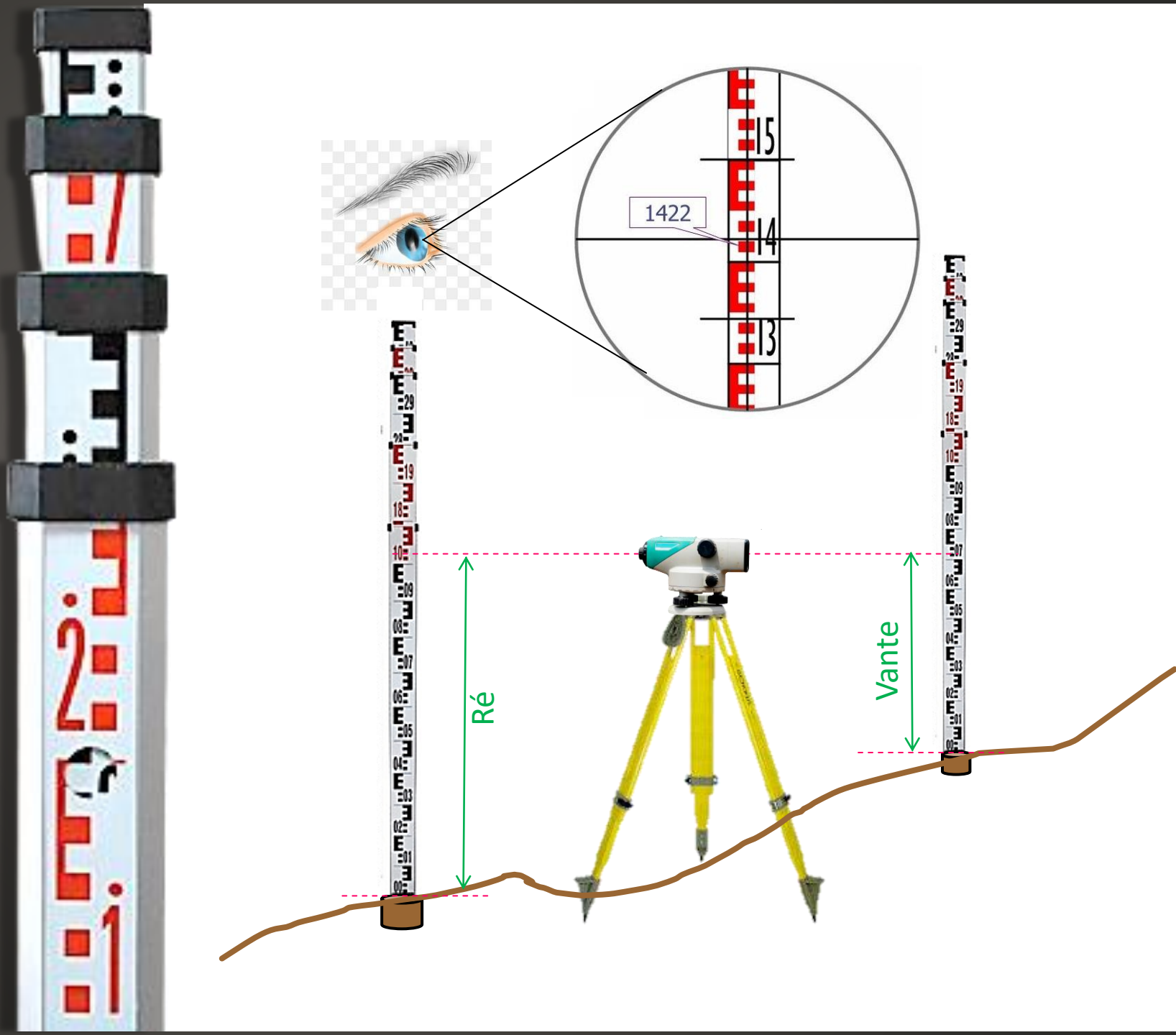


ELETRÔNICO

# MIRA

## LEITURAS À RÉ e LEITURAS À VANTE

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) de 4 a 5m



