



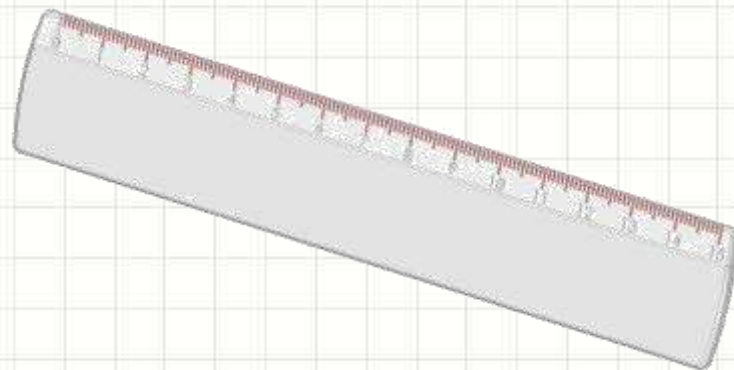
TOPOGRAFIA

MEDIDAS, ESCALAS E INSTRUMENTOS

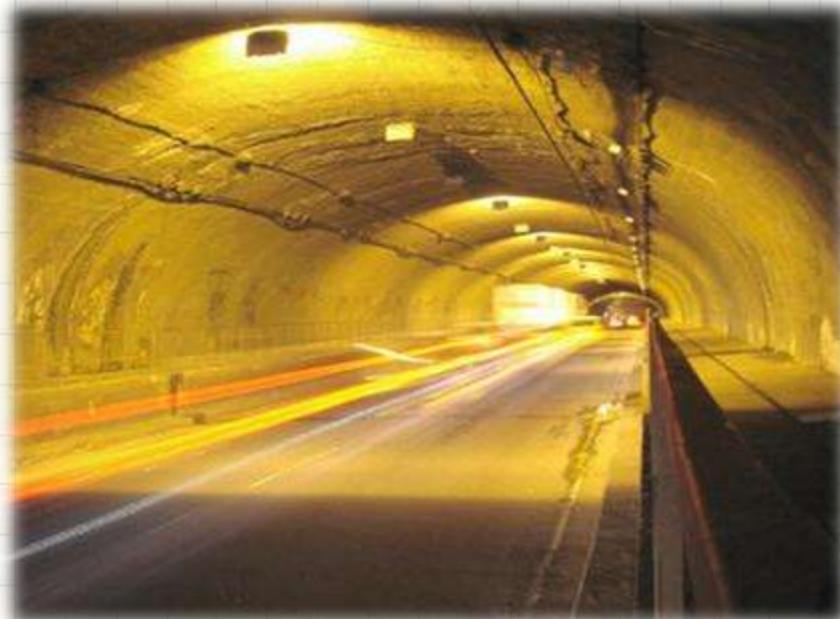
Prof. Dr. Daniel Caetano

2017 - 1

Você usaria isso...



Para medir isso?



