



# TOPOGRAFIA

## MEDIDAS, ESCALAS E INSTRUMENTOS

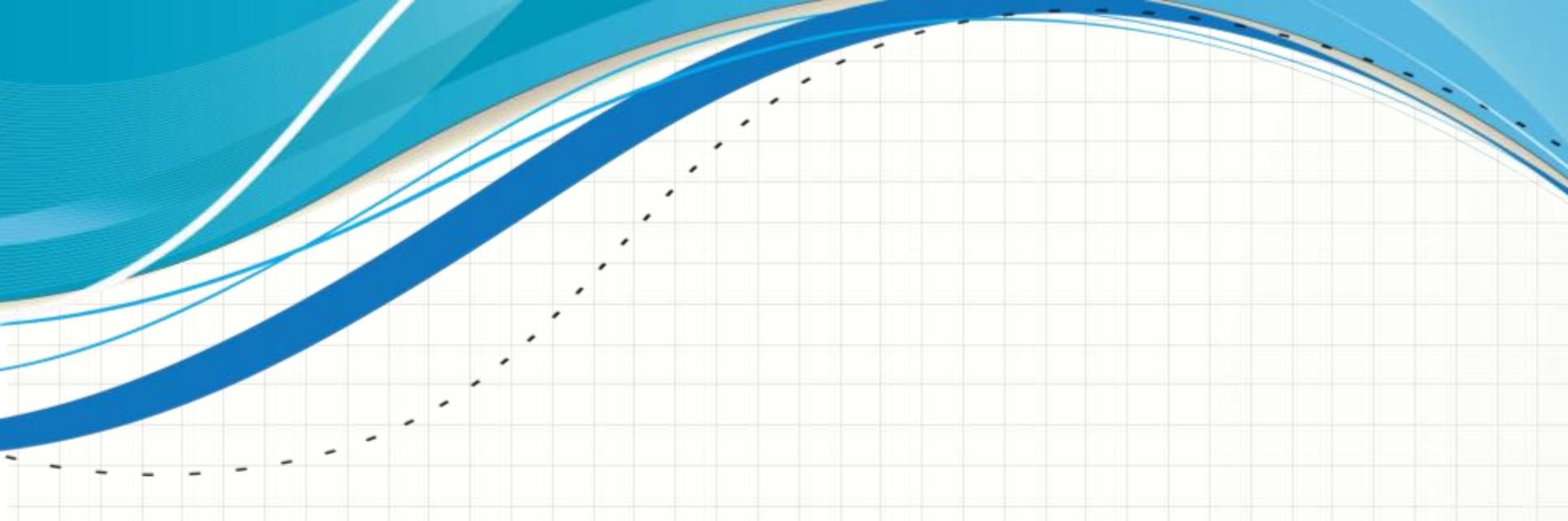
Prof. Dr. Daniel Caetano

2013 - 1

# Objetivos

- Compreender o que é medir
- Compreender o que é precisão de medida
- Conhecer as diferentes escalas usadas na topografia
- Conhecer alguns dos instrumentos básicos do topógrafo





# MEDIÇÃO E PRECISÃO

# O que é medir?

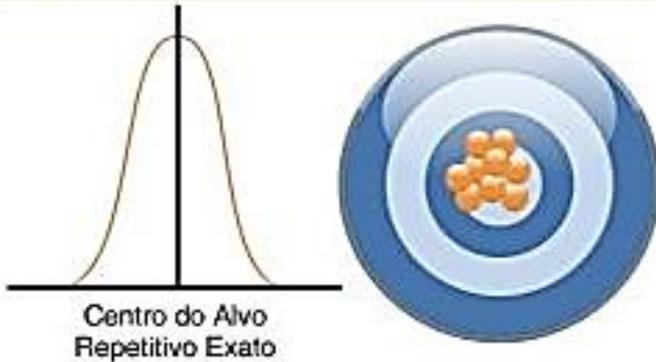
- Estamos habituados com a ação...
  - Mas... com definir “medir”?
- Medir é o ato de **comparar**
  - Compara-se uma grandeza...
  - Com uma unidade de mesma grandeza...
  - Obtendo-se um número
- Quantas vezes o objeto medido é maior que a grandeza unitária
- Ex.: Um corredor de comprimento 10 m
  - Seu comprimento é igual a 10 vezes 1 metro

# O que é medir?

- O que é um metro?
  - Se a Terra fosse esférica...
    - $1\text{m} = 1/40.000.000$  da circunferência da Terra
  - Mas a Terra não é esférica...
    - Espaço percorrido pela luz em  $1/299\ 792\ 458$  segundos.
- As medidas são exatas?
- As medidas são precisas?
- O que é ser **exato** e o que é ser **preciso**?

# Precisão x Exatidão

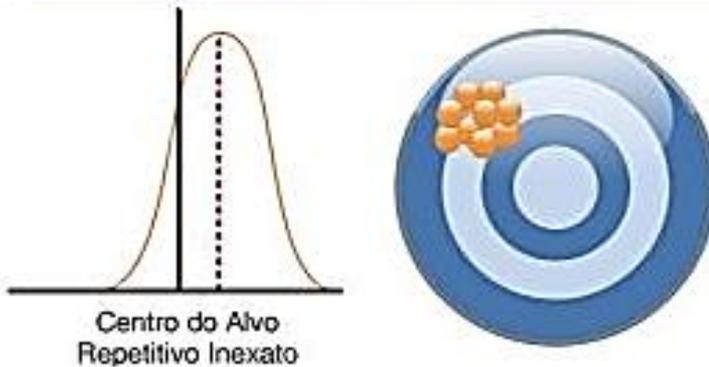
## Exato e preciso



## Exato mas não preciso



## Preciso mas não exato



## Não preciso e não exato



# Precisão x Exatidão

- Deficiência Exatidão
  - Erro Grosseiro
  - Erro Sistemático
  - Erro Acidental
- Problemas na Precisão
  - Graduação do instrumento de medida
    - Precisão do Instrumento
- Qual a precisão de uma régua graduada em centímetros?
- 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 real x representada
- Indicação:

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

- Exemplo:

Escala 1 : 10.000

- Significa que 1 cm no desenho equivale a 10.000 cm (ou 100m) na realidade

# Escolha da Escala

- Fundamento: finalidade do levantamento
- Detalhe **D** precisa ser representado no mínimo com tamanho **d**, basta escolher **M** tal que:

$$M \leq D/d$$

- Exemplo:

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

# Escolha da Escala

- Exemplo:

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

$$M \leq D/d$$

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

- 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 um tamanho de 2mm

$$M \leq D/d$$

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

- 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!

# Erro de Graficismo

- Erro que o desenhista comete ao marcar pontos no desenho
  - Acuidade visual
  - Habilidade média
  - Qualidade dos instrumentos
  
- Erro de graficismo máximo aceitável:
  - 0,20 mm ou 0,25 mm

# Precisão da Escala

- Corresponde ao erro de graficismo aceitável
  - Conversão do erro para as dimensões reais
- Exemplo: erro de graficismo 0,2 mm, em uma escala 1 : 10.000 resulta em um erro de 2 m.
- Para muitas obras esse erro é inviável... exigindo assim uma escala maior!