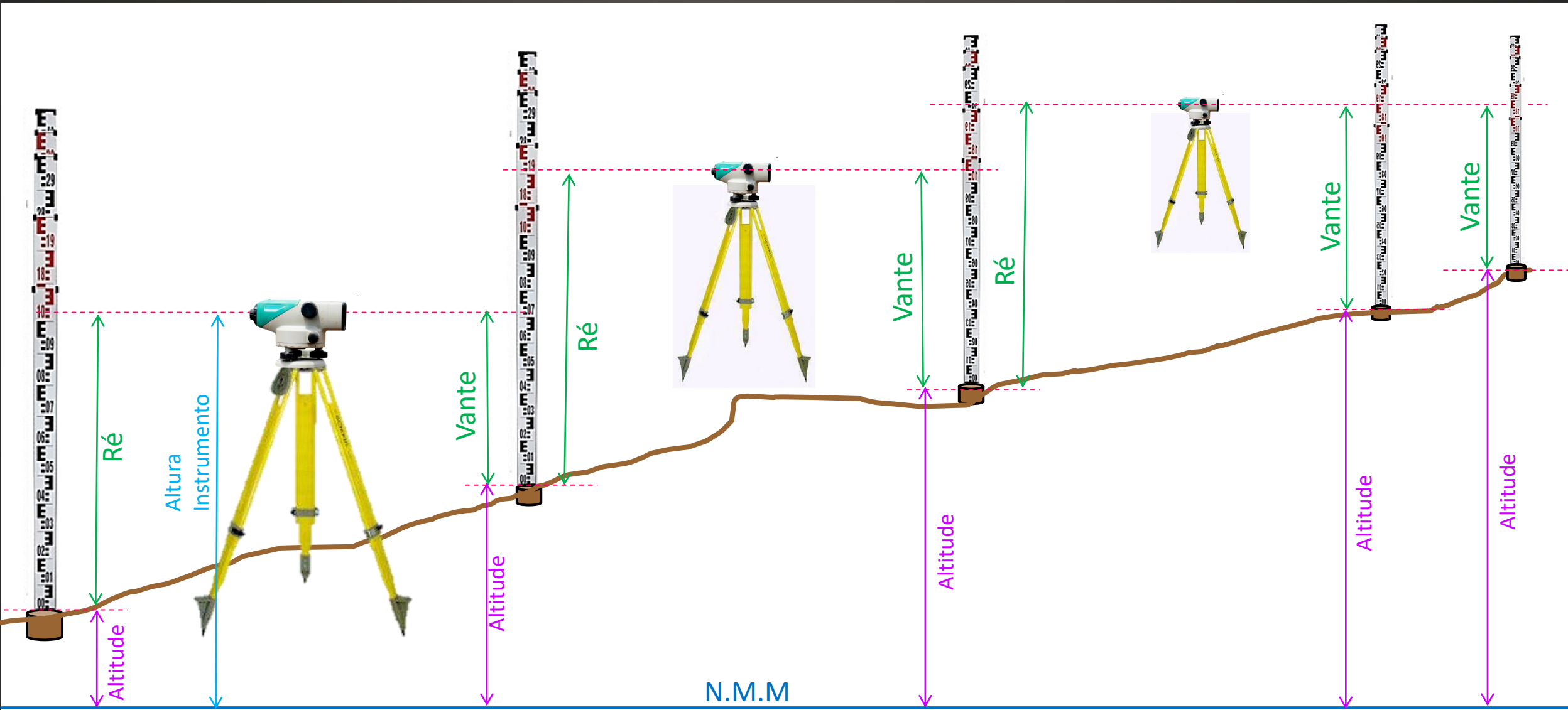


# Nivelamento Geométrico Simples e Composto

$$AI = \text{Altitude} + \text{Ré}$$

$$\text{Altitude} = AI - \text{Vante}$$