**Há uma ferramenta certa
para cada coisa!**

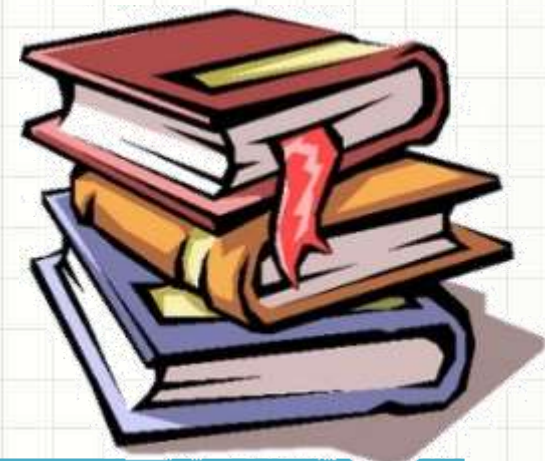


Objetivos

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



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



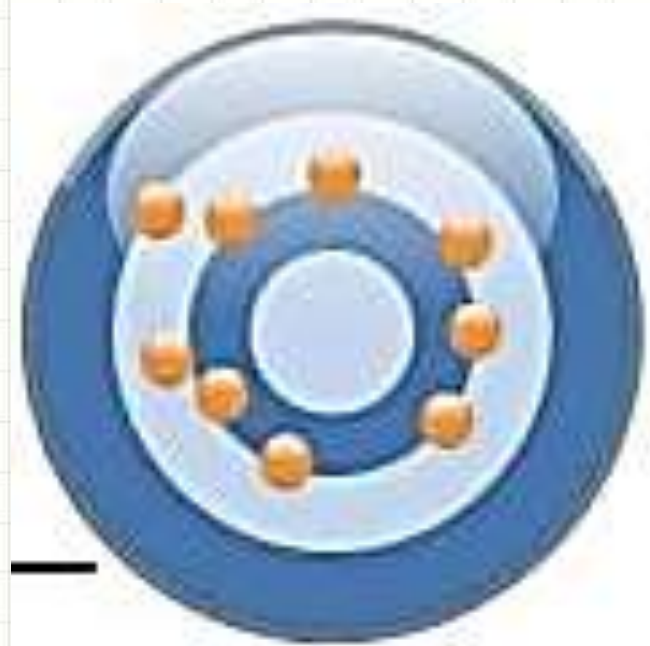
Inexato e Impreciso

Precisão x Exatidão



Inexato, mas Preciso

Precisão x Exatidão



Exato, mas Impreciso

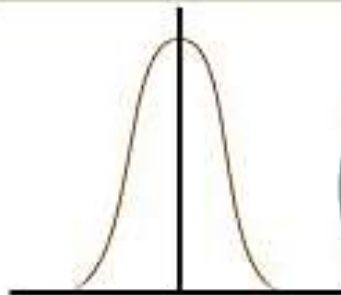
Precisão x Exatidão



Exato e Preciso

Precisão x Exatidão

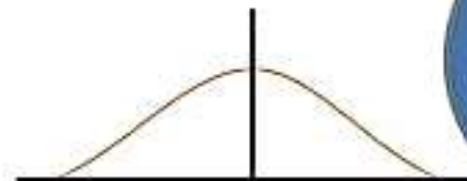
Exato e preciso



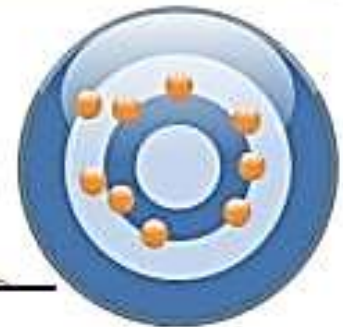
Centro do Alvo
Repetitivo Exato



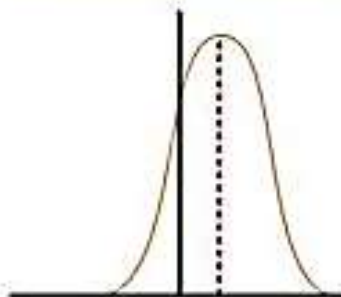
Exato mas não preciso



Centro do Alvo
Não Repetitivo Exato



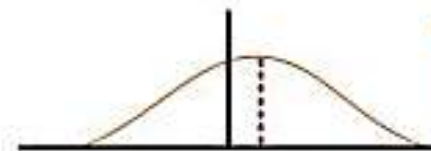
Preciso mas não exato



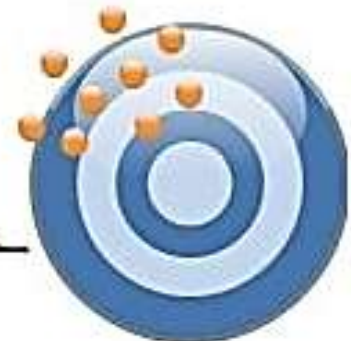
Centro do Alvo
Repetitivo Inexato



Não preciso e não exato

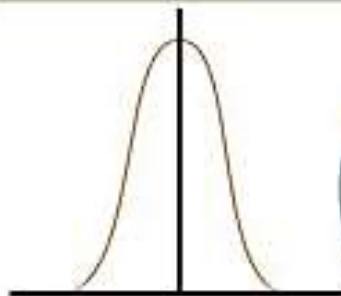


Centro do Alvo
Não Repetitivo Inexato



Precisão x Exatidão

Exato e preciso



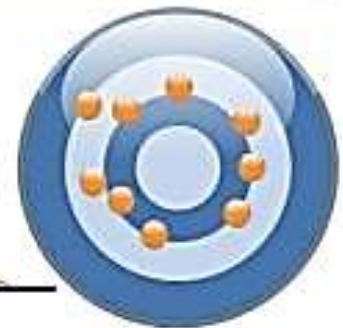
Centro do Alvo
Repetitivo Exato



Exato mas não preciso



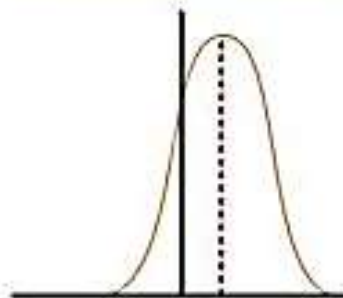
Centro do Alvo
Não Repetitivo Exato



Preciso → Baixo Desvio

Exato → “Correto”

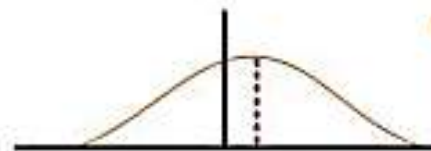
Preciso mas não exato



Centro do Alvo
Repetitivo Inexato



Não preciso e não exato



Centro do Alvo
Não Repetitivo Inexato



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**?

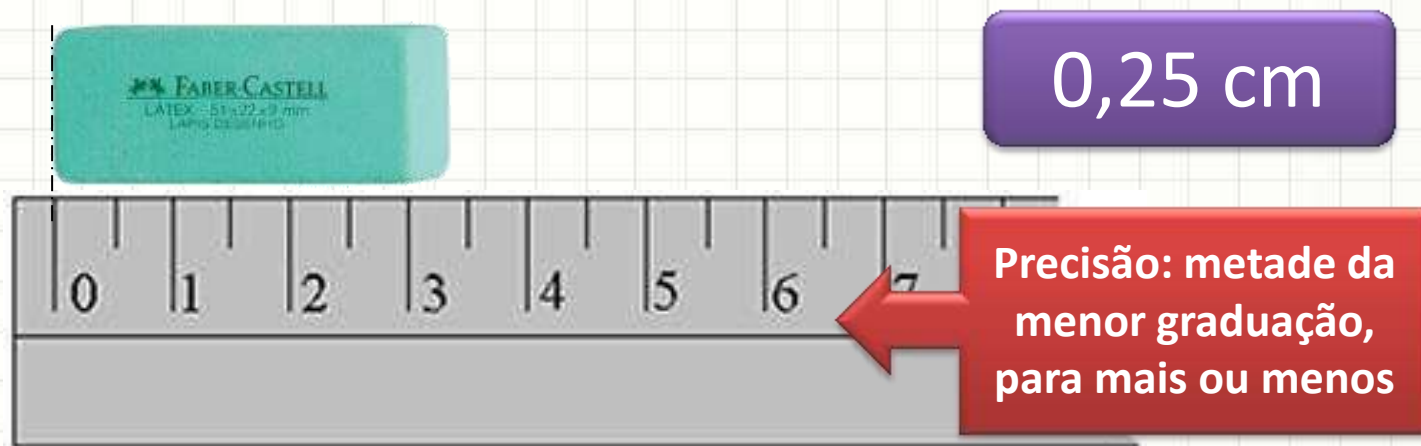


Representação Numérica

- Qual a diferença entre 0,5 e 0,500?
 - Matematicamente, nenhuma.
 - Em termos práticos, a diferença é enorme
- Em princípio...
 - 0,5 é qualquer coisa entre 0,45 e 0,54
 - 0,500 é qualquer coisa entre 0,4995 e 0,5004
- Forma numérica: precisão da medida

