



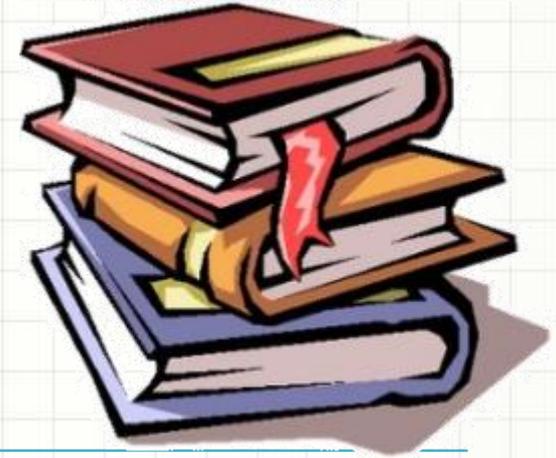
# **TOPOGRAFIA**

## **MEDIDAS, ESCALAS E INSTRUMENTOS**

Prof. Dr. Daniel Caetano

2014 - 2

# Material de Estudo



---

## Material

## Acesso ao Material

Apresentação

<http://www.caetano.eng.br/>  
(Topografia – Aula 3)

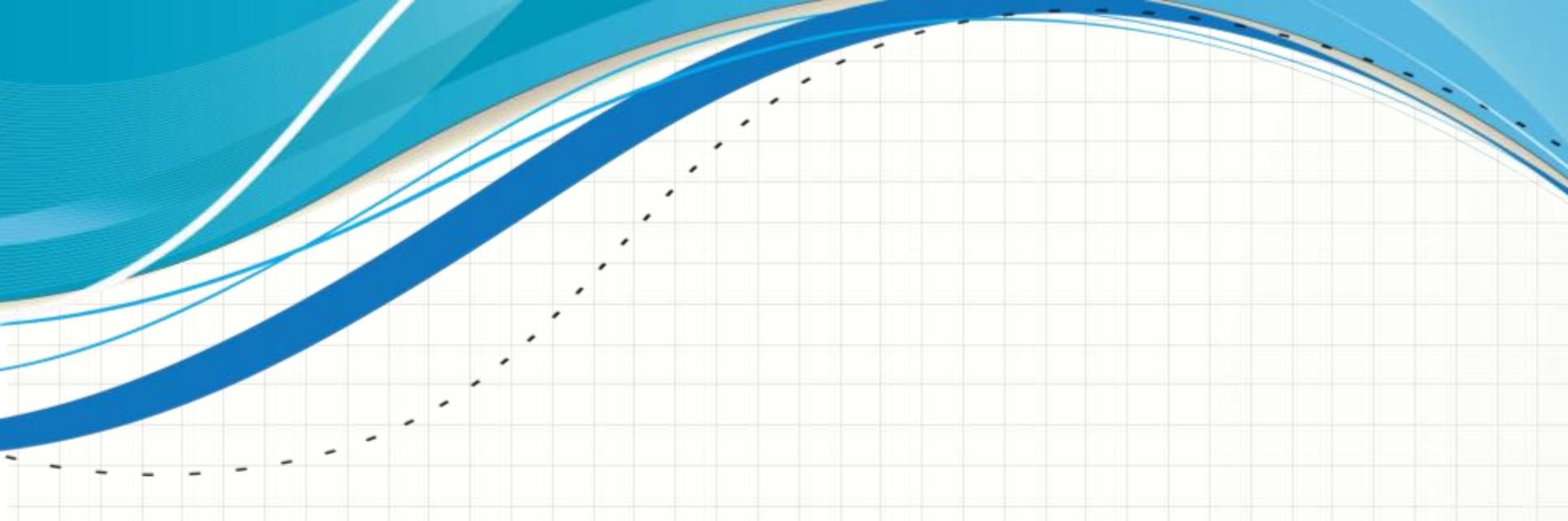
Material Didático

Topografia – Parte 1 – Págs 13-18, 30-42

Biblioteca

Topografia v.1 (Borges)

---



# MEDIÇÃO E PRECISÃO

# O que é medir?

- Como vimos, medir é o ato de **comparar**
  - Compara-se uma grandeza...
  - Com uma unidade de mesma grandeza...
  - Obtendo-se um número
- Quantas vezes o objeto medido é maior que a grandeza unitária
- Ex.: Um corredor de comprimento 10 m
  - Seu comprimento é igual a 10 vezes 1 metro

# O que é medir?

- As medidas são exatas?
- As medidas são precisas?
- O que é ser **exato** e o que é ser **preciso**?



# Precisão x Exatidão



Inexato e Impreciso

# Precisão x Exatidão



Inexato, mas Preciso

# Precisão x Exatidão



Exato, mas Impreciso

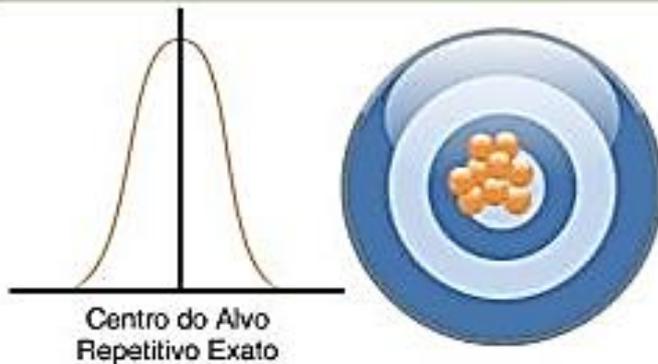
# Precisão x Exatidão



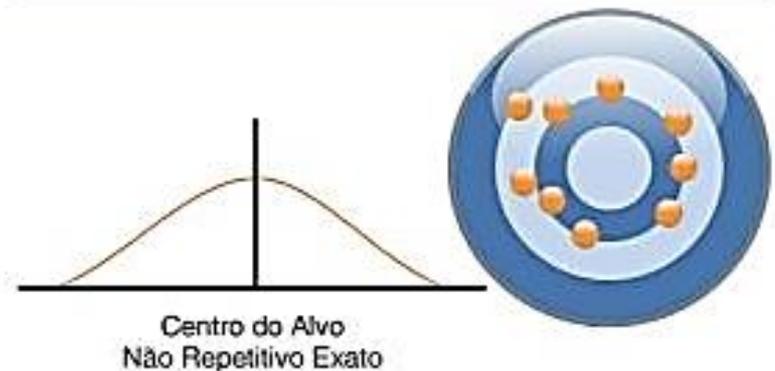
Exato e Preciso

# Precisão x Exatidão

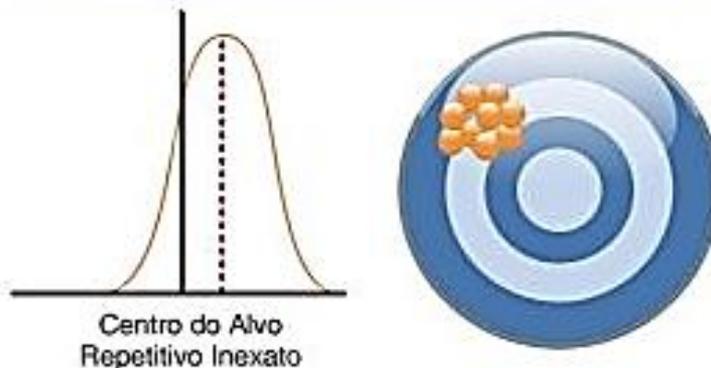
## Exato e preciso



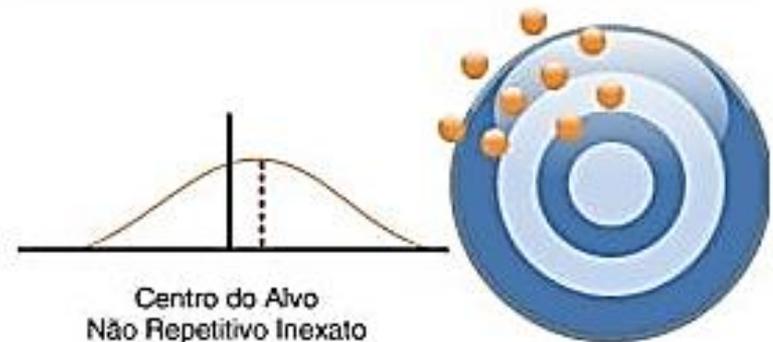
## Exato mas não preciso



## Preciso mas não exato



## Não preciso e não exato



# Precisão x Exatidão

- Deficiência Exatidão
  - Erro Grosseiro
  - Erro Sistemático
- Problemas na Precisão
  - Graduação do instrumento de medida
    - Precisão do Instrumento
    - Erro acidental
- Qual a precisão de régua graduada em **cm**?
- Qual a precisão de uma medida em **passos**?





# **REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS E ESCALAS**

# Representação Gráfica

- Objetivo do levantamento topográfico
  - Representação gráfica suficientemente fiel
  - “Suficientemente fiel”



- Faz sentido uma representação gráfica de um terreno em tamanho real?