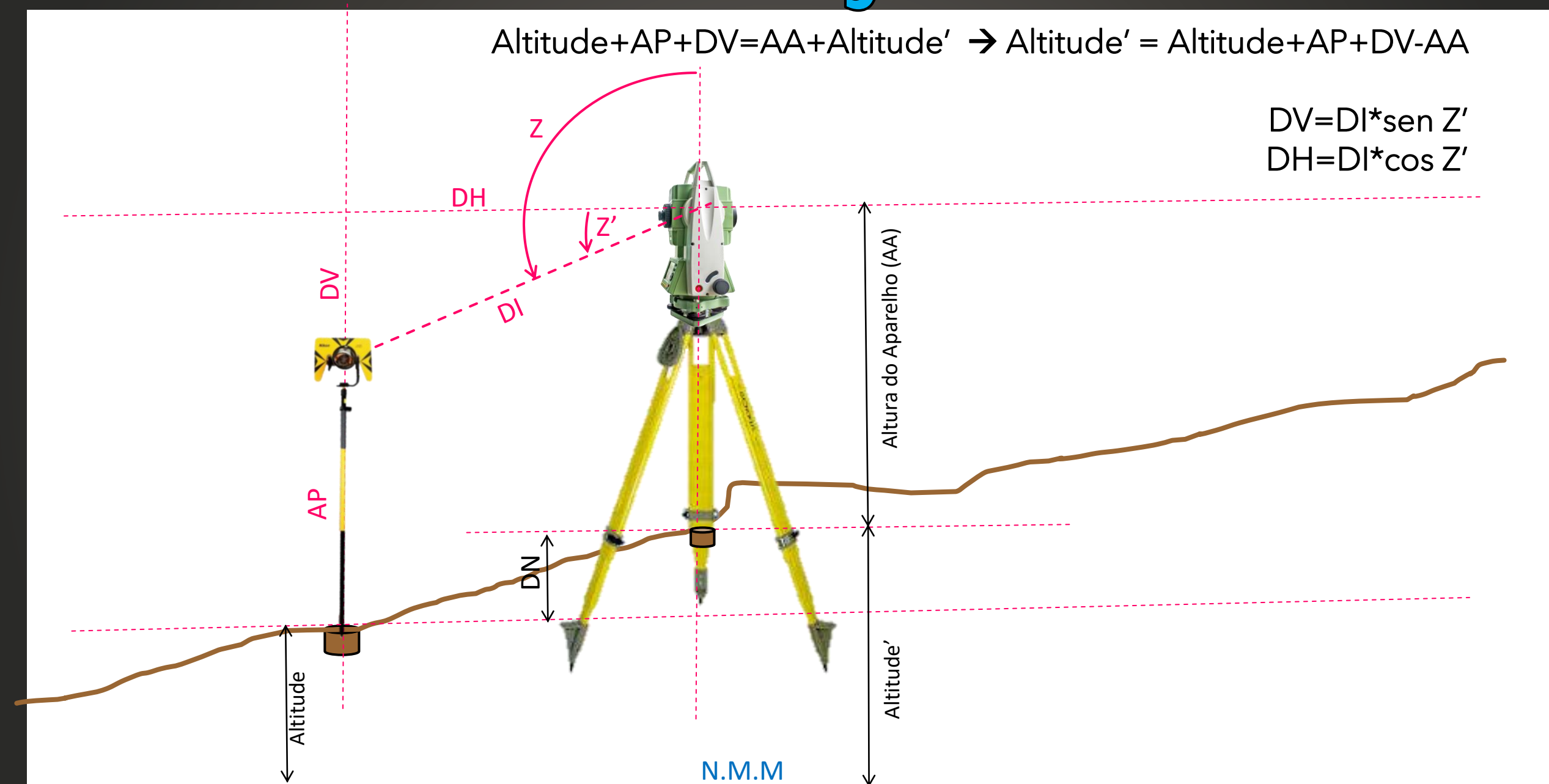
$$\sum \text{Ré} - \sum \text{vante mudança} = \text{Altitude final} - \text{Altitude inicial}$$