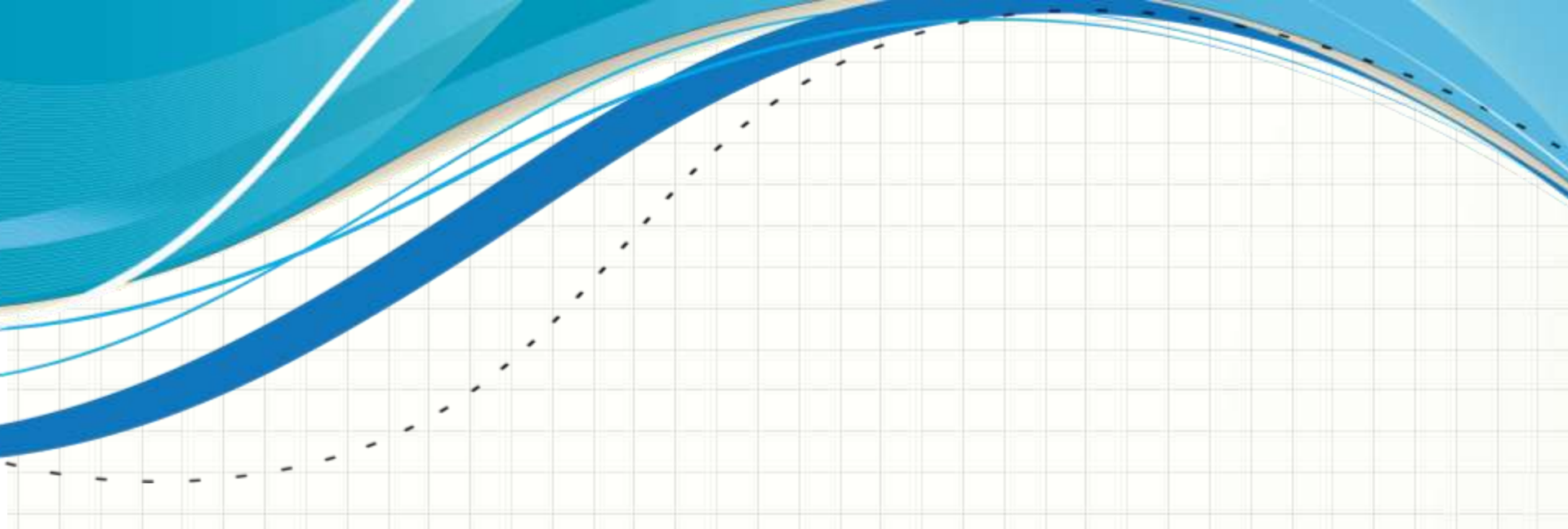
Representação Numérica

- Ao representar leituras de instrumentos:
 - Número com duas partes
- Dígitos lidos x Dígitos estimado



- Qual a leitura?

3,4cm ± 0,3cm



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.) e de Ultrassom
 - Distanciômetro Eletrônico
 - Estação Total
 - GPS Topográfico / Diferencial

Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
 - Pernas (passos)



Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
 - Corrente de Agrimensura

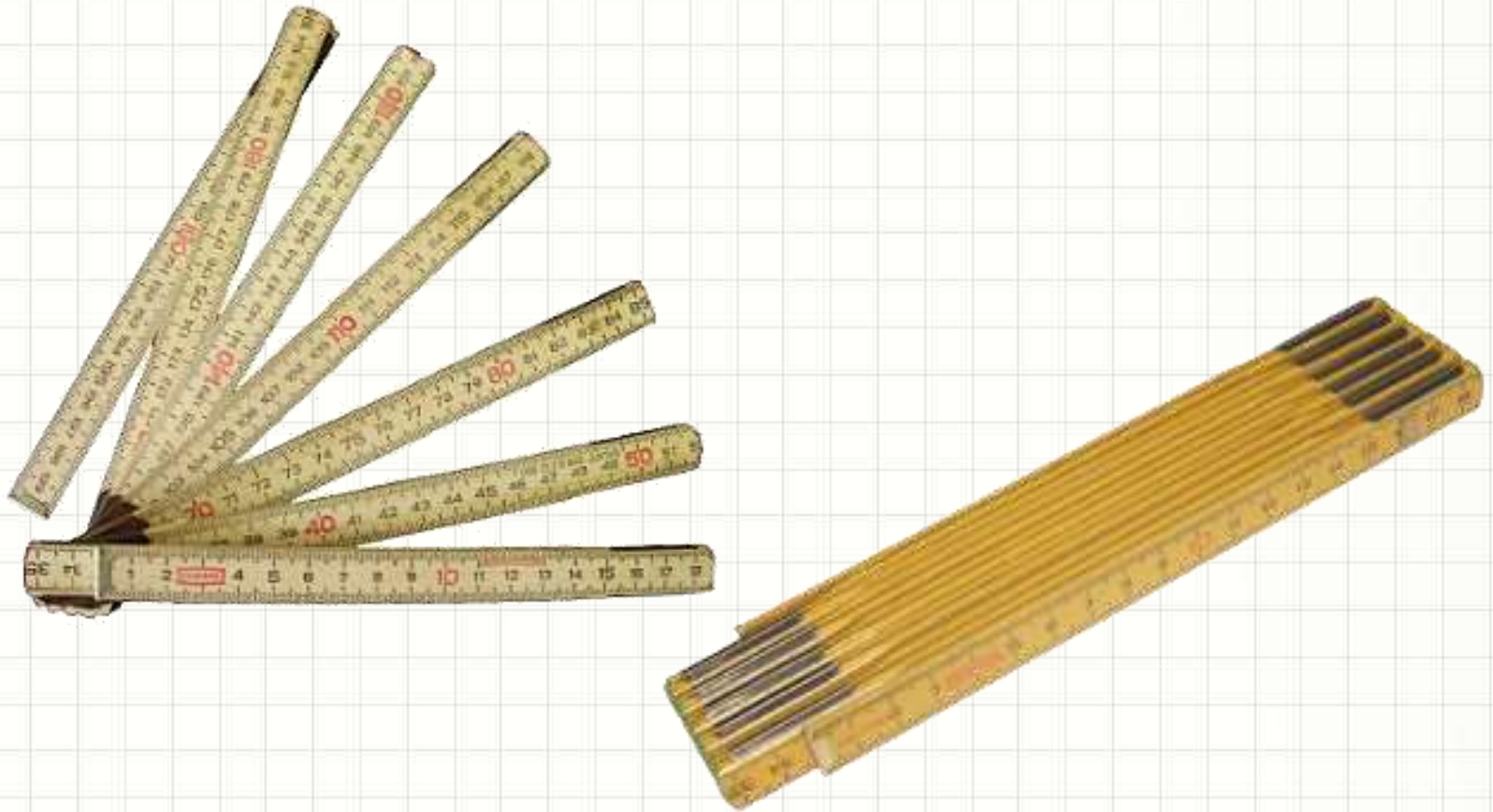


elo+haste+elo = 20 cm



Instrumentos Comuns

- Para medida de distância
 - Metro de bambu



Instrumentos Comuns

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



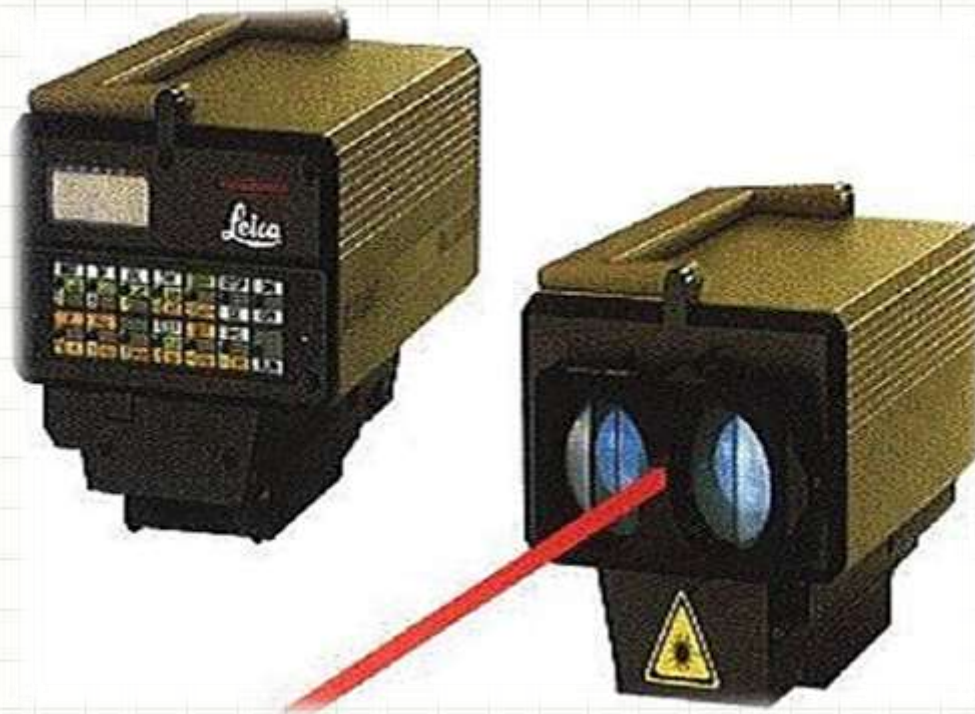
Instrumentos Comuns

- 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 distância
 - GPS Topográfico



Topográfico

Plan: 5mm
Alt: 10mm



Telemetria Veicular

Plan: 5m
Alt: 10m



Navegação

Plan: 20m
Alt: 10m



SIG

Plan: 5m
Alt: 10m

Instrumentos Comuns

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

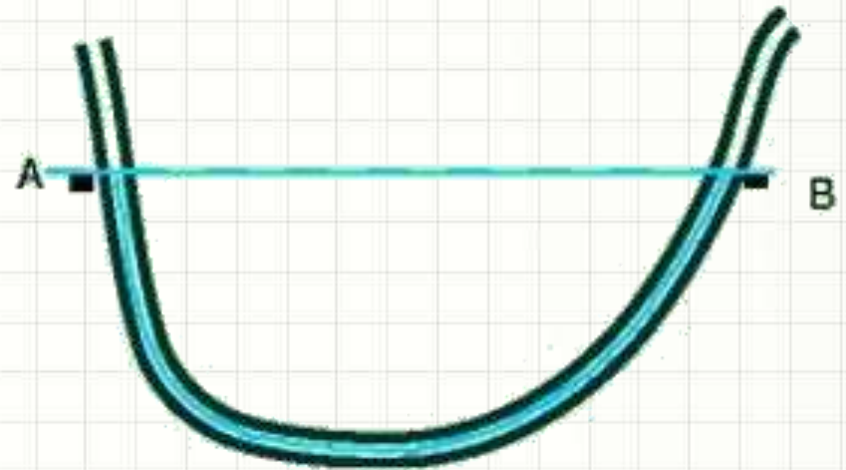
Instrumentos Comuns

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



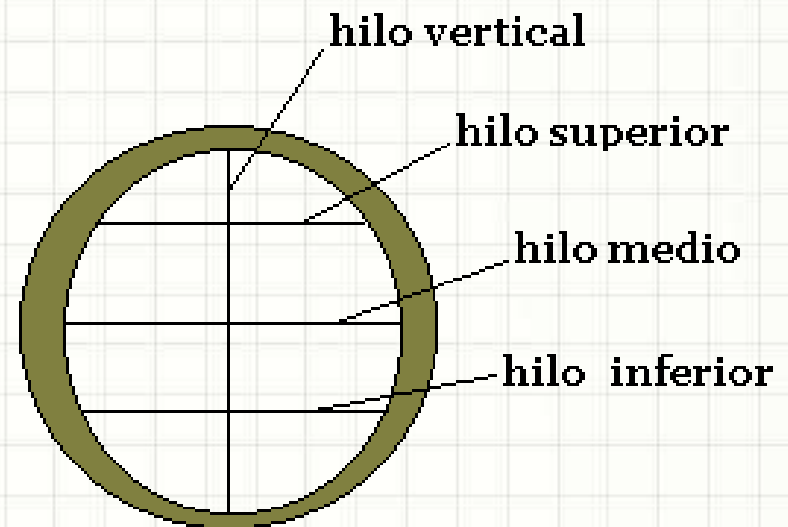
Instrumentos Comuns

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



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



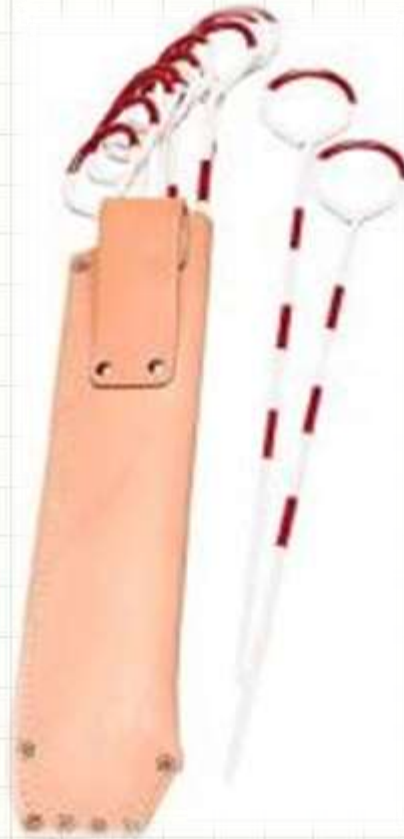
Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
 - Balizas