# Precisão das Medidas em Campo

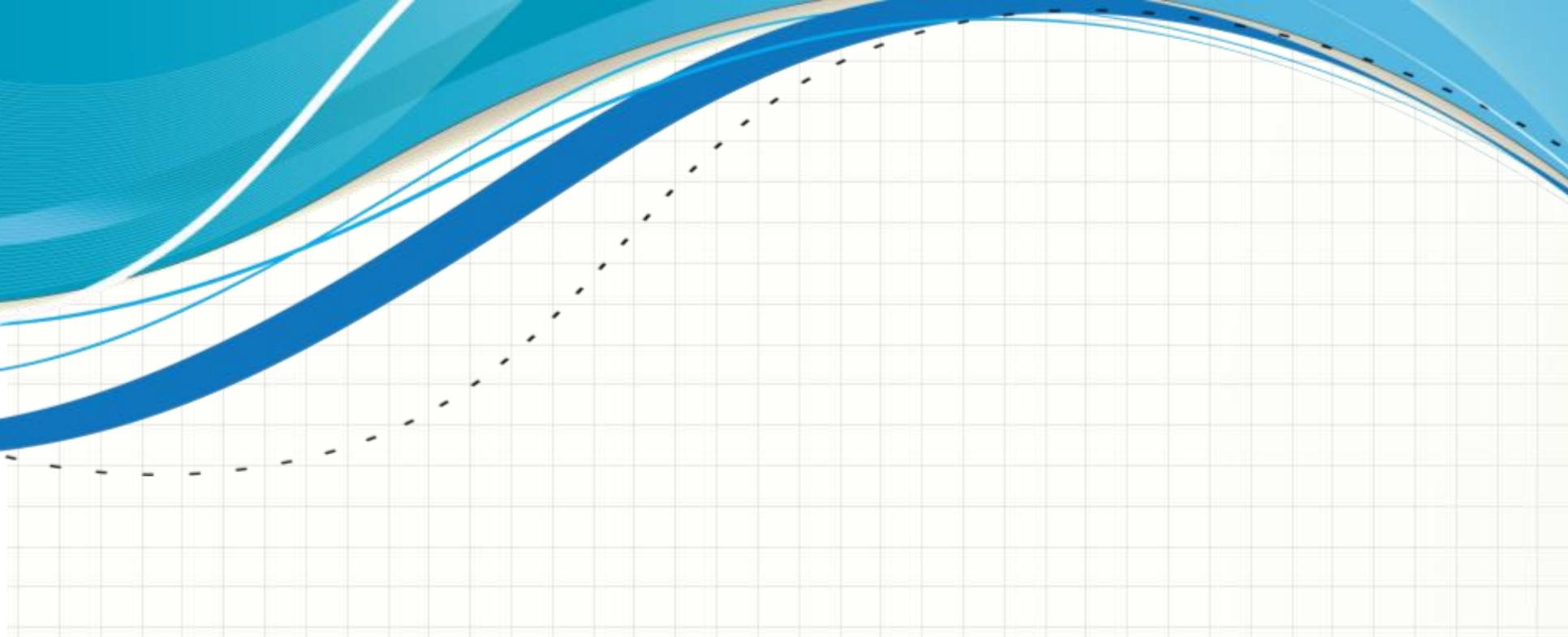
- Com que precisão devemos medir em campo?
- Mais precisão → Maior custo
- A menor precisão que atenda aos critérios!
- Qual é essa?
- A precisão tal que os erros do campo sejam inferiores a  $E_g \cdot M$
- **Exemplo:** numa escala 1 : 10.000 em que o  $E_g \cdot M = 2 \text{ m}$ , não faz sentido medir, em campo, com precisão maior que 1m.

# 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 para as escalas:

1:500, 1:1.000 e 1:10.000

# Exercícios Resolvidos

1. Determinar a precisão mínima para as escalas:

1:500, 1:1.000 e 1:10.000

- $E_g = 0,2\text{mm}$
- 1:500  $\rightarrow 0,2 * 500 = 0,1\text{m}$
- 1:1000  $\rightarrow 0,2 * 1000 = 0,2\text{m}$
- 1:10000  $\rightarrow 0,2 * 10000 = 2\text{m}$

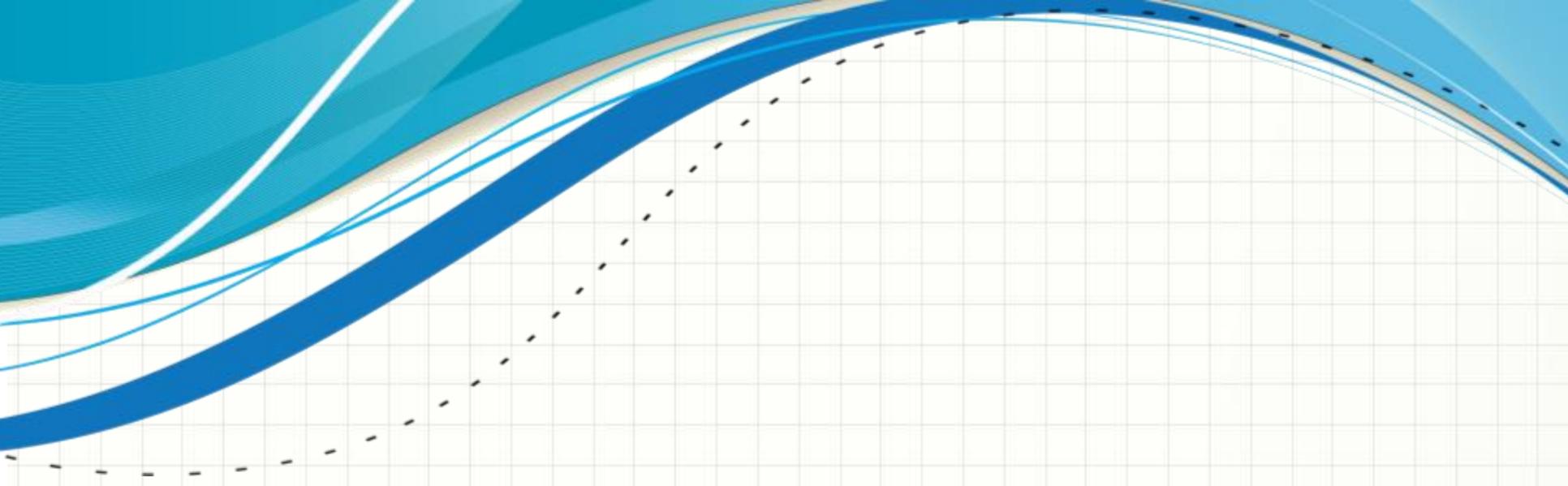
# Exercícios Resolvidos

2. Em um terreno deseja representar as curvas de nível com espessura 0,2mm e separação mínima de 1mm entre elas. Supondo trechos acidentados, com inclinação de 100% (espaçamento vertical = horizontal), para curvas de 1m em 1m, 5m em 5m e 20m em 20m.

# Exercícios Resolvidos

2. Em um terreno deseja representar as curvas de nível com espessura 0,2mm e separação mínima de 1mm entre elas. Supondo trechos acidentados, com inclinação de 100% (espaçamento vertical = horizontal), para curvas de 1m em 1m, 5m em 5m e 20m em 20m.