# Representação Gráfica

- Em geral, representações reduzidas
- **Escala:** *medida representada x medida real*
- Indicação:

$$1 : M \quad \text{ou} \quad 1/M$$

- Exemplo:

Escala 1 : 10.000

- 1 cm no desenho equivale a 10.000 cm na realidade (100m)
- Os dois valores são sempre na mesma unidade!

# Escolha da Escala

- Fundamento: finalidade do levantamento
- Elemento real de tamanho **R**
  - Deve ser representado com tamanho **D** no desenho

$$\begin{array}{ccc} \mathbf{D} & \text{—} & \mathbf{R} \\ \mathbf{1} & \text{—} & \mathbf{M} \end{array}$$

- Fazendo a regra de três...

$$M = \frac{R}{D}$$

# Escolha da Escala

- Elemento real de tamanho **R**
  - Deve ser representado com tamanho **D**, no mínimo
- Basta escolher **M** tal que:

$$M \leq R/D$$

- Exemplo:  
Deseja-se que um detalhe de 20cm seja representado com tamanho mínimo de 2mm

# Escolha da Escala

- Exemplo:

Deseja-se que um detalhe de 20cm seja representado com tamanho mínimo de 2mm

$$M \leq R/D$$

$$M \leq 0,20/0,02 = 100$$

- Portanto...

$$E = 1 : 100 \dots \text{ ou } \dots 1 : 50 \dots \text{ ou } 1 : 20\dots$$

# Escolha da Escala

- Exemplo:

Deseja-se que um detalhe seja representado com tamanho

$$M \leq R/D$$

$$M \leq 0,20/0,02 = 10$$

- Portanto...

$$E = 1 : 100 \dots \text{ ou } \dots 1 : 50 \dots \text{ ou } 1 : 20 \dots$$

Valores de M devem ser escolhidos para facilitar as conversões entre desenho e realidade!

Quanto menor o M, maior o desenho!

# Escala Gráfica

- Escala representada visualmente
  - Permanece correcta cuando a figura é redimensionada



Escala Numérica

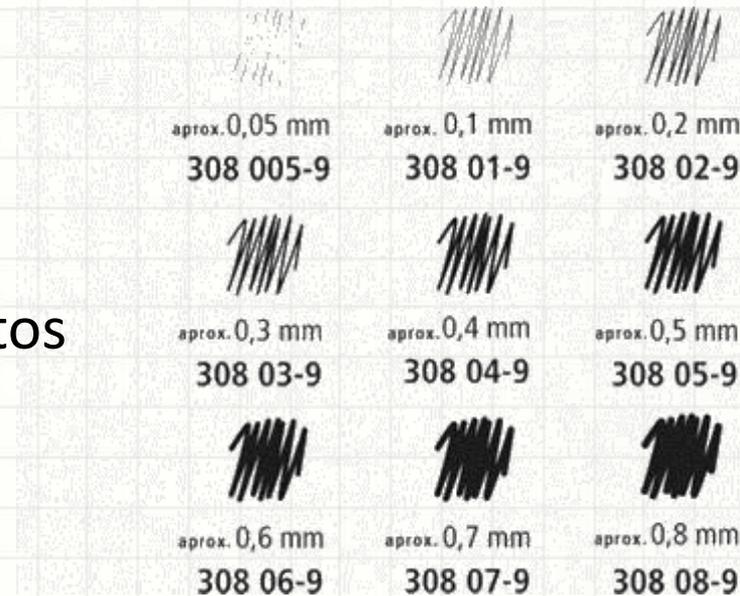
Escala Gráfica



# Erro de Graficismo

- Erro que o desenhista comete ao marcar pontos no desenho

- Acuidade visual
- Habilidade média
- Qualidade dos instrumentos



- Erro de graficismo ( $E_g$ ) máximo aceitável:
  - 0,20 mm ou 0,25 mm

# Precisão da Escala

- Corresponde ao erro de graficismo aceitável
  - Conversão do erro de desenho para as dimensões reais
- Exemplo: erro de graficismo 0,2 mm, em uma escala 1 : 10.000 resulta em precisão de...?

$$0,0002\text{m} \cdot 10.000 = \mathbf{2\ m}$$

- Para muitas obras esse erro é inviável... exigindo assim um M menor!

# Precisão das Medidas em Campo

- Com que precisão devemos medir em campo?
- Mais precisão → Maior custo
  - Usaremos a menor precisão que atenda aos critérios!
- Qual é essa?
- Aquela que os erros do campo sejam menores que a precisão do desenho... Ou seja:

$$E_{\text{campo}} \leq E_g \cdot M$$

# Precisão das Medidas em Campo

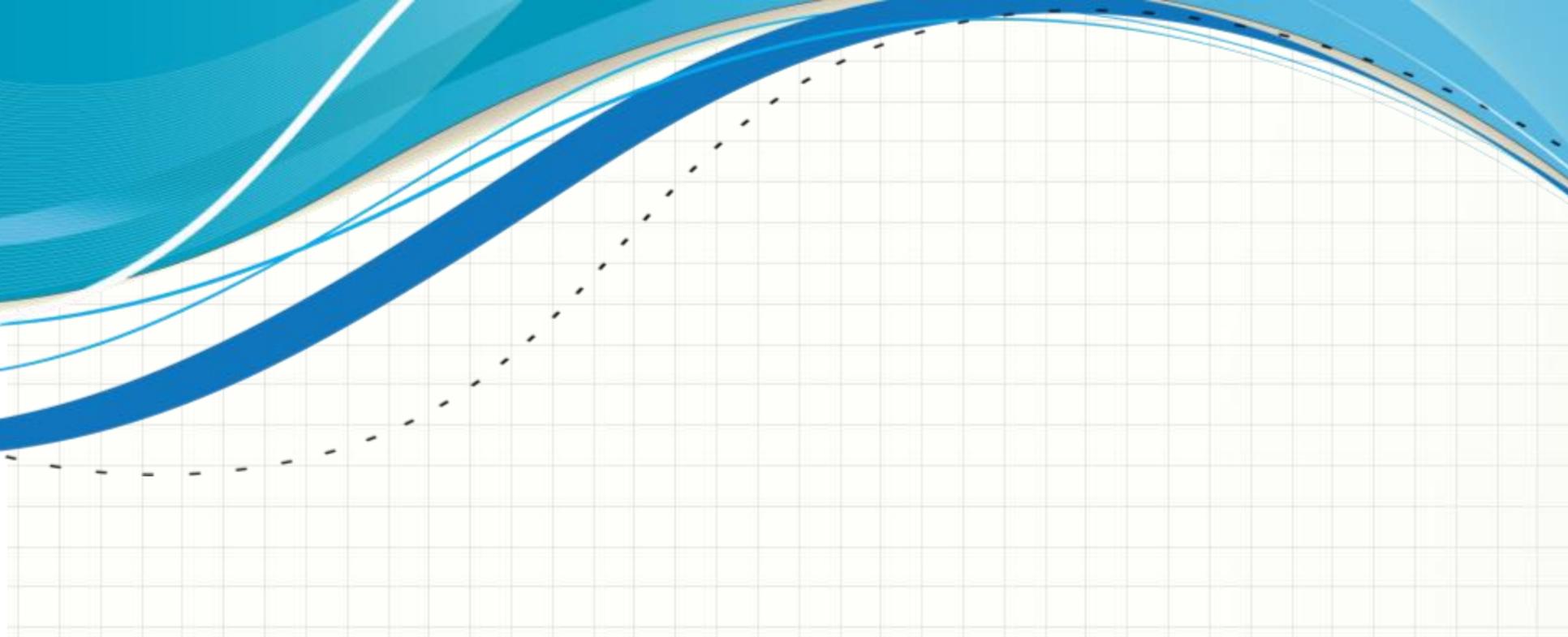
- **Exemplo:** numa escala 1 : 10.000 em que o  $E_g.M = 2 \text{ m}$ , não faz sentido medir, em campo, com precisão maior que 1m.
- Por quê?
- O desenhista não conseguirá desenhar com esse nível de detalhe!