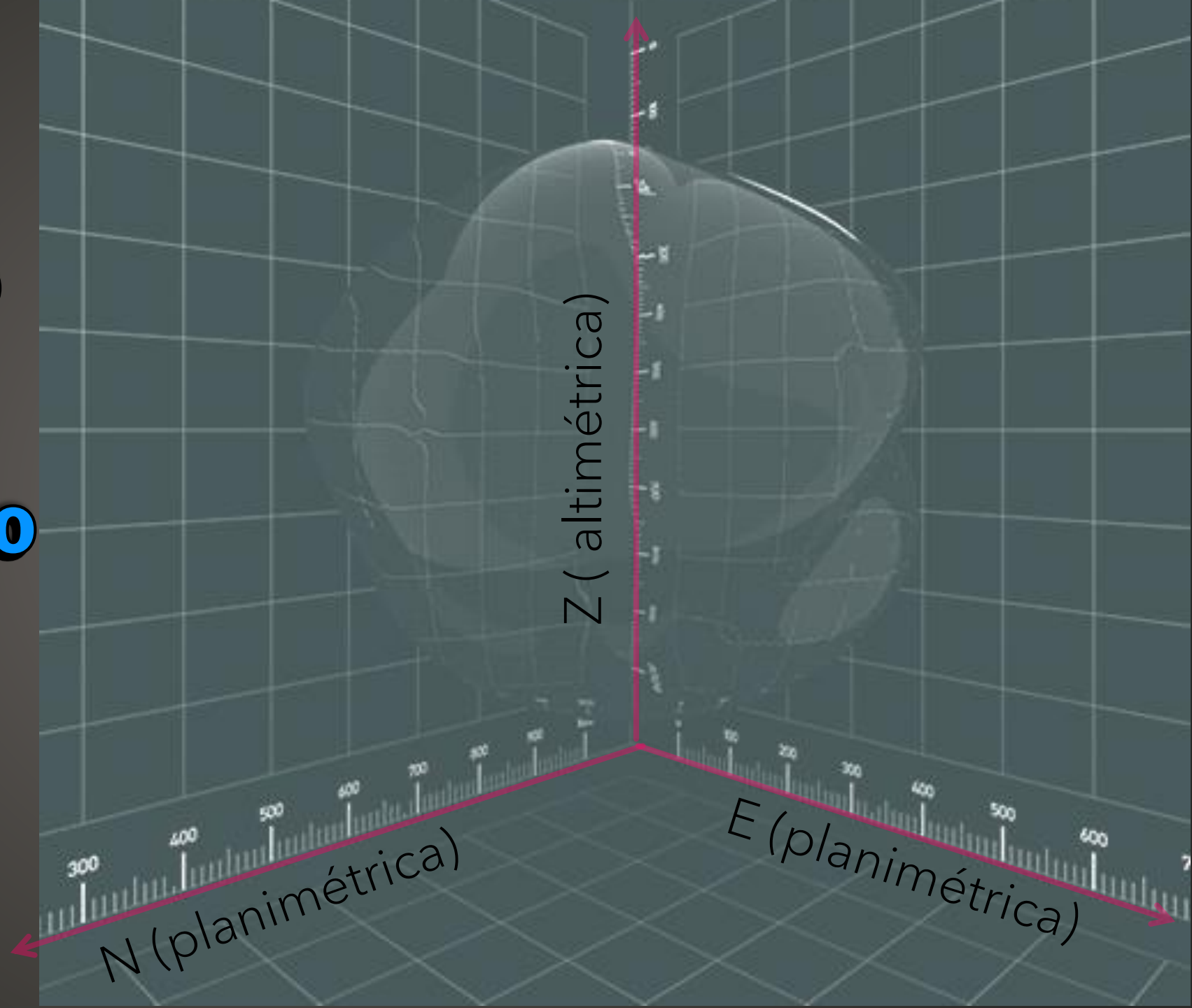
# Nivelamento Trigonométrico

$$\text{Altitude} + \text{AP} + \text{DV} = \text{AA} + \text{Altitude}' \rightarrow \text{Altitude}' = \text{Altitude} + \text{AP} + \text{DV} - \text{AA}$$