- Detalhe a representar: 1,2mm
- $M \leq D / d$
- 1m:  $M \leq 1000 / 1,2 = 833,33... \quad 1 : 500$
- 5m:  $M \leq 5000 / 1,2 = 4166,66... \quad 1 : 2000$
- 20m:  $M \leq 20000 / 1,2 = 16666,66... \quad 1 : 10000$

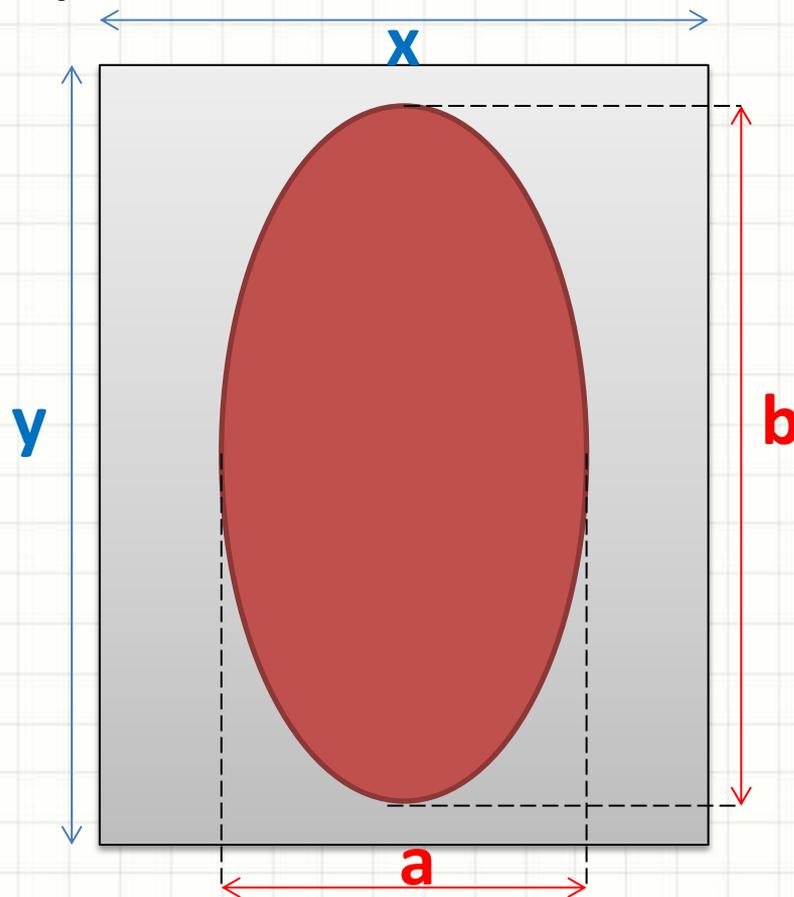


**CONVENÇÕES:**

# **DIMENSÕES DO PAPEL**

# Dimensões do Papel

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



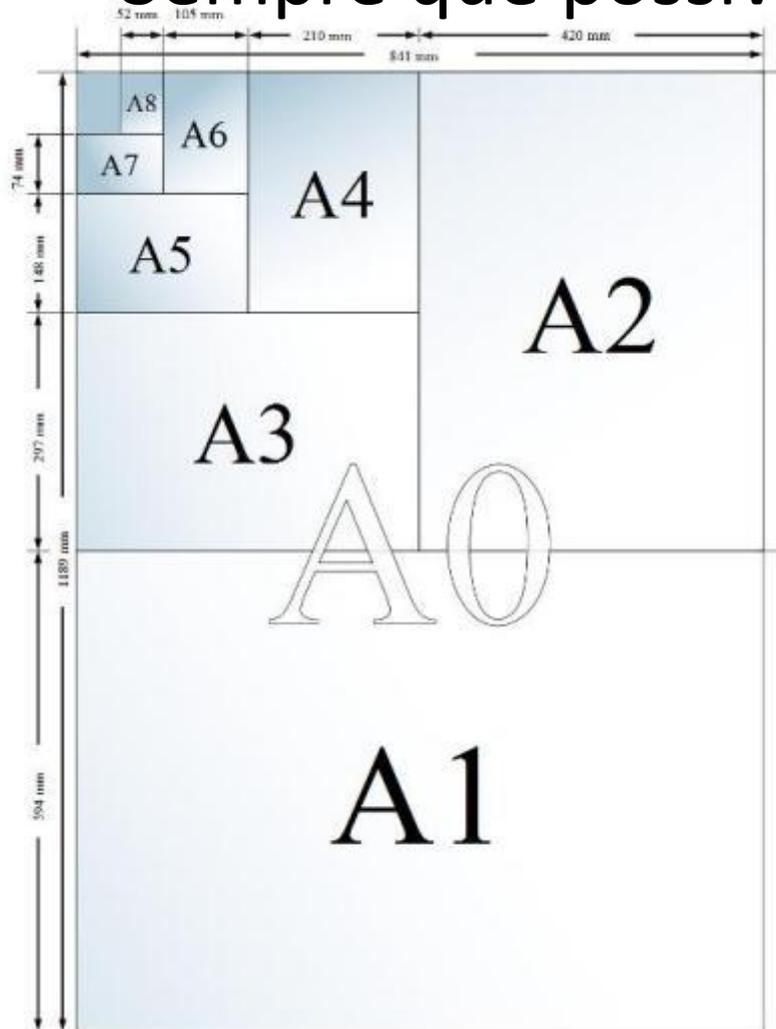
- A e B: dimensões no terreno

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

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

# Dimensões do Papel

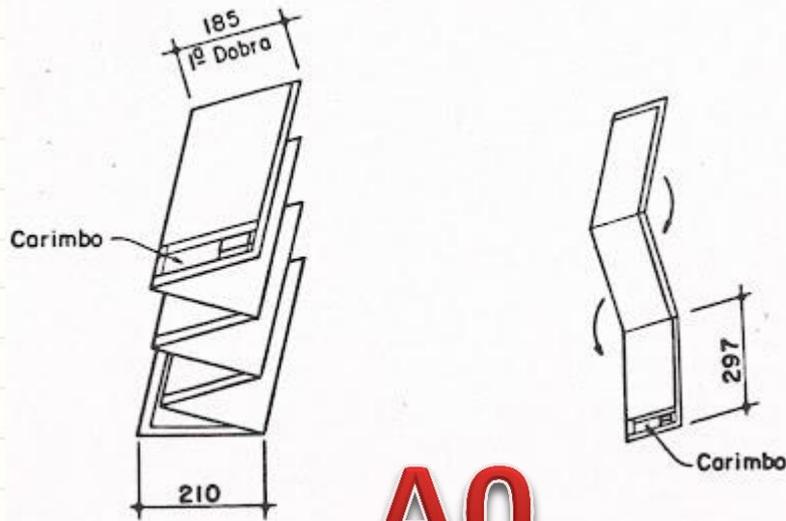
- Sempre que possível, adotar o padrão ABNT



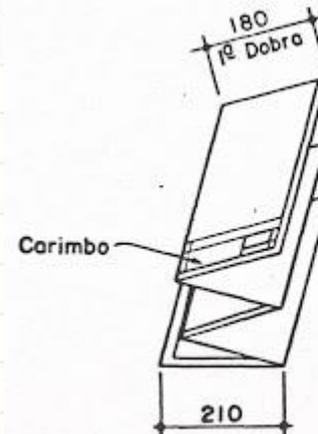
Formato	x (mm)	y (mm)	Área (m <sup>2</sup> )
A4	210	297	1/16
A3	297	420	1/8
A2	420	594	1/4
A1	594	841	1/2
A0	841	1.189	1