# Precisão das Medidas em Campo

- E o efeito da curvatura da Terra?

$$\Delta S = \frac{S^3}{3 \cdot R^2}$$

- Esse erro deve ser menor que o  $E_g \cdot M$



# EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

# Exercícios Resolvidos

1. Determinar a precisão mínima das escalas:  
1:500 e 1:10.000

Nota: considere  $E_g = 0,2\text{mm}$

# Exercícios Resolvidos

1. Determinar a precisão mínima das escalas:

1:500 e 1:10.000

- $E_g = 0,2\text{mm}$
- 1:500  $\rightarrow 0,0002 * 500 = 0,1\text{m}$
- 1:10000  $\rightarrow 0,0002 * 10000 = 2\text{m}$

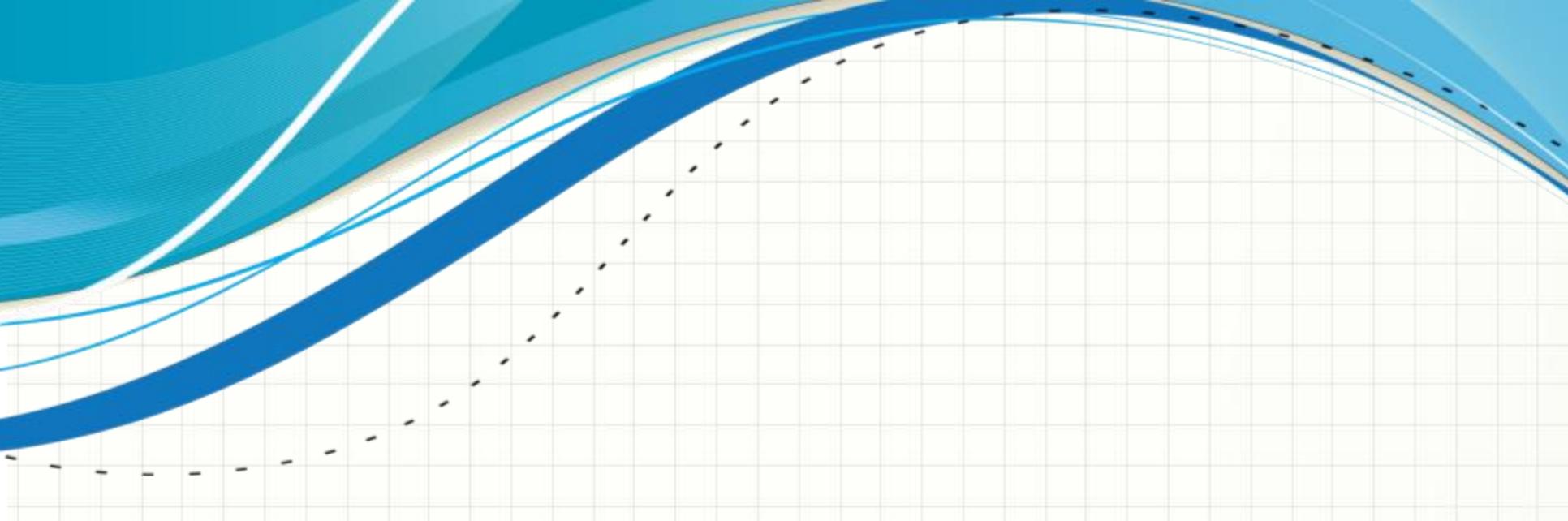
# Exercícios Resolvidos

2. Em um terreno deseja representar um muro de 0,5m de largura com caneta de espessura 0,2mm e, no desenho, ele deve ter espessura mínima de 1mm. Qual a escala que deve ser usada? Qual a precisão da escala (o efeito do erro de graficismo nessa escala)?

# Exercícios Resolvidos

2. Em um terreno deseja representar um muro de 0,5m de largura com caneta de espessura 0,2mm e, no desenho, ele deve ter espessura mínima de 1mm. Qual a precisão da escala ?

- Tamanho Real: 500,0mm
- Tamanho no Desenho: 1,0mm
- $M \leq R / D$
- $M \leq 500 / 1,0 = 500 \dots$  **1 : 500**
- $E = E_g \cdot M = 0,2 * 500 = 100\text{mm} =$  **0,1m**

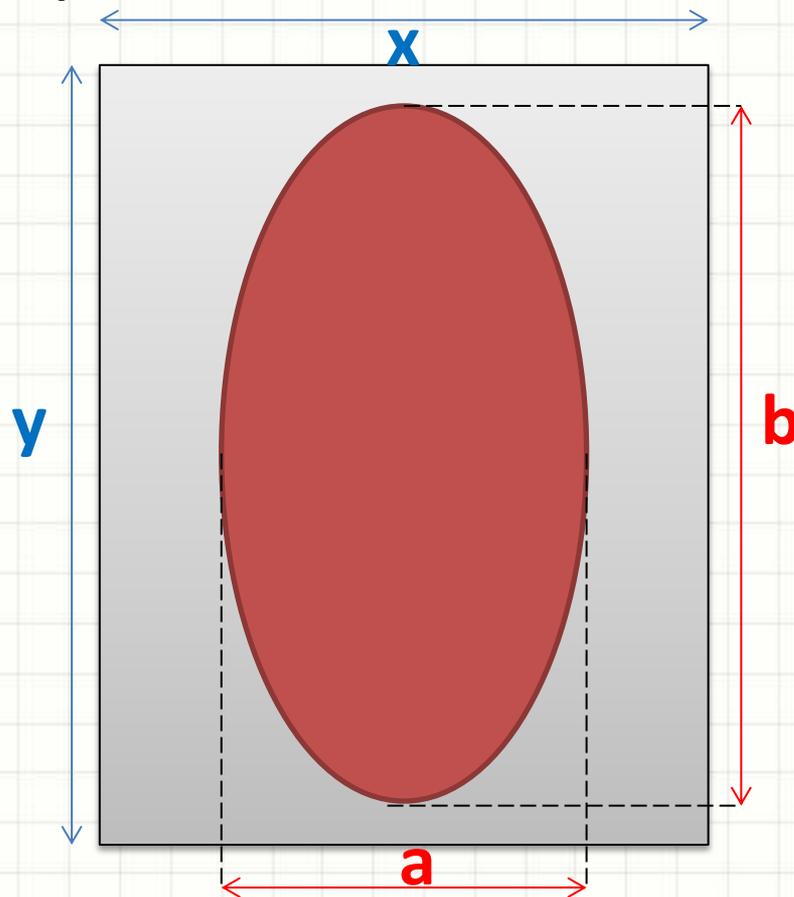


**CONVENÇÕES:**

# **DIMENSÕES DO PAPEL**

# Dimensões do Papel

- Papel: deve ter tamanho para que a figura possa ser desenhada na escala escolhida



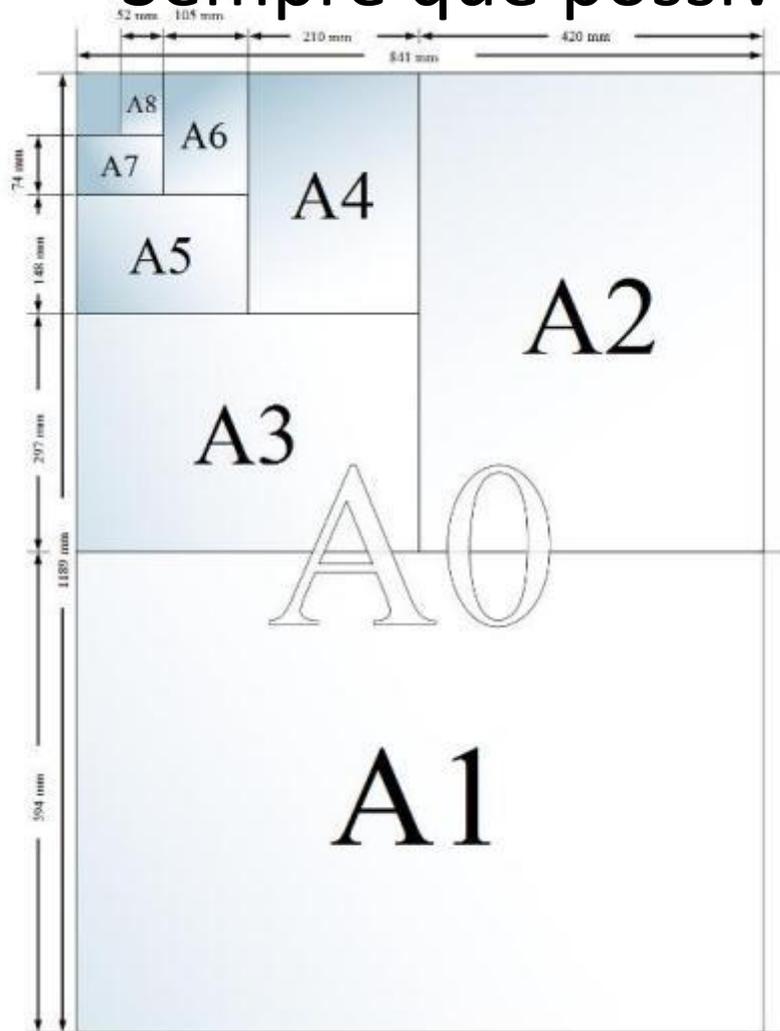
- A e B: dimensões no terreno (reais)

$$x \geq a = A / M$$

$$y \geq b = B / M$$

# Dimensões do Papel

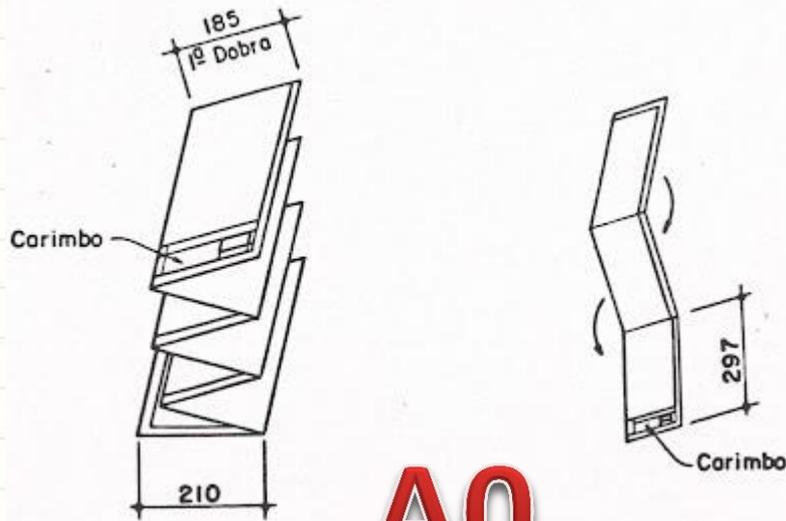
- Sempre que possível, adotar o padrão ABNT