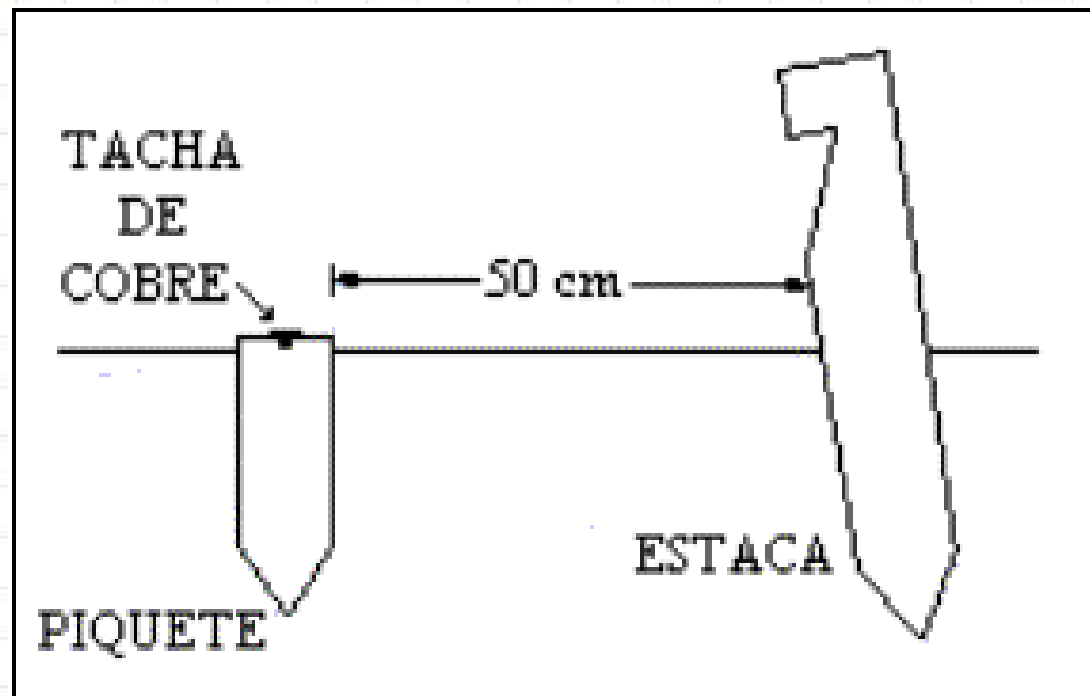
Instrumentos Comuns

- Alguns instrumentos auxiliares são usados
 - Fichas



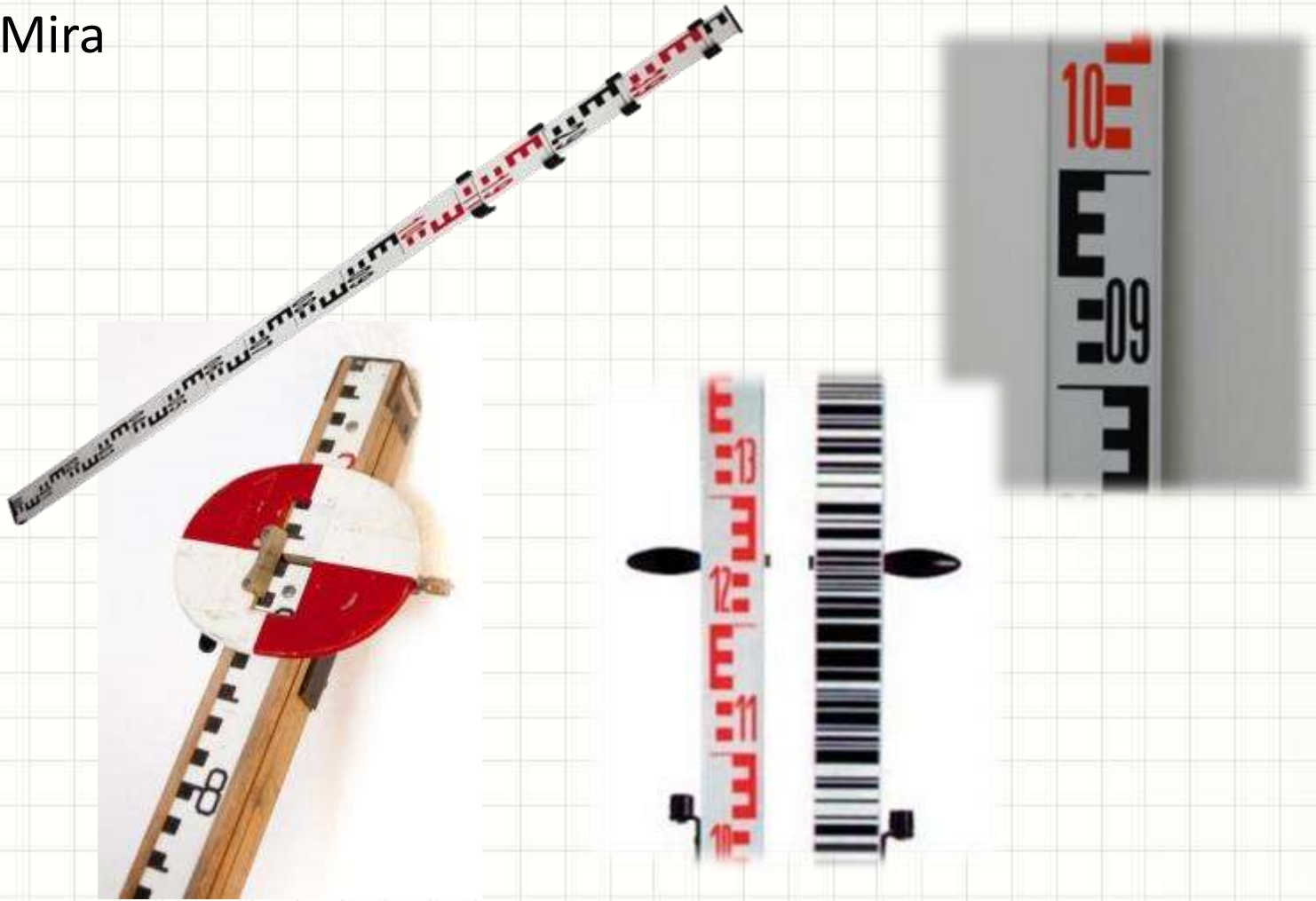
Instrumentos Comuns

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



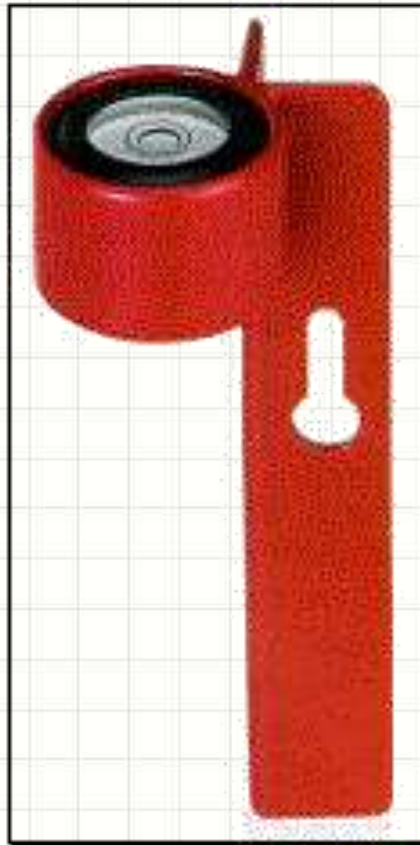
Instrumentos Comuns

- 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	—	—	—	—	—	

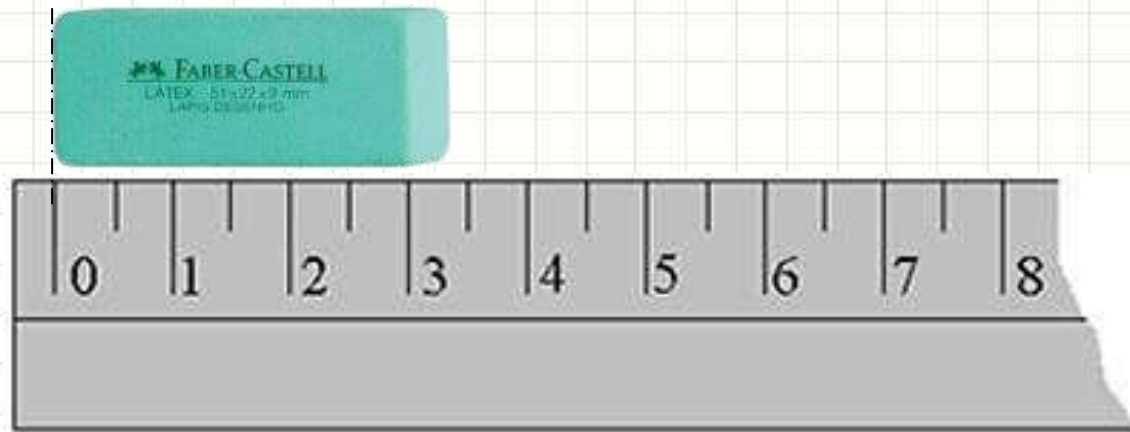
*Estacionamento do trânsito



MEDIDAS NO MUNDO REAL

Tamanho Real

- Vimos que medir é comparar
- Exemplo: vamos medir uma borracha



$3,4\text{cm} \pm 0,3\text{cm}$

Tamanho Real

ESCALA de Representação

- Vamos medir a distância entre SP e RJ?

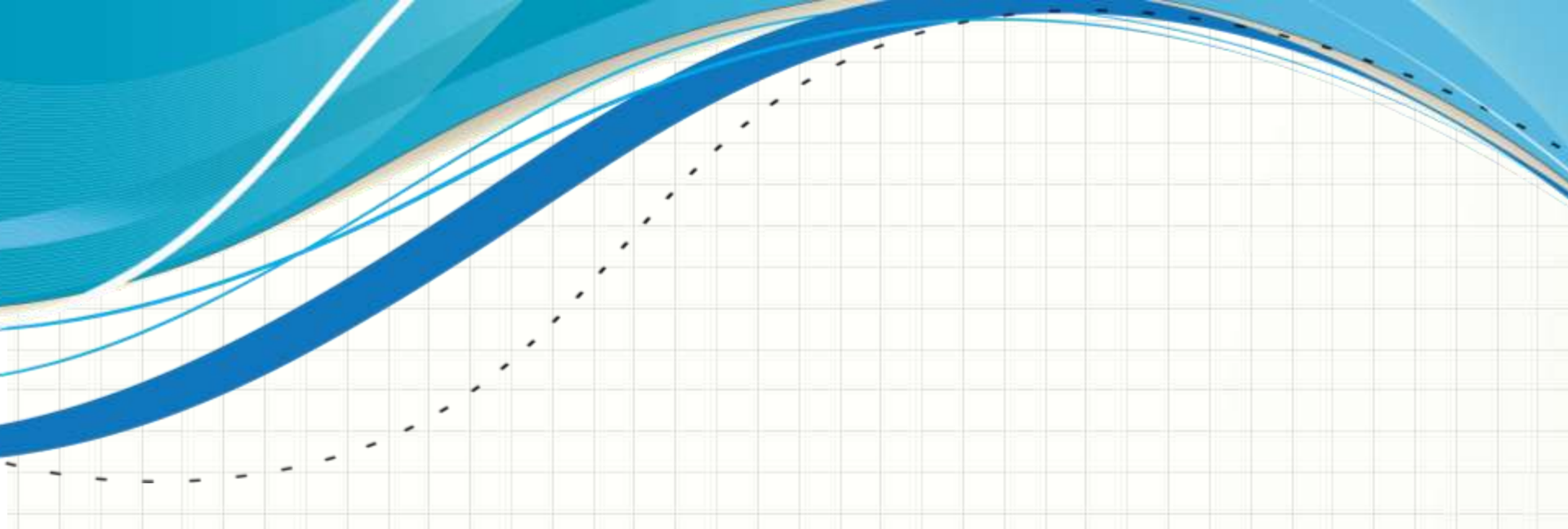


2,8cm \pm 0,3cm

??