# Dimensões do Papel

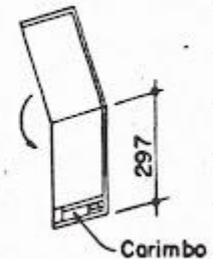
- No projeto deve sempre ser dobrado! (vídeo)

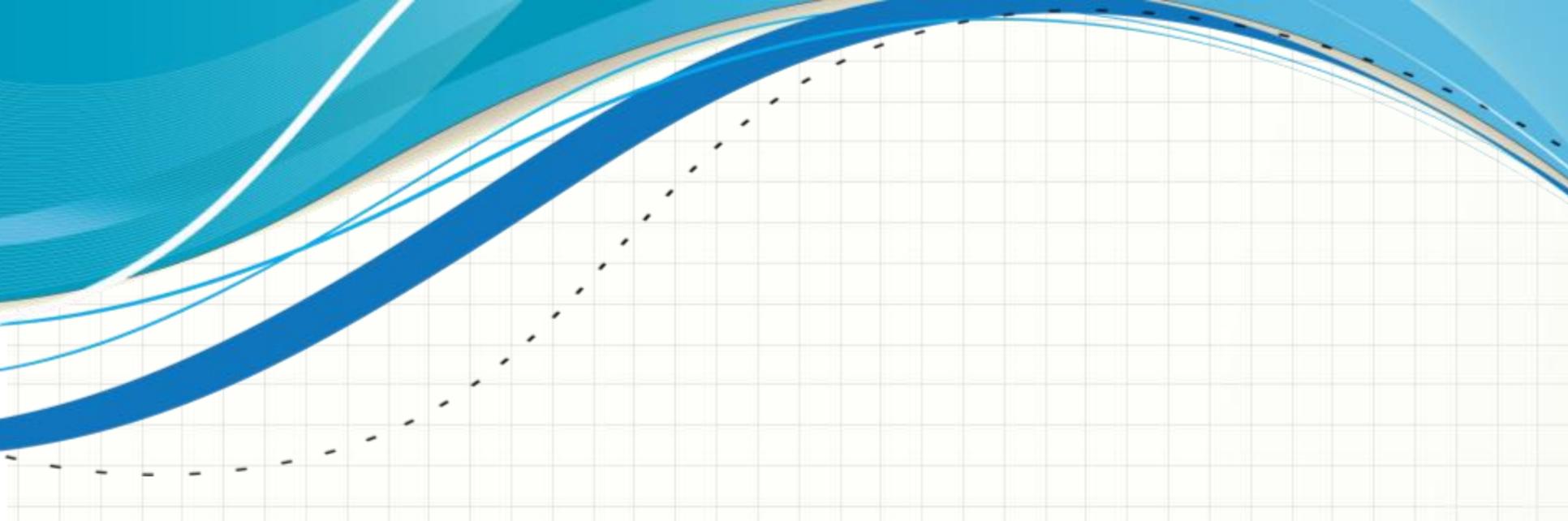


**A0**



**A1**



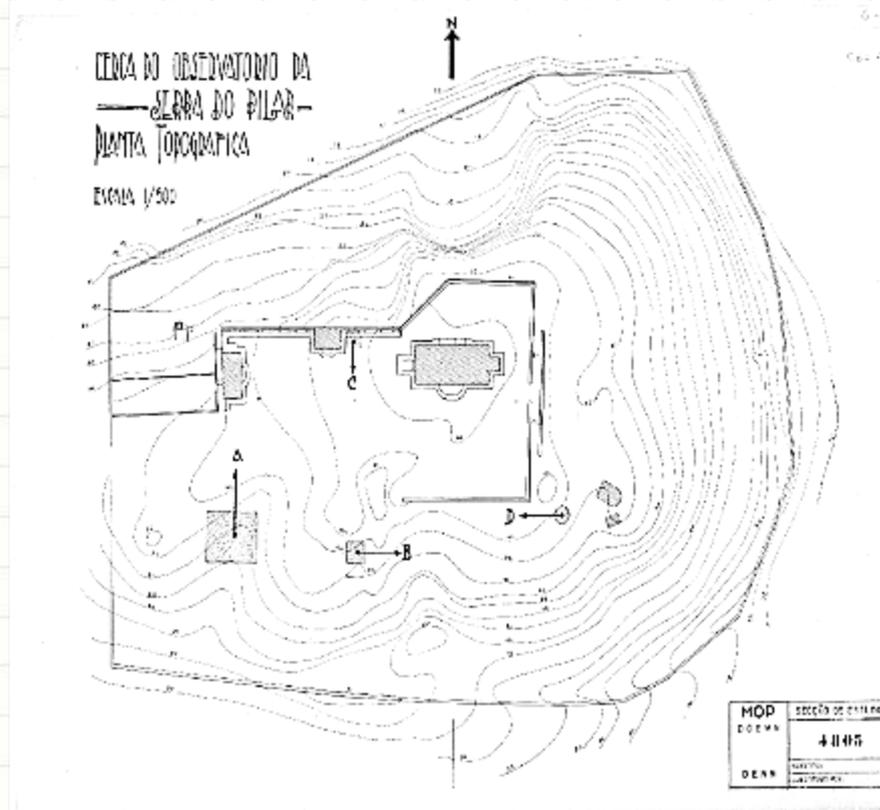


**CONVENÇÕES:**

# **ESCALAS USUAIS**

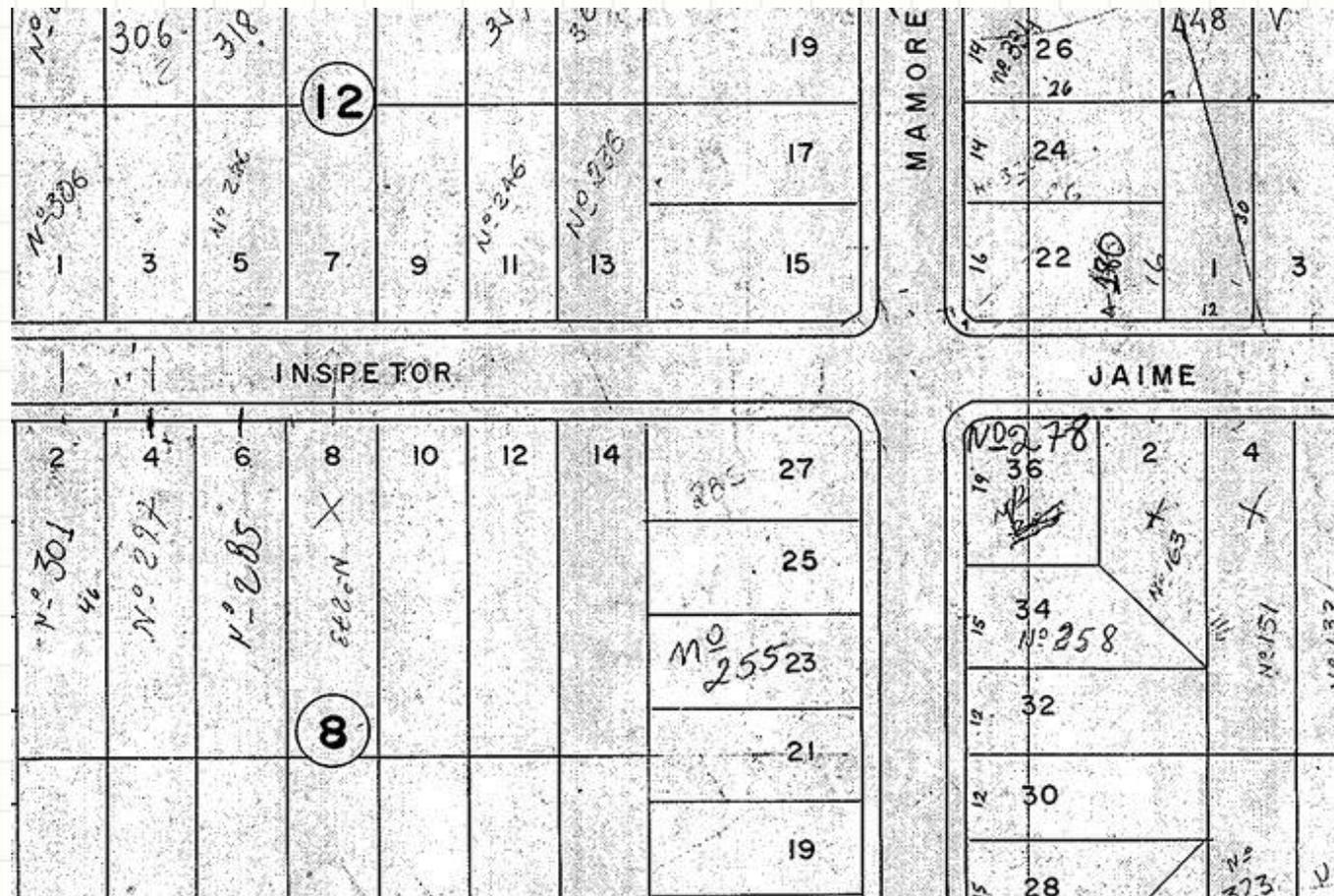
# Escalas Usuais

- **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

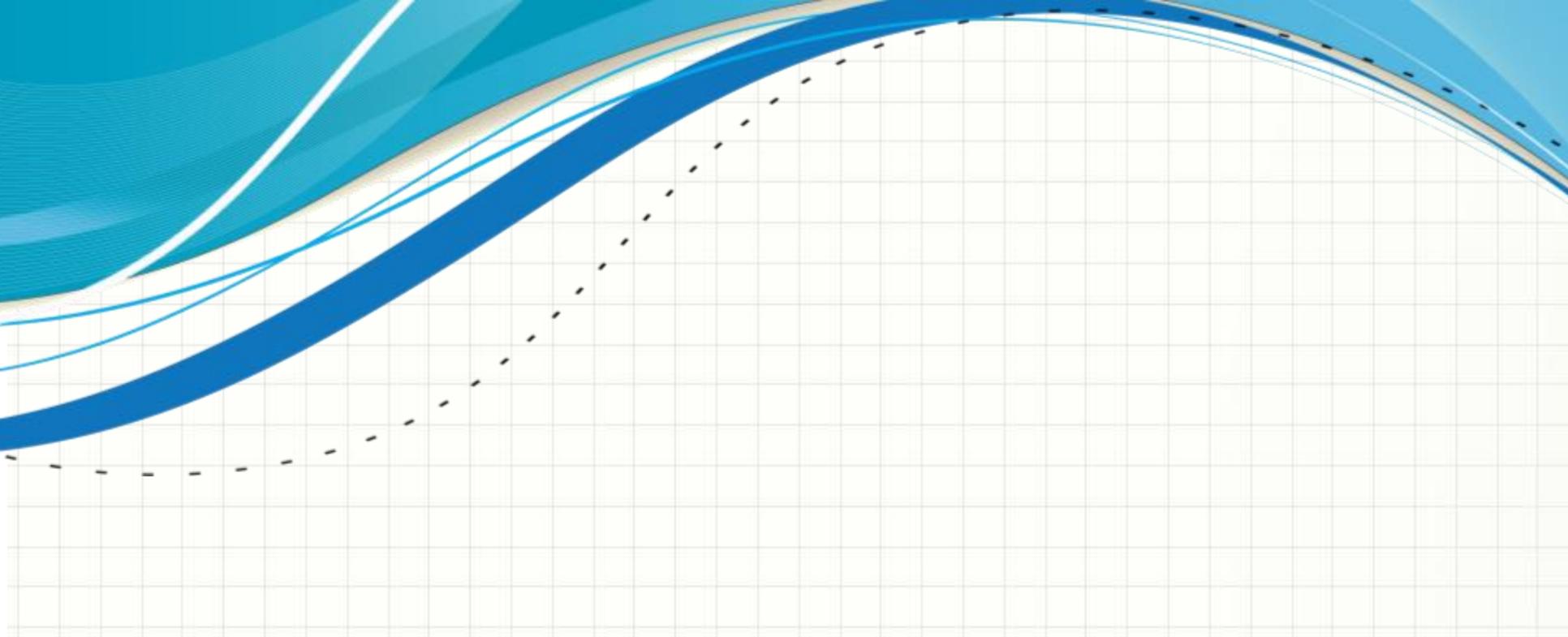




# Escalas Usuais

- **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
1.458,00	1.253,30	10.180,50	9.983,20	500
6.681,00	5.730,00	350,00	-880,00	1.000
16.070,00	10.240,00	17.090,00	9.170,00	10.000

# 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
1.458,00	1.253,30	10.180,50	9.983,20	500