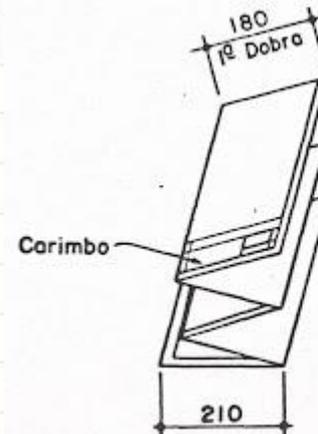
Formato	x (mm)	y (mm)	Área (m <sup>2</sup> )
A4	210	297	1/16
A3	297	420	1/8
A2	420	594	1/4
A1	594	841	1/2
A0	841	1.189	1

# Dimensões do Papel

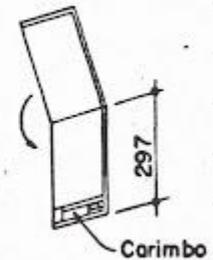
- No projeto deve sempre ser dobrado! ([vídeo](#))

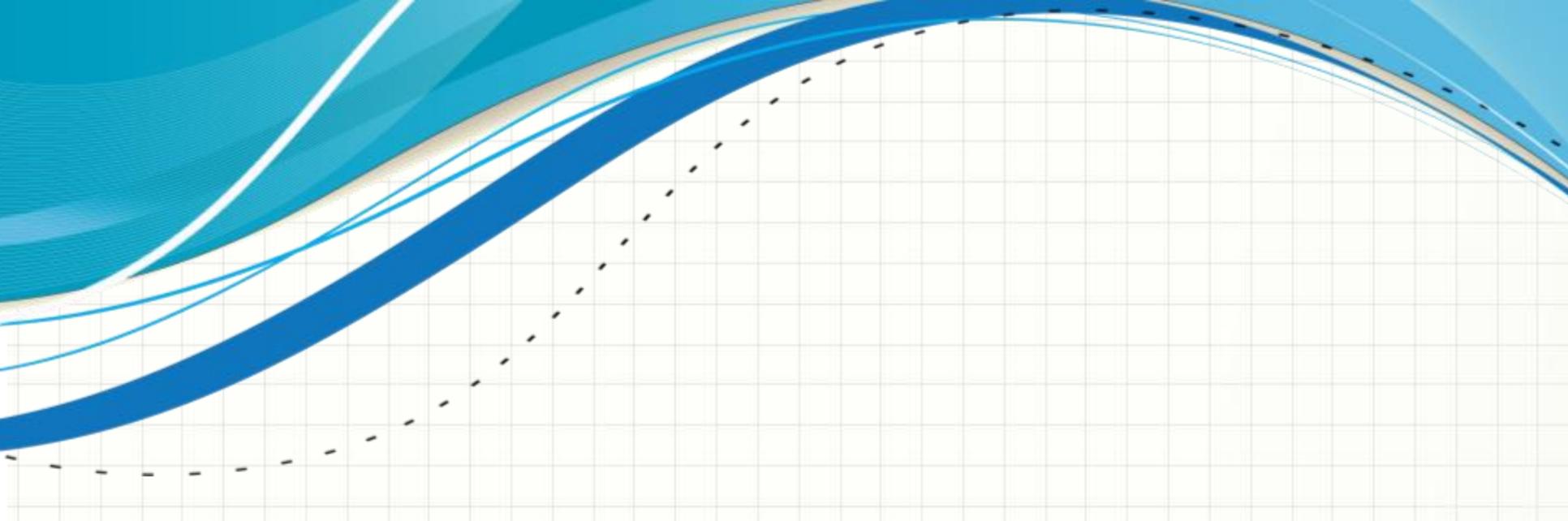


**A0**



**A1**





CONVENÇÕES:

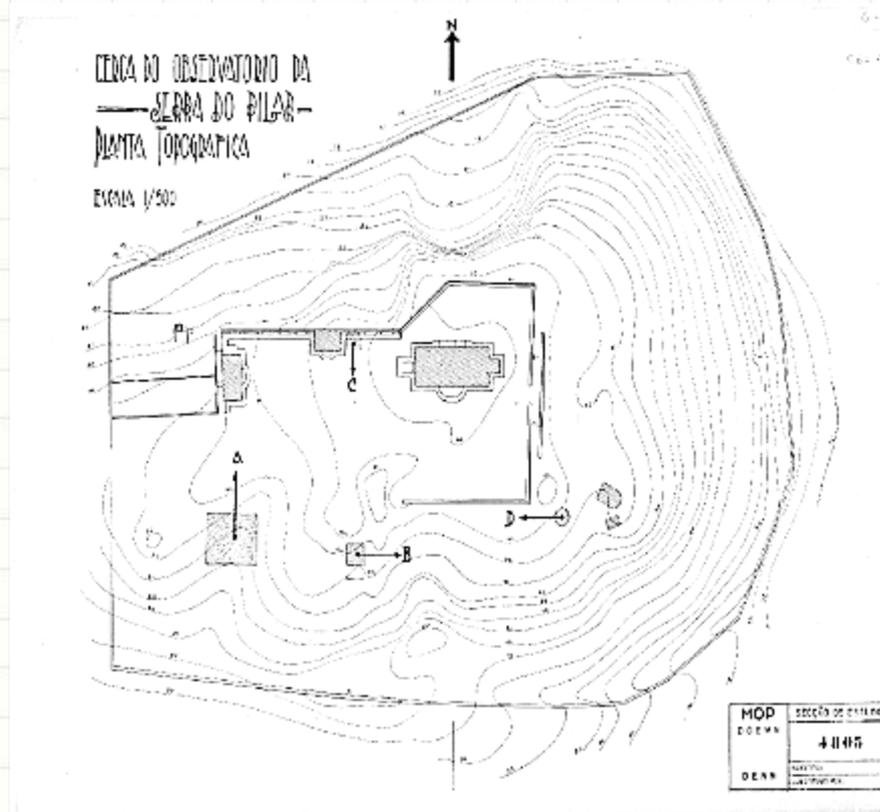
# ESCALAS USUAIS

# Escalas Práticas x Usuais

- Escalas práticas são aquelas que facilitam contas
  - 1:2
  - 1:2,5
  - 1:5
  - 1:10
  - 1:20
  - 1:25
  - 1:50
  - 1:100
  - 1:200
  - 1:250
  - 1:500
  - 1:1000
  - 1:2000
  - 1:2500
  - 1:5000
  - 1:10000
  - 1:20.000
  - 1:25.000
  - 1:50.000
  - 1:100.000
  - 1:200.000
  - 1:250.000
  - 1:500.000
  - 1:1.000.000