$$\text{DV} = \text{DI} \cdot \sin Z'$$
$$\text{DH} = \text{DI} \cdot \cos Z'$$



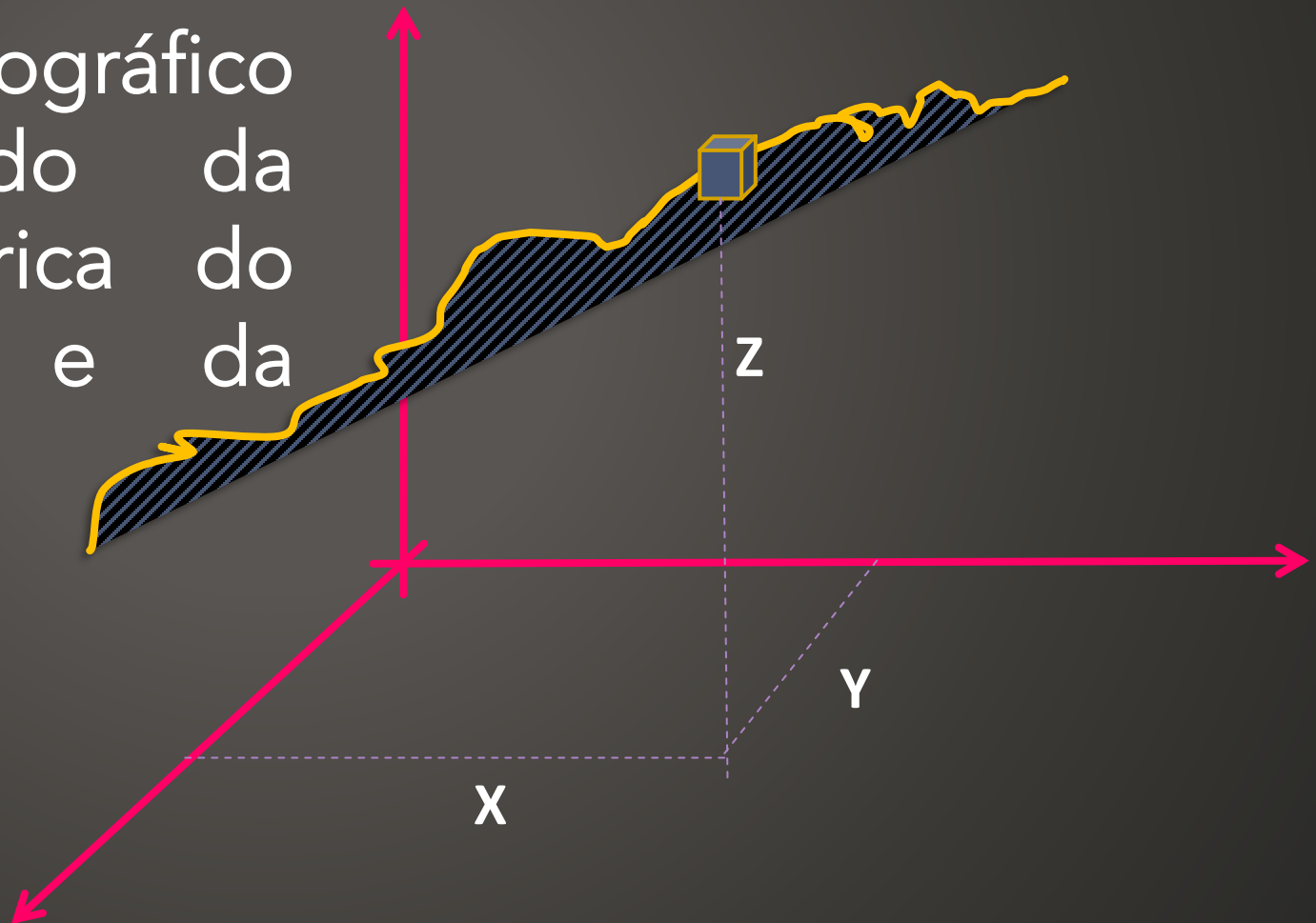
# Levantamento Topográfico Planialtimétrico