6.681,00	5.730,00	350,00	-880,00	1.000
16.070,00	10.240,00	17.090,00	9.170,00	10.000

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
500	204,70	197,30	410(b)	395(a)	A2	H ou V
1000	951,00	1230,00	951(a)	1230(b)	2A0	H
10000	5830,00	7920,00	583(a)	792(b)	A1	H

# Exercícios Resolvidos

2. Qual a melhor escala para a representação de um terreno de 600m x 1000m nas folhas A1 e A2?

# Exercícios Resolvidos

2. Qual a melhor escala para a representação de um terreno de 600m x 1000m nas folhas A1 e A2?

Formato	x (mm)	y (mm)
A2	420	594
A1	594	841

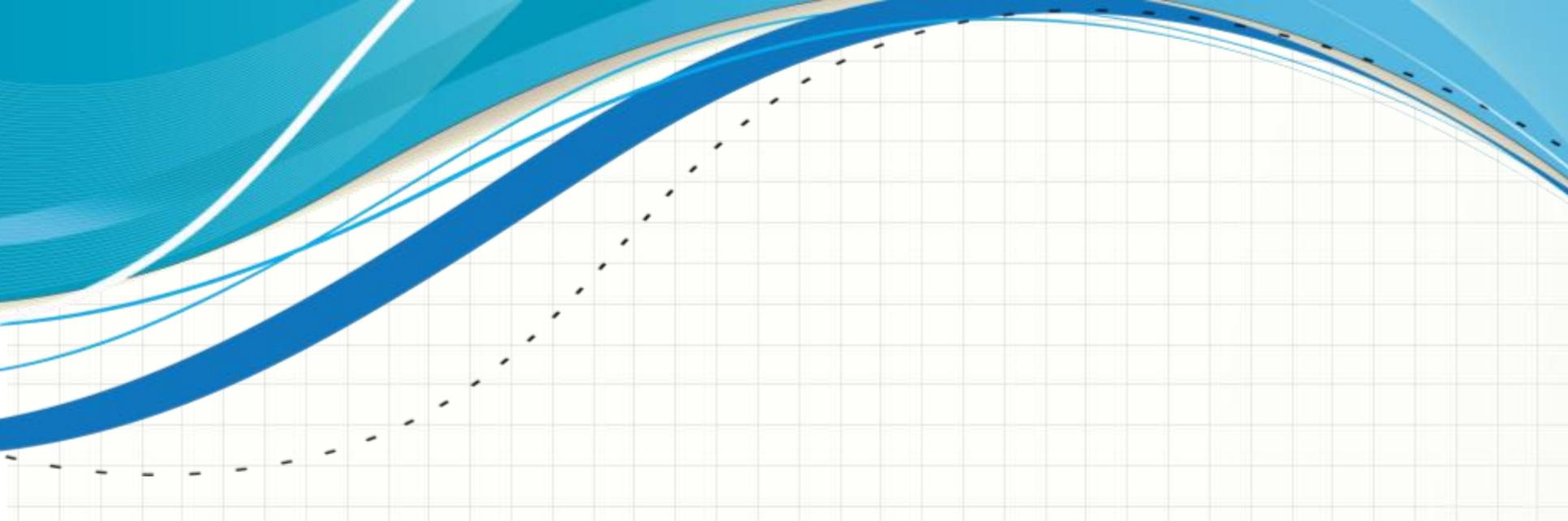
- A2 – Representar 600.000 em 420
  - $M \geq 600000/420 = 1428$
- A2 – Representar 1.000.000 em 594
  - $M \geq 1000000/594 = 1683$
- A2 – 1 : 2000