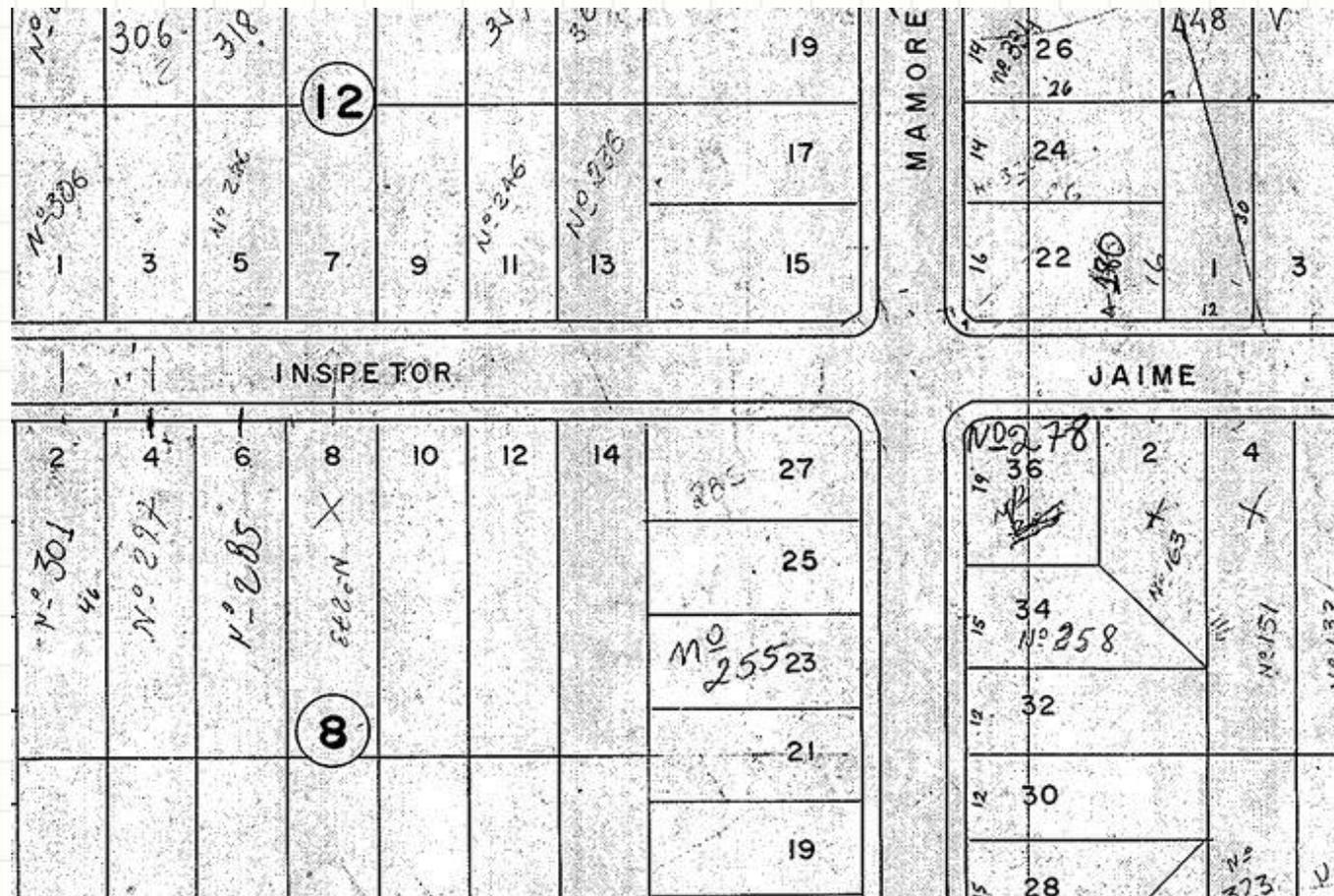
# Escalas Usuais

- **Plantas Topográficas:** até 1 : 10.000
  - Construção Civil: (1:) 20, 50, 100 e 200
  - Obras de grande porte: (1:) 500, 1.000, 2.000 e 10.000



# Escalas Usuais

- Plantas Cadastrais:
  - PMSP: (1:) 2.000 e 10.000

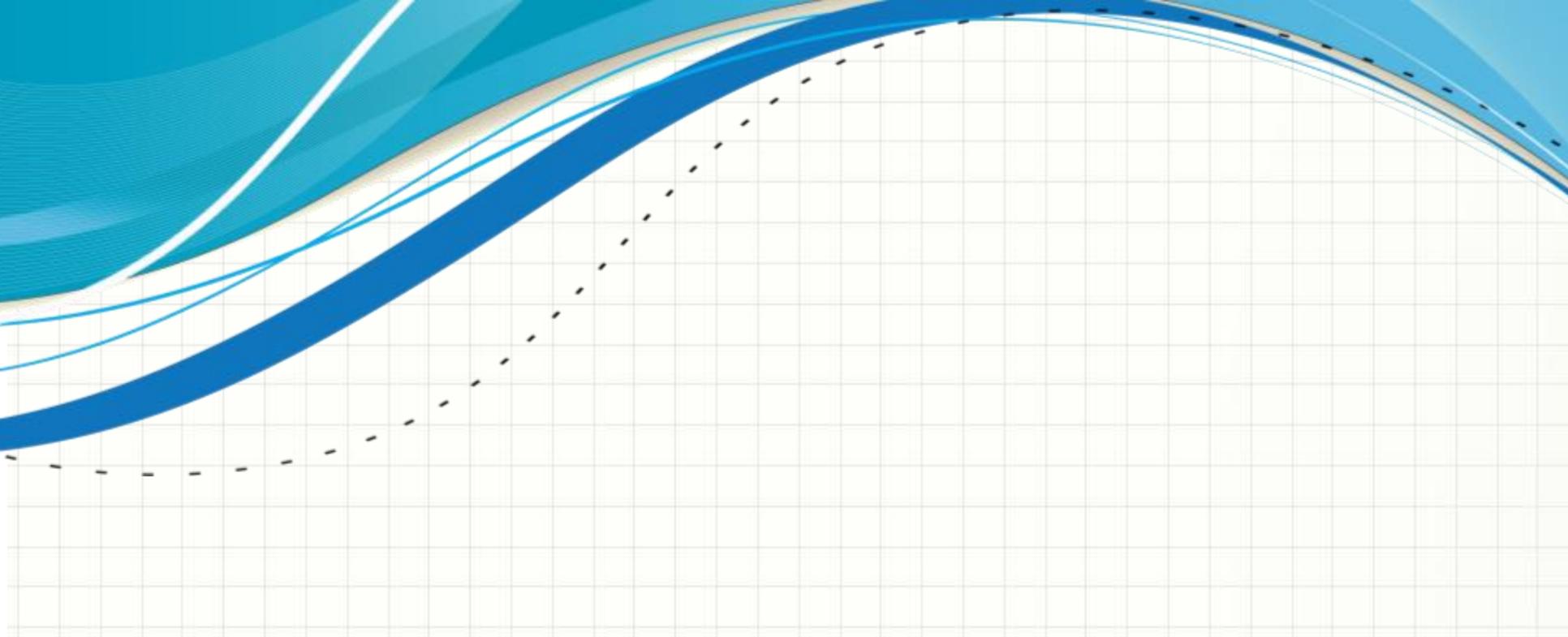




# Escalas Usuais

- **Mapas:** de 1:100.000 ou mais
  - Estados Brasileiros: 1:100.000
  - Brasil: 1:1.000.000, 1:5.000.000, 1:10.000.000





# EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

# Exercícios Resolvidos

1. Fornecidas as dimensões de diferentes levantamentos, determine o tamanho do papel a ser usado:

Formato	x (mm)	y (mm)	Área (m <sup>2</sup> )
A4	210	297	1/16
A3	297	420	1/8
A2	420	594	1/4
A1	594	841	1/2
A0	841	1.189	1

N (máx)	N (mín)	E (máx)	E (mín)	Escala
98,25	0,00	58,32	0,00	250
6.681,00	5.730,00	350,00	-880,00	1.000

# Exercícios Resolvidos

1. Fornecidas as dimensões de diferentes levantamentos, determine o tamanho do papel a ser usado:

N (máx)	N (mín)	E (máx)	E (mín)	Escala
98,25	0,00	58,32	0,00	250
6.681,00	5.730,00	350,00	-880,00	1.000

Formato	x (mm)	y (mm)
A4	210	297
A3	297	420
A2	420	594
A1	594	841
A0	841	1.189

Escala (M)	$\Delta N$ (m)	$\Delta E$ (m)	$\Delta N/M$ (mm)	$\Delta E/M$ (mm)	Papel (ABNT)	Direção
250	98,25	58,32	393(a)	233(b)	A3	V
1000	951,00	1230,00	951(a)	1230(b)	2A0	H

# Exercícios Resolvidos

2. Qual a melhor escala para a representação de um terreno de 600x1000m nas folhas A1 e A3?

Formato	x (mm)	y (mm)
A1	594	841
A3	270	420

# Exercícios Resolvidos

2. Qual a melhor escala para a representação de um terreno de 600x1000m nas folhas A1 e A3?

Formato	x (mm)	y (mm)
A1	594	841
A3	297	420

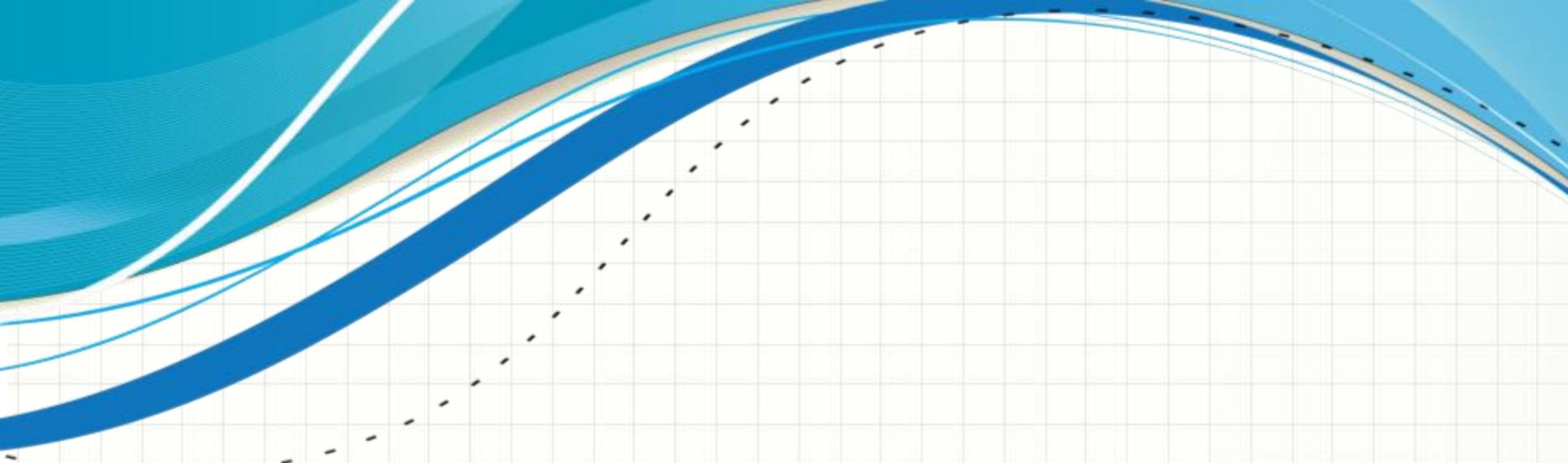
- A1 – Representar 600.000 em 594
  - $M \geq 600000/594 = 1010$
- A1 – Representar 1.000.000 em 841
  - $M \geq 1000000/841 = 1189$
- A1 – 1 : 2000