PAUSA PARA O CAFÉ!



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...

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

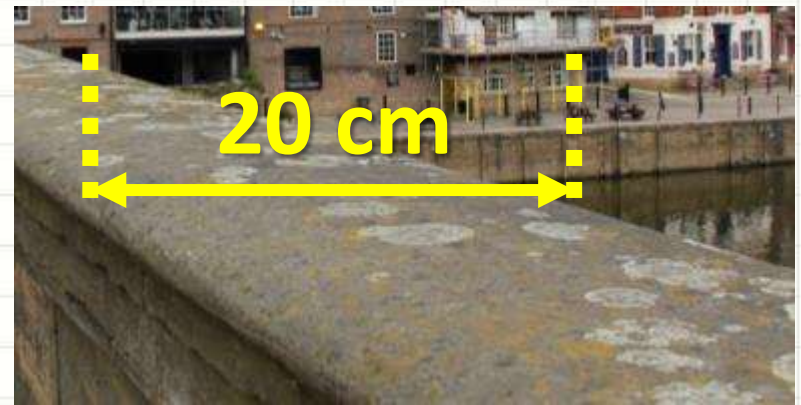
Escolha da Escala

- 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

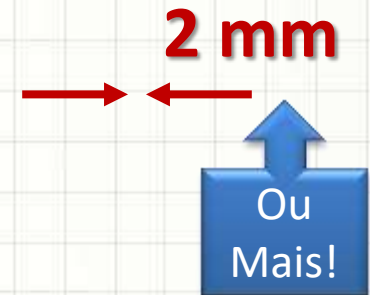


- Exemplo:

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...

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

Quanto menor o M, maior o desenho!



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

Ou
Mais!

Como Usar a Escala?

- A escala serve para converter medidas
- Se medir **D** no desenho, o tamanho real será:

$$R = M \cdot D$$

Regra Prática do Civil
Multiplica porque a realidade é maior que o desenho!