# Exercícios Resolvidos

2. Qual a melhor escala para a representação de um terreno de 600m x 1000m nas folhas A1 e A2?

Formato	x (mm)	y (mm)
A2	420	594
A1	594	841

- 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



# **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
  - 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
  - Teodolito



# Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
  - Distanciômetro Eletrônico



# Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
  - Estação Total



**prisma refletor**

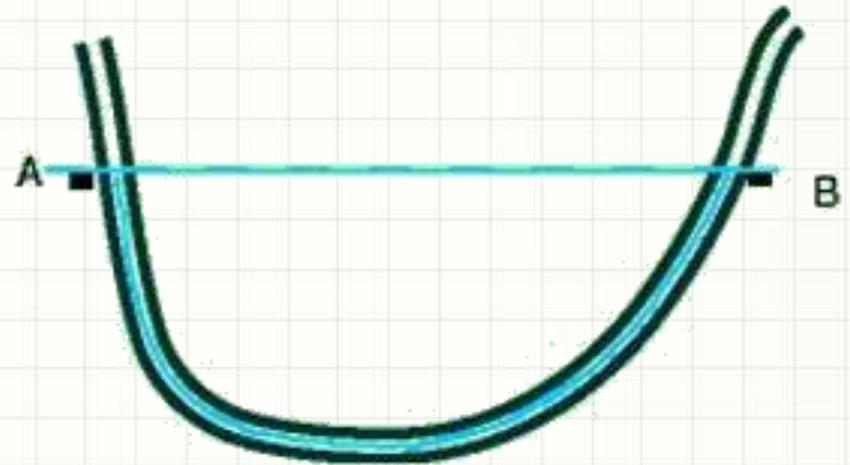


# Instrumentos Comuns

- Para medida de diferença de nível
  - Nível de mangueira
  - Taqueômetro
  - Teodolito com Retículos
  
- Para medida de ângulos horizontais
  - Bússola
  - Teodolito
  - Estação Total

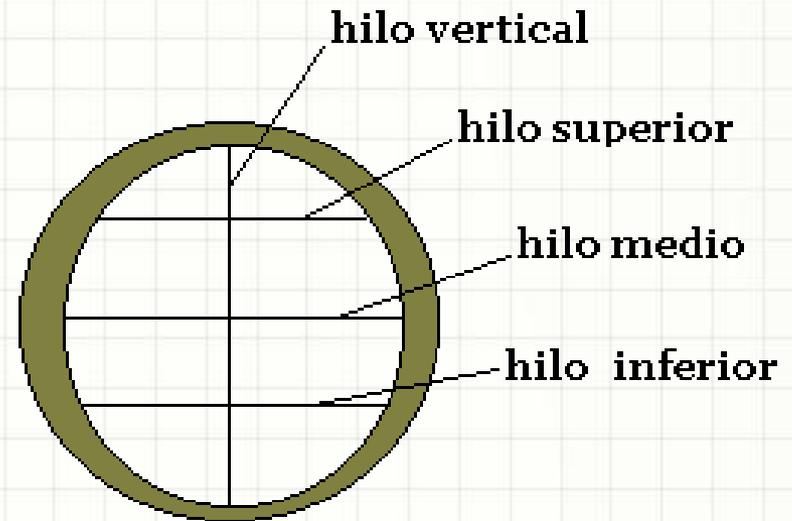
# Instrumentos Comuns

- Para medida de diferença de nível
  - Nível de mangueira



# Instrumentos Comuns

- Para medida de diferença de nível
  - Taqueômetro
  - Teodolito com Retículos



# Instrumentos Comuns

- Para medida de ângulos horizontais
  - Bússola



# 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



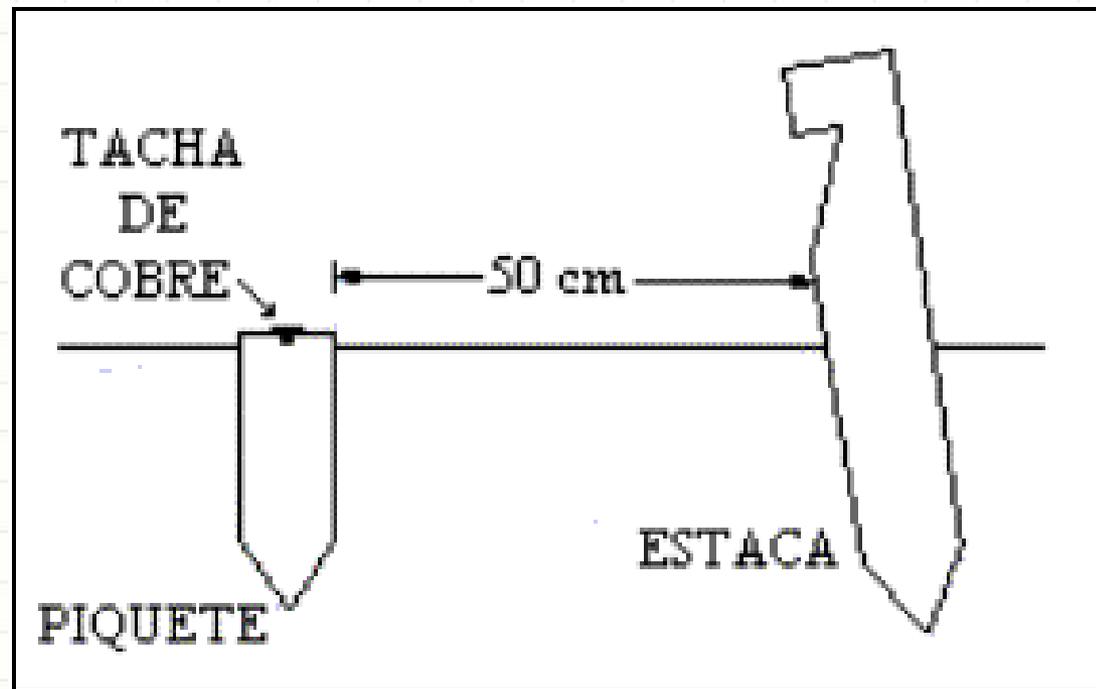
# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Fichas