# Exercícios Resolvidos

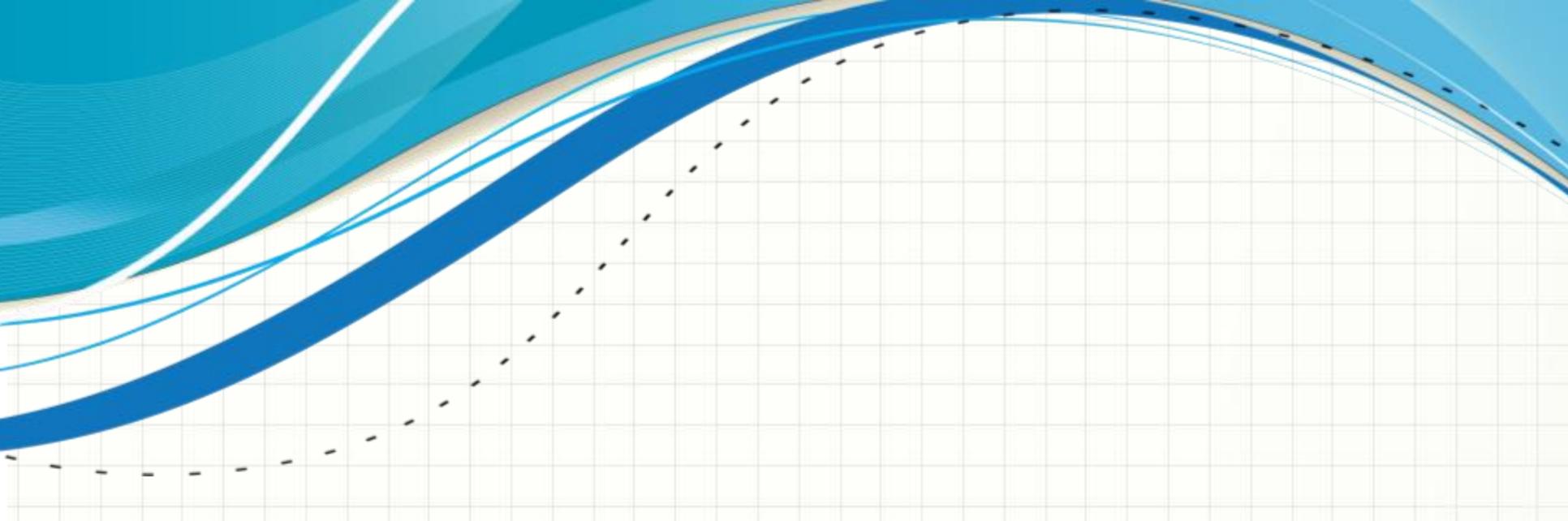
2. Qual a melhor escala para a representação de um terreno de 600x1000m nas folhas A1 e A3?

Formato	x (mm)	y (mm)
A1	594	841
A3	297	420

- A3 – Representar 600.000 em 297
  - $M \geq 600000/297 = 2020$
- A3 – Representar 1.000.000 em 420
  - $M \geq 1000000/420 = 2380$
- A3 – 1 : 2500



**PAUSA PARA O CAFÉ!**



# **INSTRUMENTOS COMUNS USADOS NA TOPOGRAFIA**

# Instrumentos Comuns

- Há uma infinidade de equipamentos usados
- Variam em finalidade e precisão
- Para medida de distância
  - Pernas (passos)
  - Corrente de Agrimensura
  - Metro de bambu
  - Trena/Fita (aço, fibra, plástico etc.)
  - Trena de Ultrassom
  - Nível
  - Teodolito
  - Distanciômetro Eletrônico
  - Estação Total

# Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
  - Pernas (passos)



# Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
  - Corrente de Agrimensura



**elo+haste+elo = 20 cm**



# Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
  - Metro de bambu



# Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
  - Trena/Fita (aço, fibra, plástico etc.)



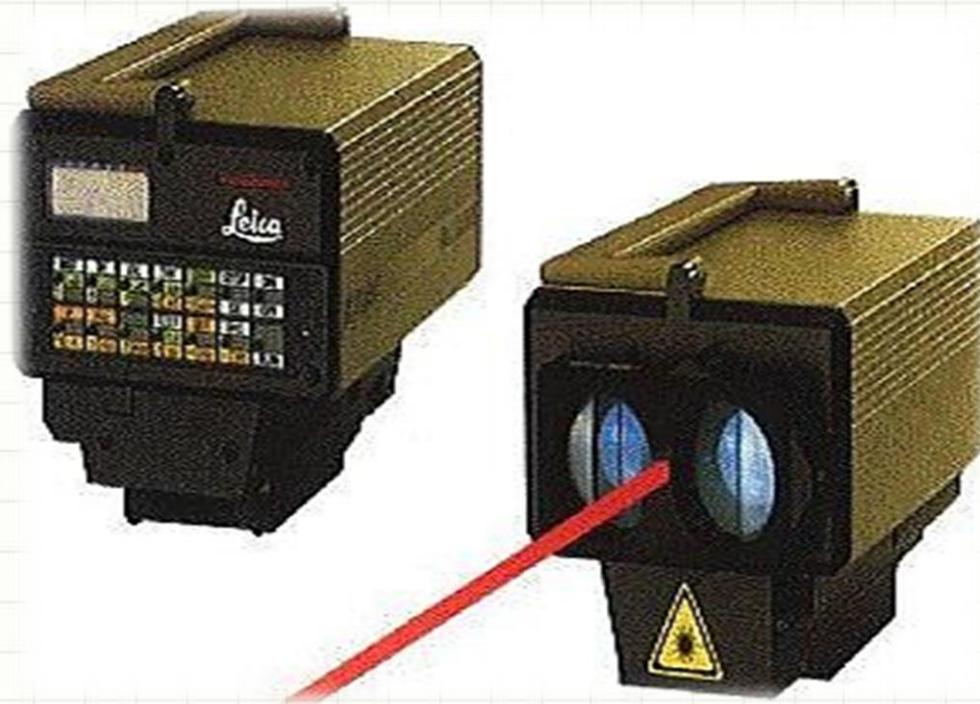
# Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
  - Trena de Ultrassom



# Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
  - Distanciômetro Eletrônico



# Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
  - Estação Total



**prisma refletor**

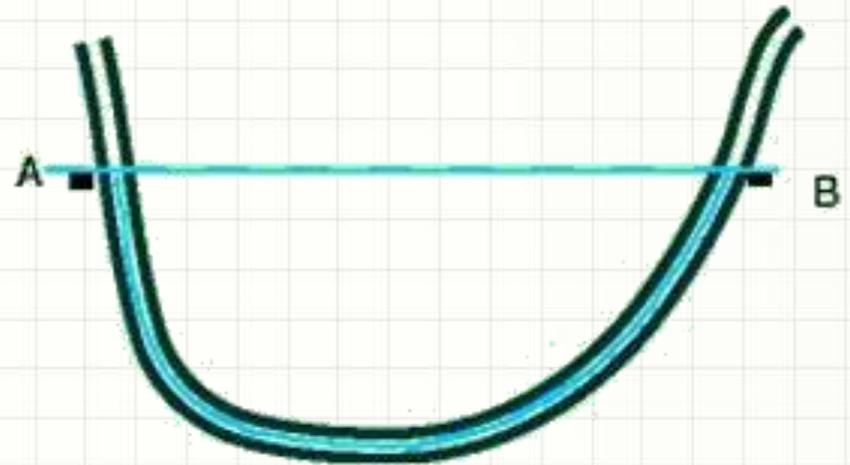


# Instrumentos Comuns

- Para medida de diferença de nível
  - Nível de mangueira
  - Taqueômetro
  - Teodolito com Retículos
  
- Para medida de ângulos horizontais/verticais
  - Bússola (h)
  - Teodolito (h/v)
  - Estação Total (h/v)

# Instrumentos Comuns

- Para medida de diferença de nível
  - Nível de mangueira (junto com os metros)