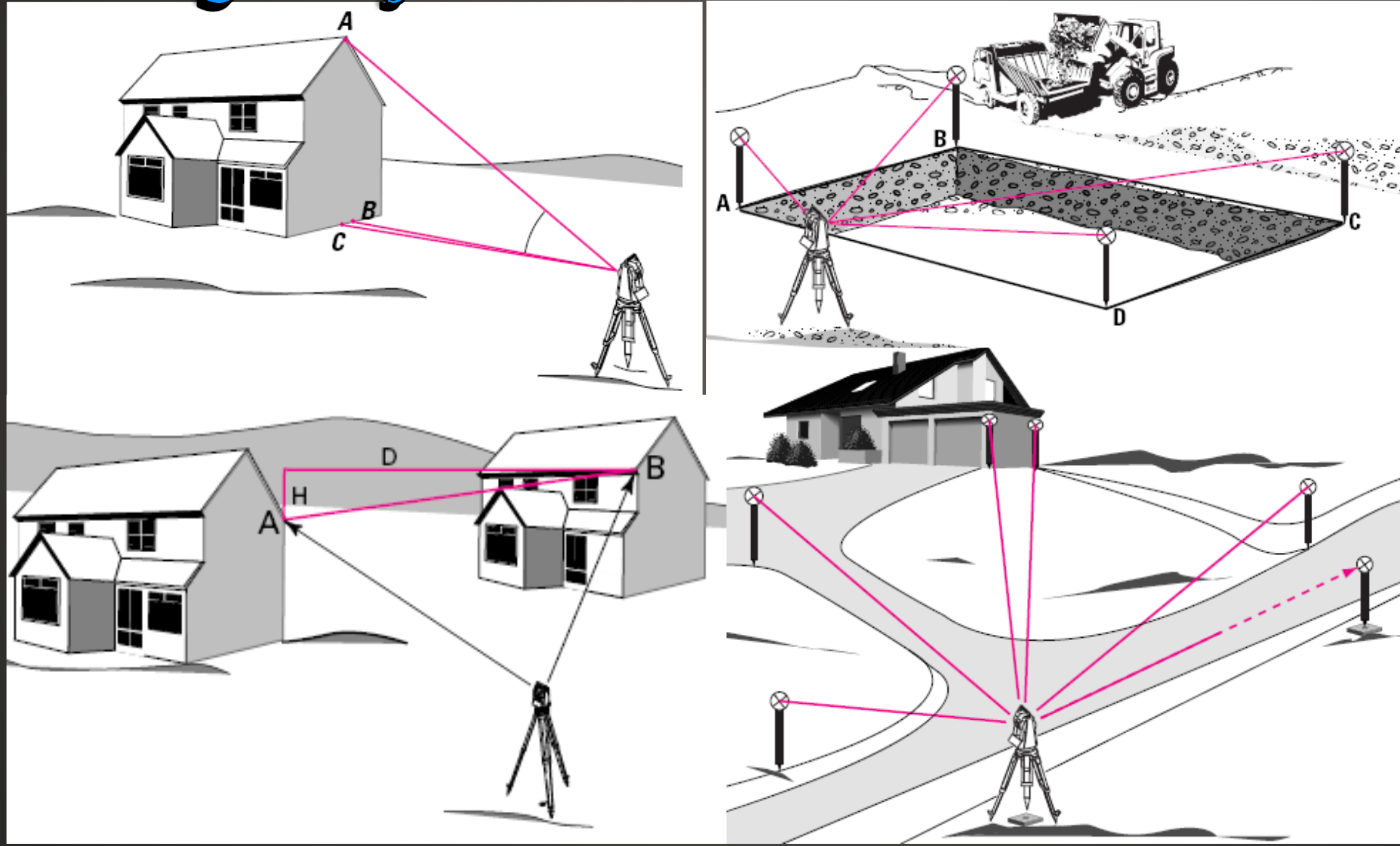
# A boa notícia: Você nem sabia que já sabia fazer, mas já sabe!

“Levantamento topográfico planimétrico acrescido da determinação altimétrica do relevo do terreno e da drenagem Natural”

(NBR 13133)



# Levantamento Topográfico Planialtimétrico: Poligonação e Detalhes simultaneamente



# Equipamentos



Estação Total  
(X,Y,Z)

ou



Teodolito  
(X,Y)

+



Nível  
(Z)

# Como vai ser a Atividade 1?

## A Prática da Topografia

*Roteiro dedicado ao aprendizado prático de Topografia em época de pandemia e Isolamento Social*



65 anos  
Centro de Tecnologia  
UFC



# TOPOGRAFIA

## Também

## é GEO

Com Prof. Augusto  
Uchôa