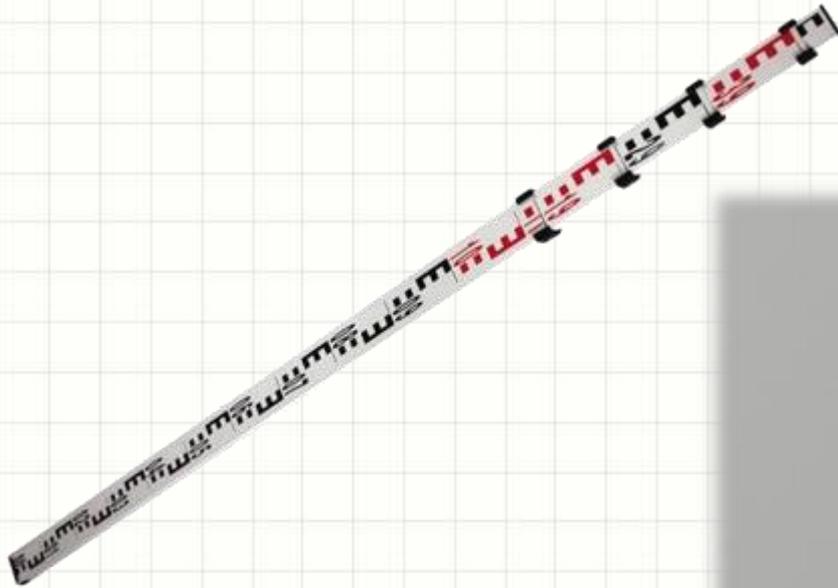
# Instrumentos Comuns

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



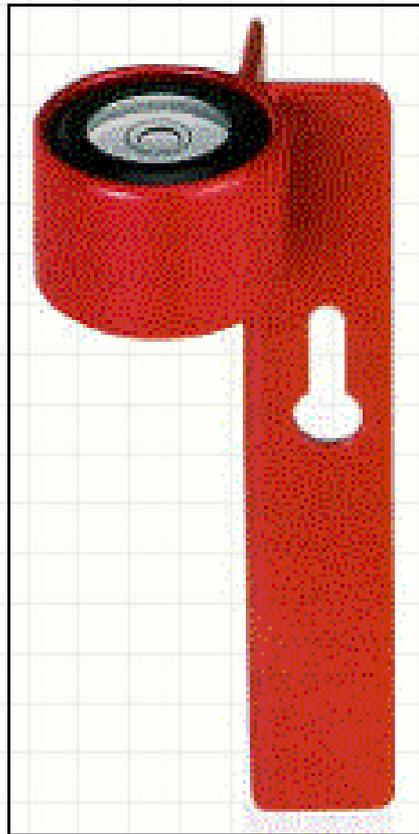
# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Mira



# Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
  - Nível de cantoneira

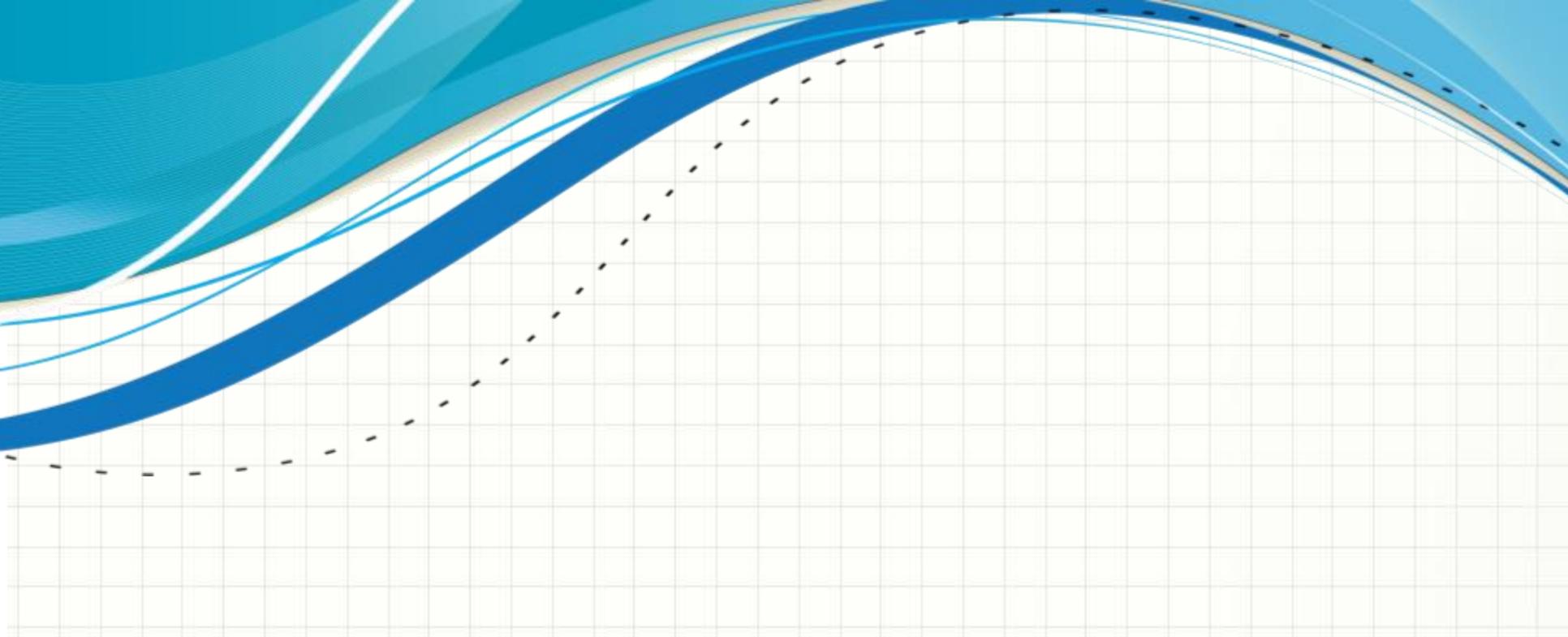


# Instrumentos Comuns

- 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	—	—	—	—	—	

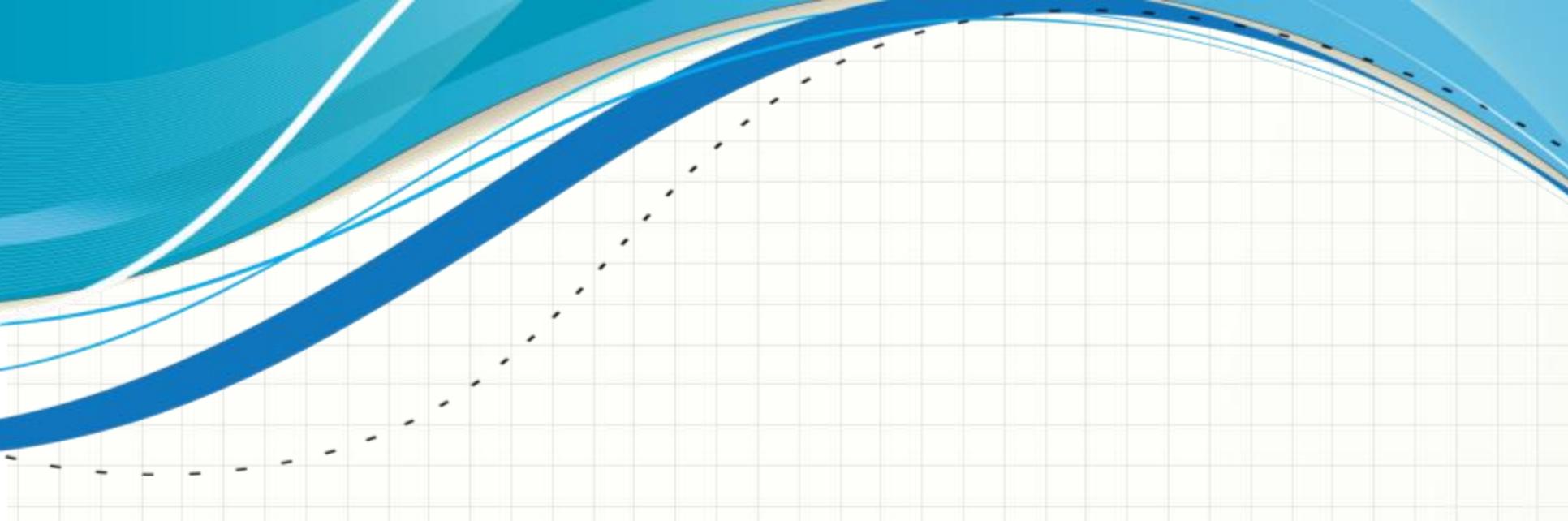
\*Estacionamento do trânsito



**ATIVIDADE**

# Atividade (Quartetos/Entrega Individual)

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



# CONCLUSÕES

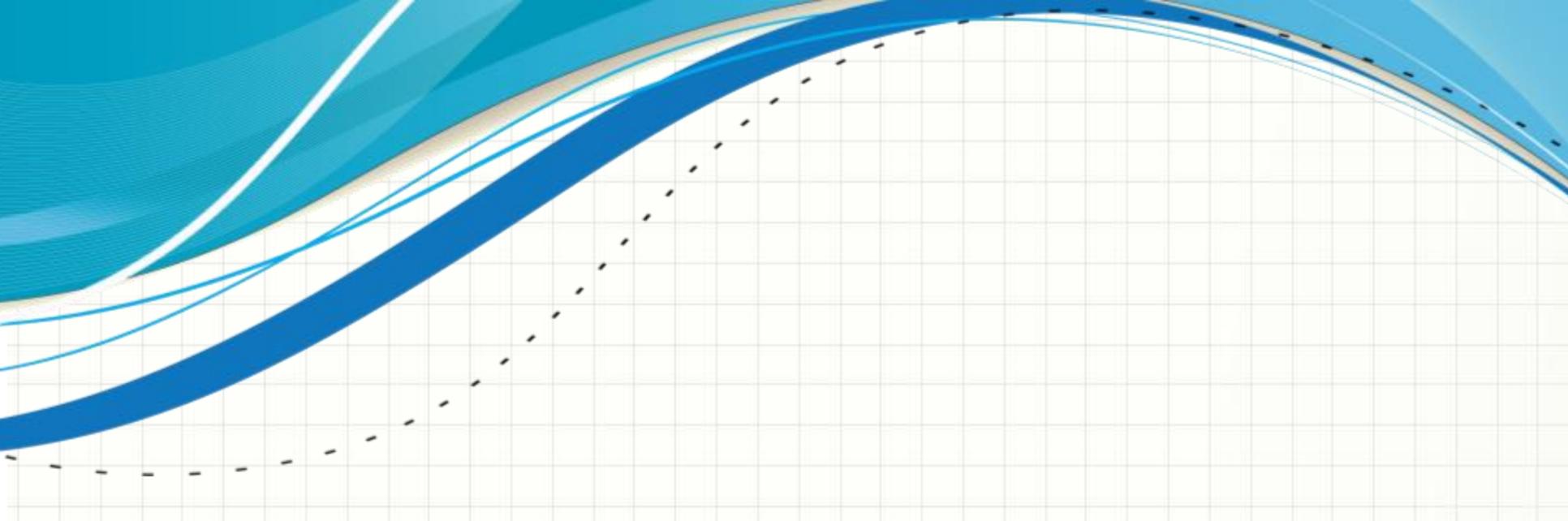
# Resumo

- As medidas são muito importantes
- A escolha da escala também
- Finalidade + precisão → escala
- O tamanho do papel é importante e deve ser escolhido com cuidado
- Há convenções de escala e tamanho do papel
- Vários instrumentos usados na topografia
  - Variam em precisão e praticidade

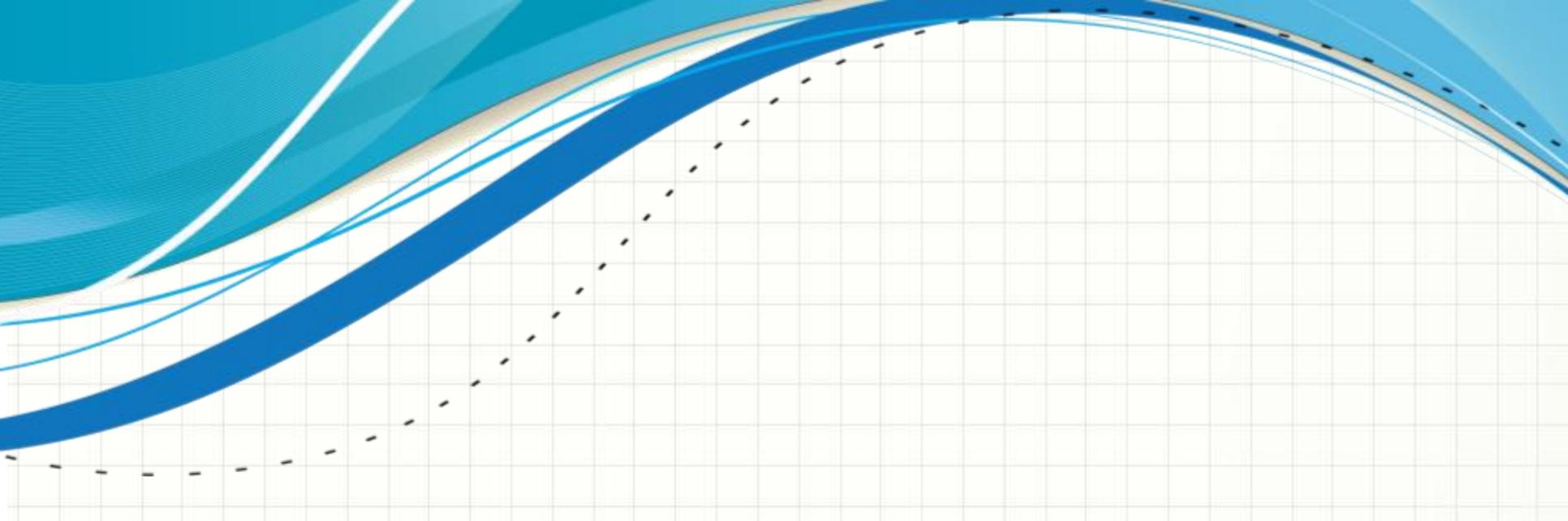
# Próxima Aula



- Só medimos distâncias?
  - O que são cotas?
  - O que é altimetria?



**PERGUNTAS?**



**BOM DESCANSO  
A TODOS!**