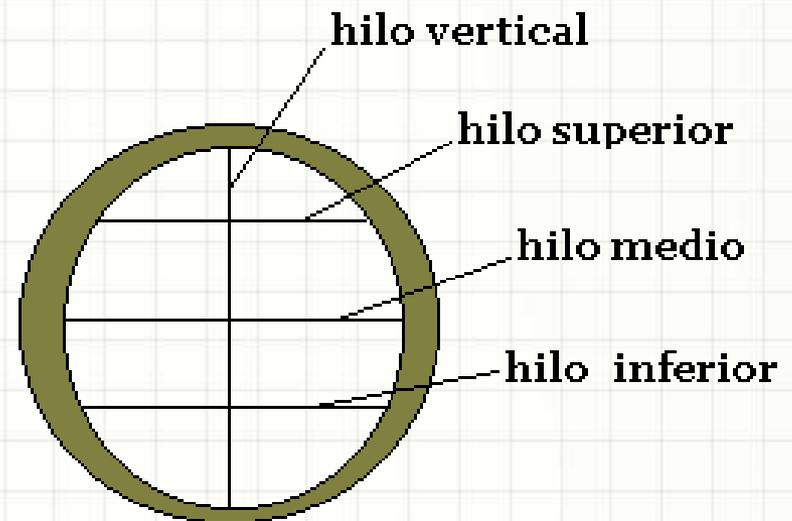
# Instrumentos Comuns

- Para medida de diferença de nível
  - Nível (junto com as miras)



# Instrumentos Comuns

- Para medida de diferença de nível
  - Taqueômetro
  - Teodolito com Retículos (estadia)



# Instrumentos Comuns

- Para medida de ângulos horizontais
  - Bússola



# Instrumentos Comuns

- Para medida de ângulos diversos
  - Teodolito



# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Tripé
  - Balizas
  - Fichas
  - Piquetes
  - Mira
  - Nível de cantoneira
  - Cadernetas de Campo

# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Tripé



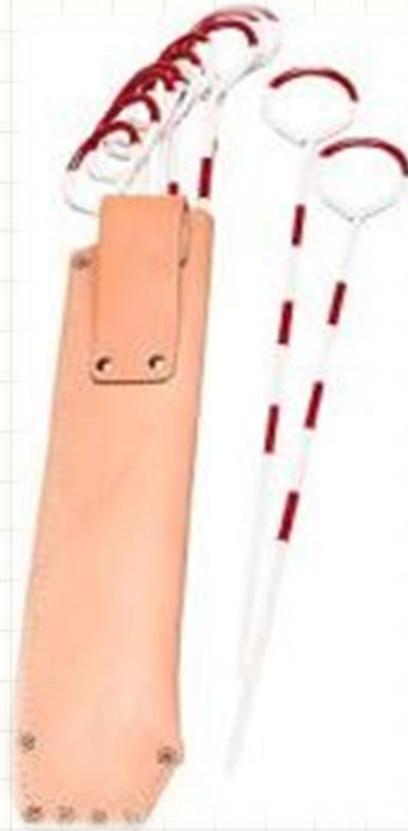
# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Balizas



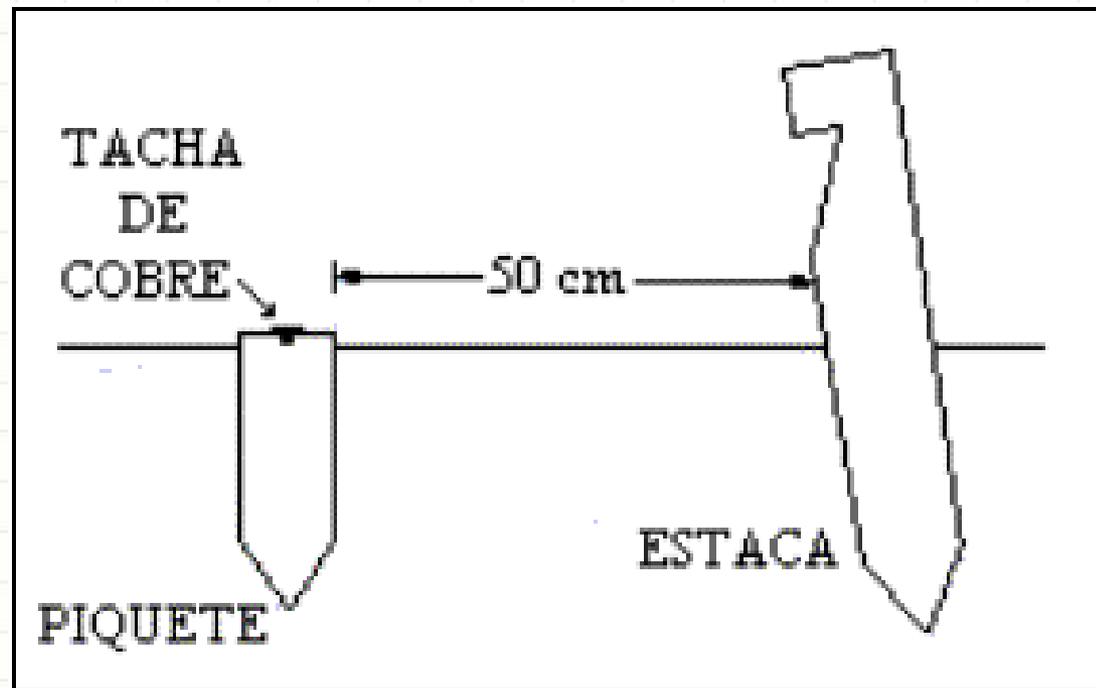
# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Fichas



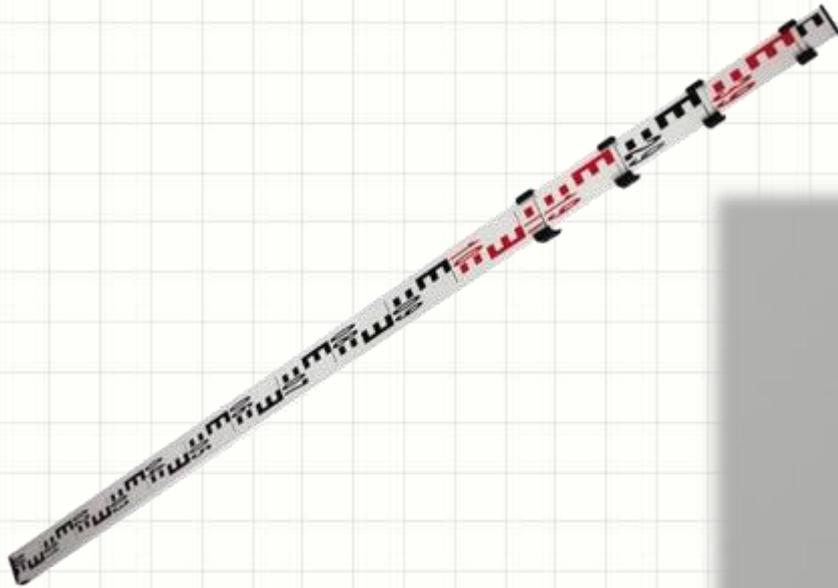
# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Piquetes e Estacas (madeira)



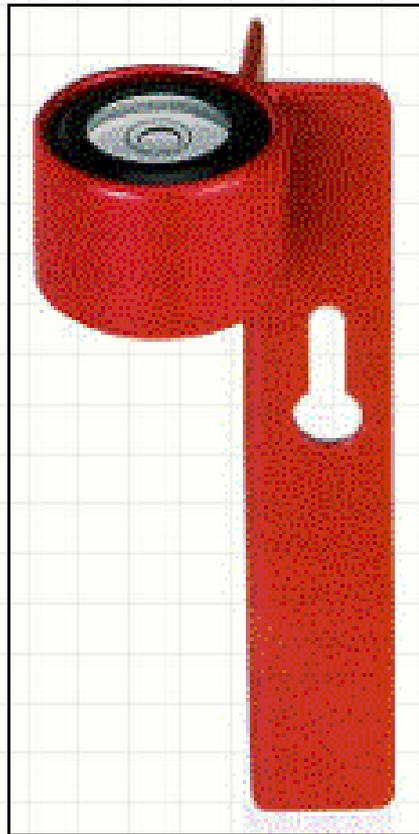
# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Mira



# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Nível de cantoneira

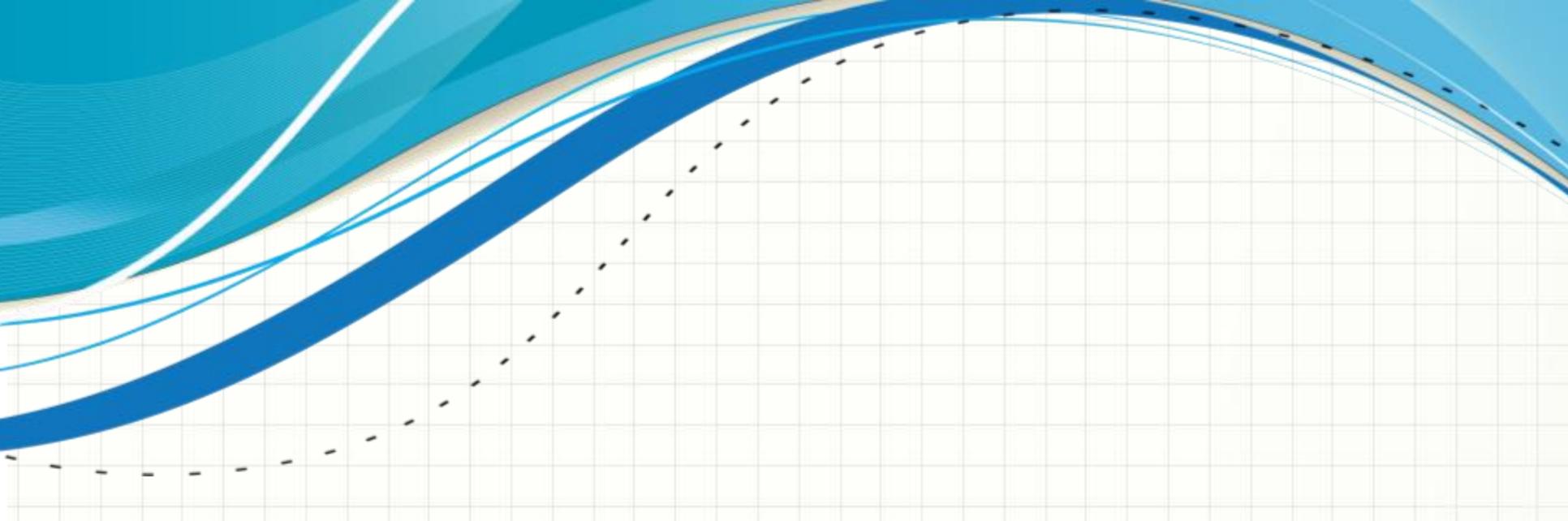


# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Cadernetas de Campo

ESTACA	DISTÂNCIA	DEFLEXÕES		AZIMUTES		OBS.
		ESQUERDA	DIREITA	LIDO	CALCULADO	
*1	—	—	—	—	—	
2						
3						
*4	—	—	—	—	—	
5						
*5+9,0	—	—	—	—	—	

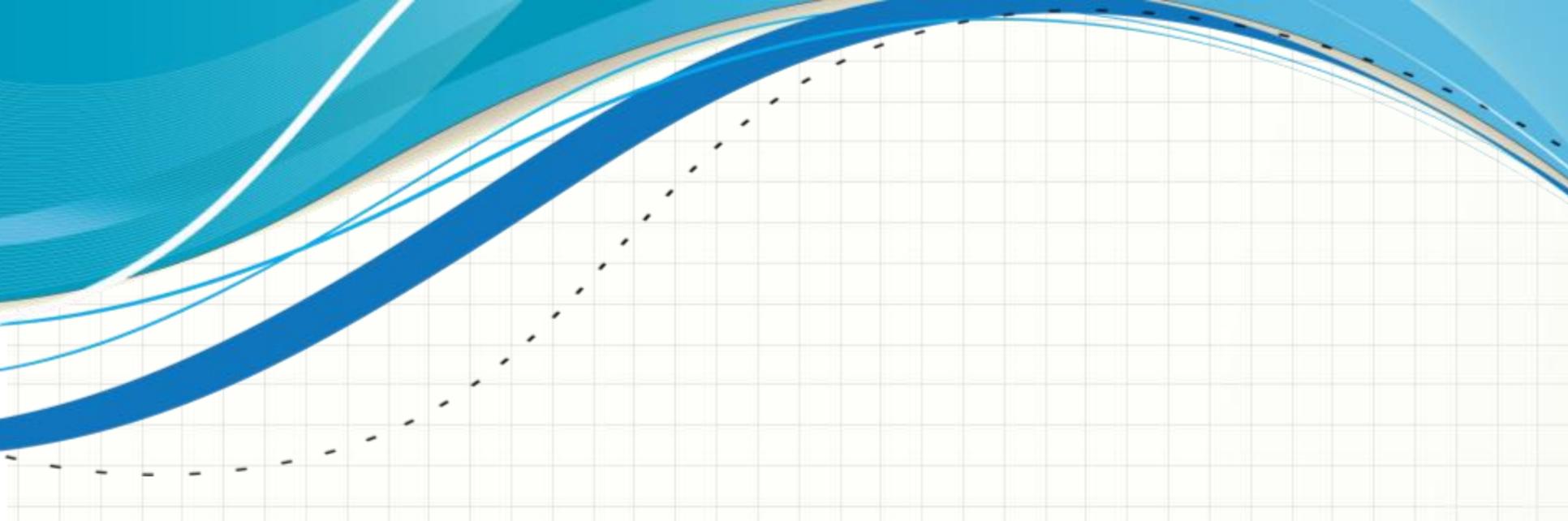
\*Estacionamento do trânsito



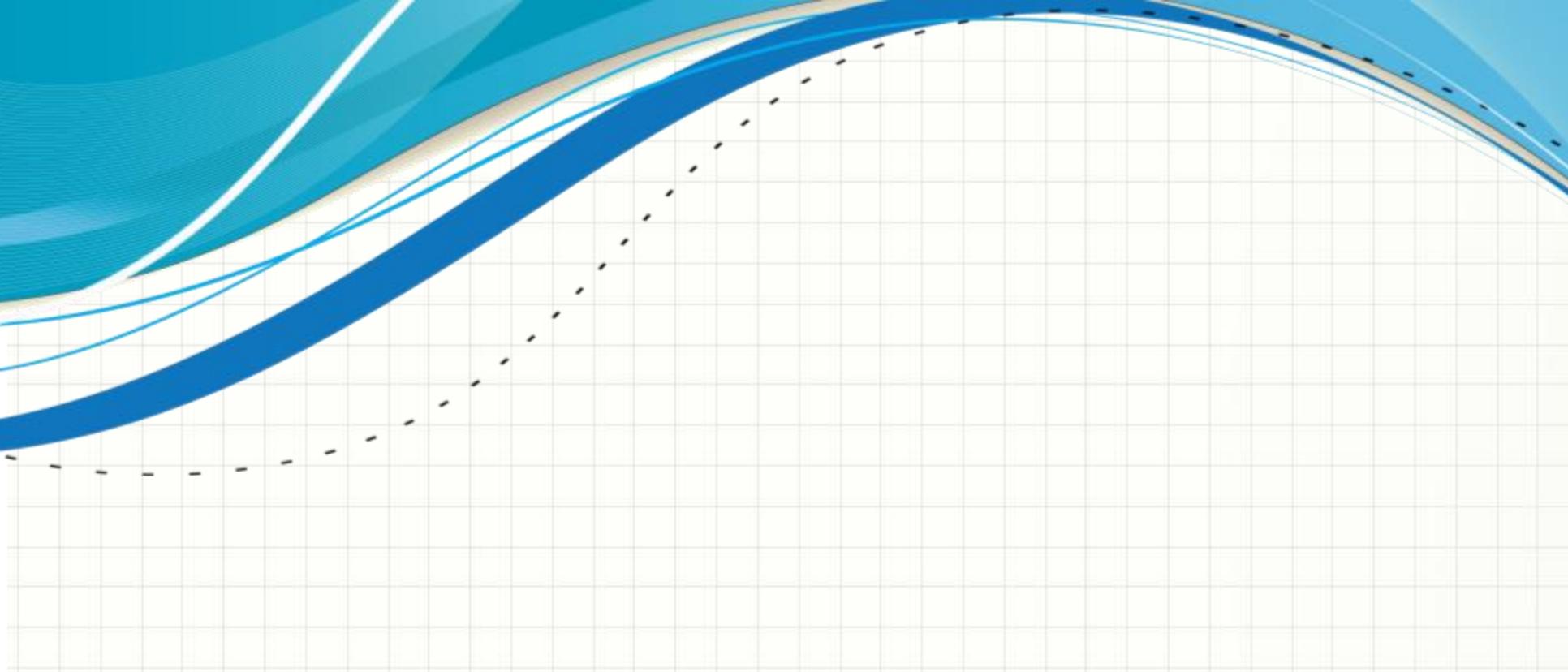
# CONCLUSÕES

# Resumo

- Medidas e escolha de escala são importantes
  - Finalidade + precisão → escala
  - Tamanho do papel: importante!
  - Há convenções de escala e tamanho do papel
  - Vários instrumentos usados na topografia
    - Variam em precisão e praticidade
- 
- Só medimos distâncias horizontais?
    - O que são cotas?
    - O que é altimetria?



**PERGUNTAS?**



**ATIVIDADE**

# Exercício (Quartetos/Entrega Individual)

- Cada aluno do grupo deve medir o tamanho da sala de aula em passos.
- Cada aluno deve converter a sua medida em passos para metros
- Tire a média de cada medida
- Desenhar um croqui da sala de aula, incluindo:
  - porta
  - lousa

# Atividade (Quartetos/Entrega Individual)

1. Cada um dos membros do grupo deve medir a sala (usando trena, régua ou outro instrumento com gradação em mm).
2. Indique a precisão do instrumento.
3. Tire a média das medidas obtidas.
4. Selecione a melhor escala para representar a sala de aula em uma folha A4.
5. Represente a sala de aula na folha A4.
6. Compare o resultado com o da aula anterior