- Se medir R no mundo real, no desenho será:

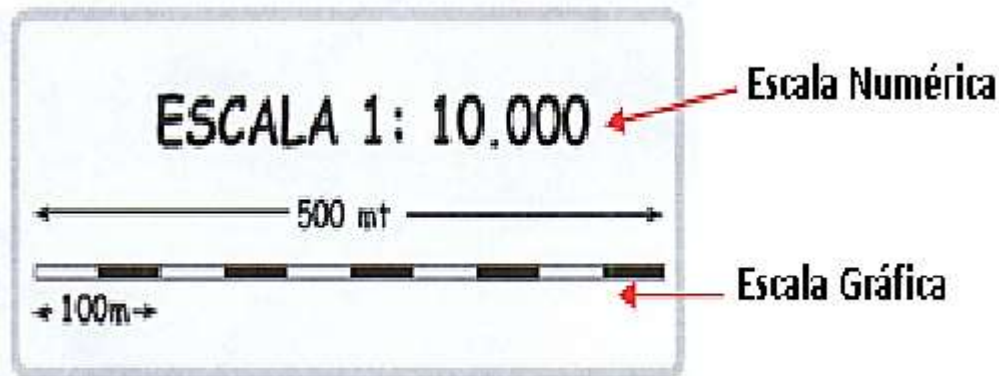
$$D = R / M$$

Regra Prática do Civil
Divide porque o desenho é menor que a realidade!

O valor calculado está sempre na mesma unidade do valor de entrada!

Escala Gráfica

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



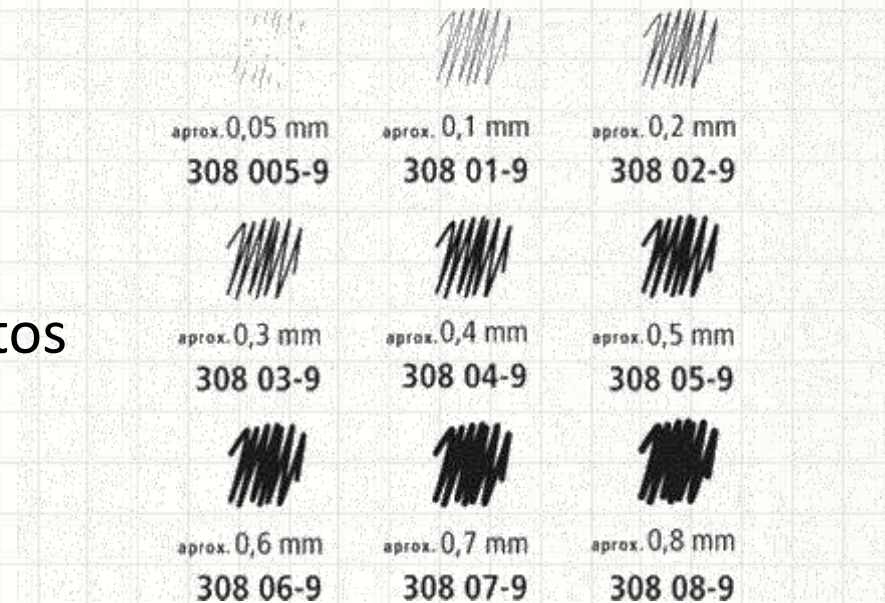


ERRO DE GRAFICISMO E PRECISÃO DE ESCALA

Erro de Graficismo

- Erro que o desenhista comete ao marcar pontos no desenho

- Acuidade visual
- Habilidade média
- Qualidade dos instrumentos



- O que significaria errar 2mm em um desenho feito em escala 1:10.000?

Erro de Graficismo

- O que significaria errar 2mm em um desenho feito em escala 1:10.000?
 - 2mm no desenho = $2 \times 10.000 = 20.000$ mm na realidade
 - **2mm nesse desenho = 20 metros na realidade!**
- É aceitável que se cometa um erro tão alto?

NÃO

- 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...?

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

- Menor erro possível nessa escala
 - Não dá pra desenhar nada menor que 2m nessa escala!
- Para muitas obras esse erro é inviável...
exigindo assim um M menor!

**Projeto em
Desenho Maior!**



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:

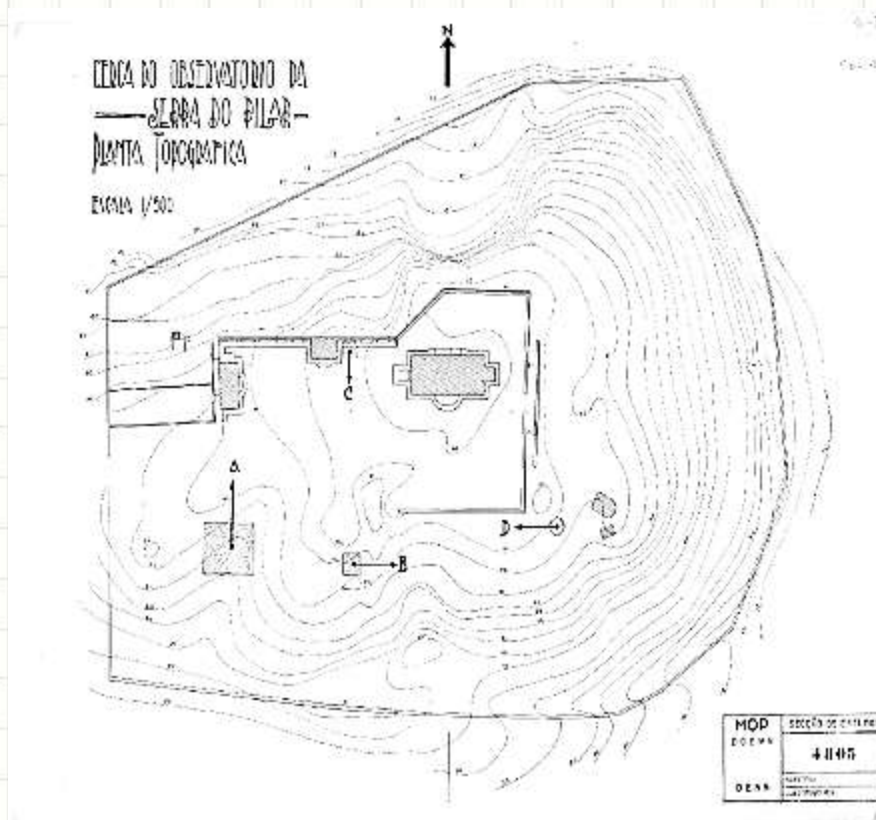
ESCALAS UsUAIS

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

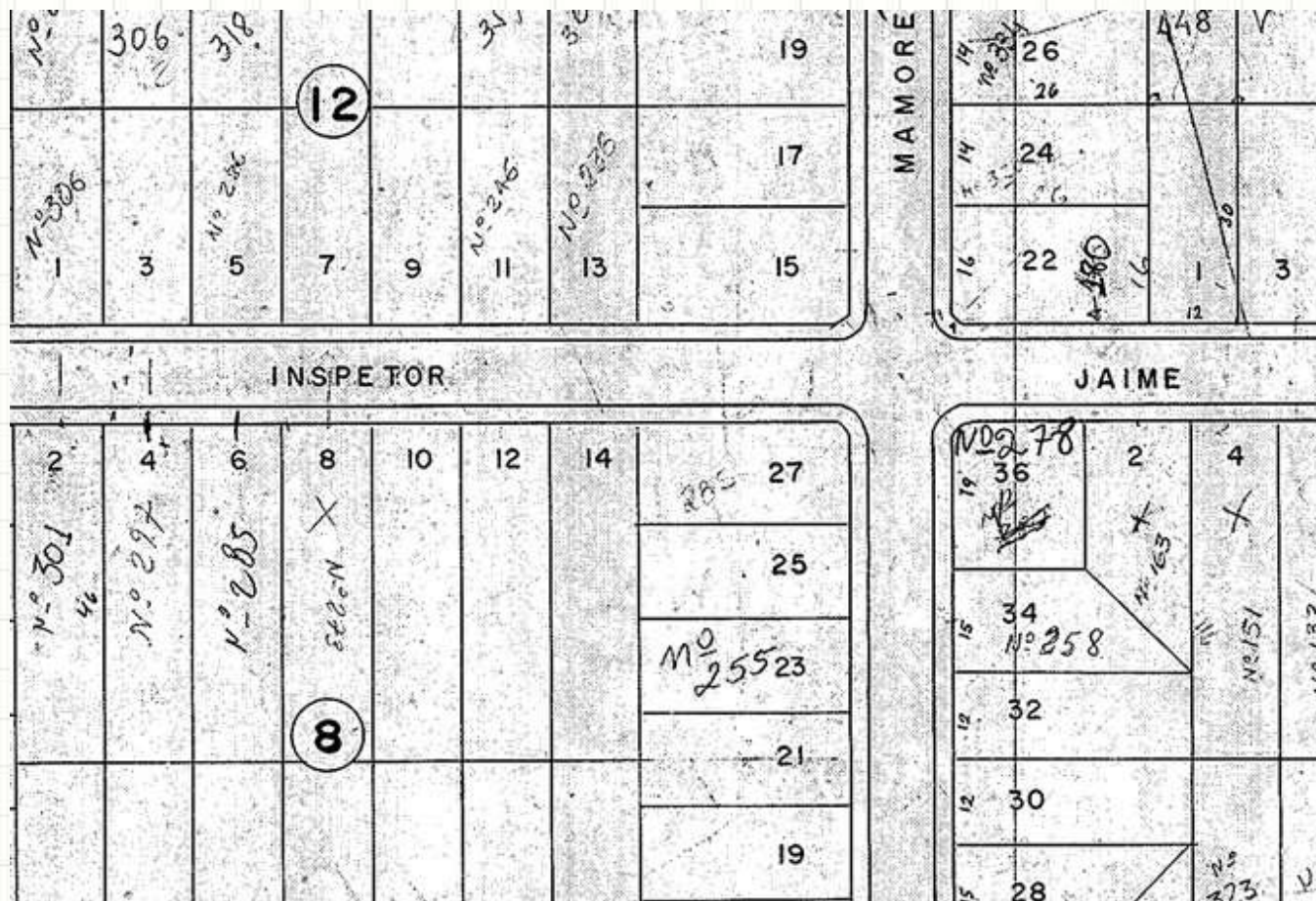
Escalas Usuais

- **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



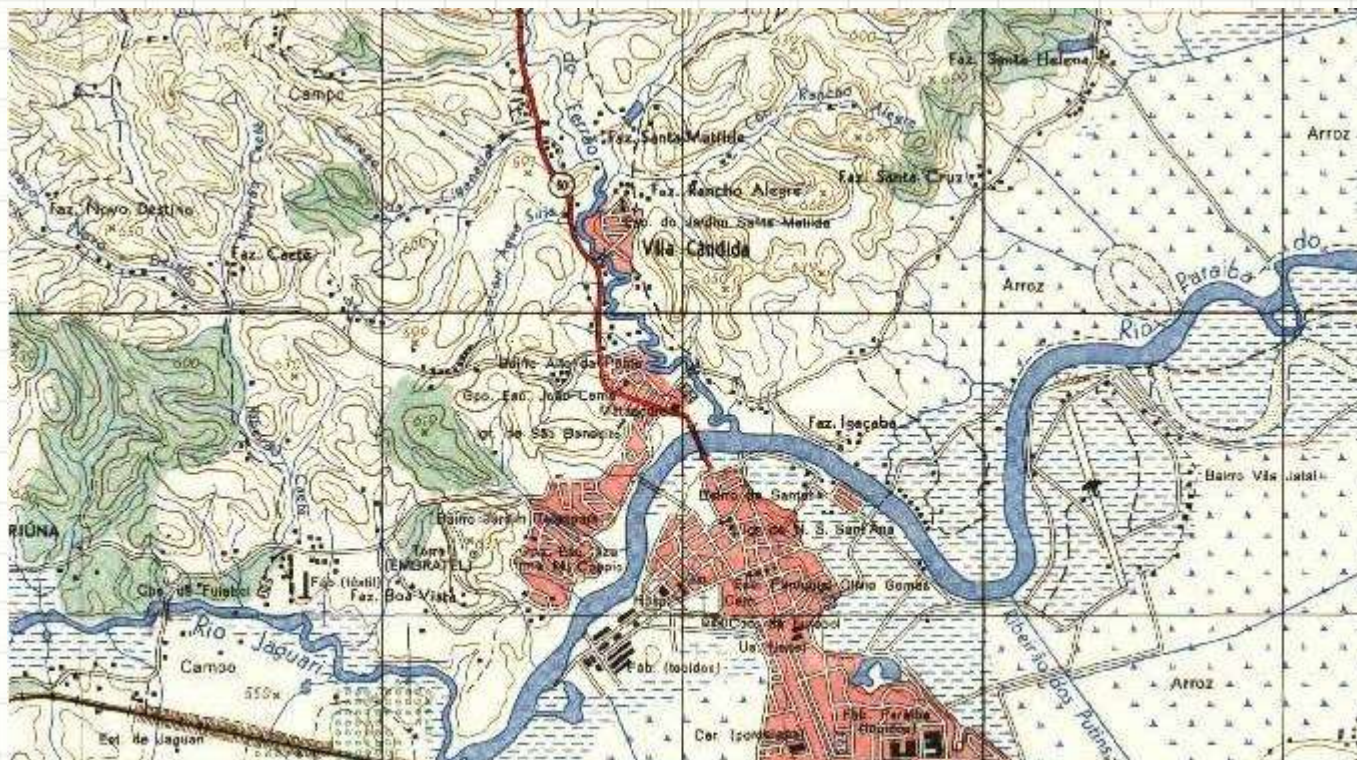
Escalas Usuais

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



Escalas Usuais

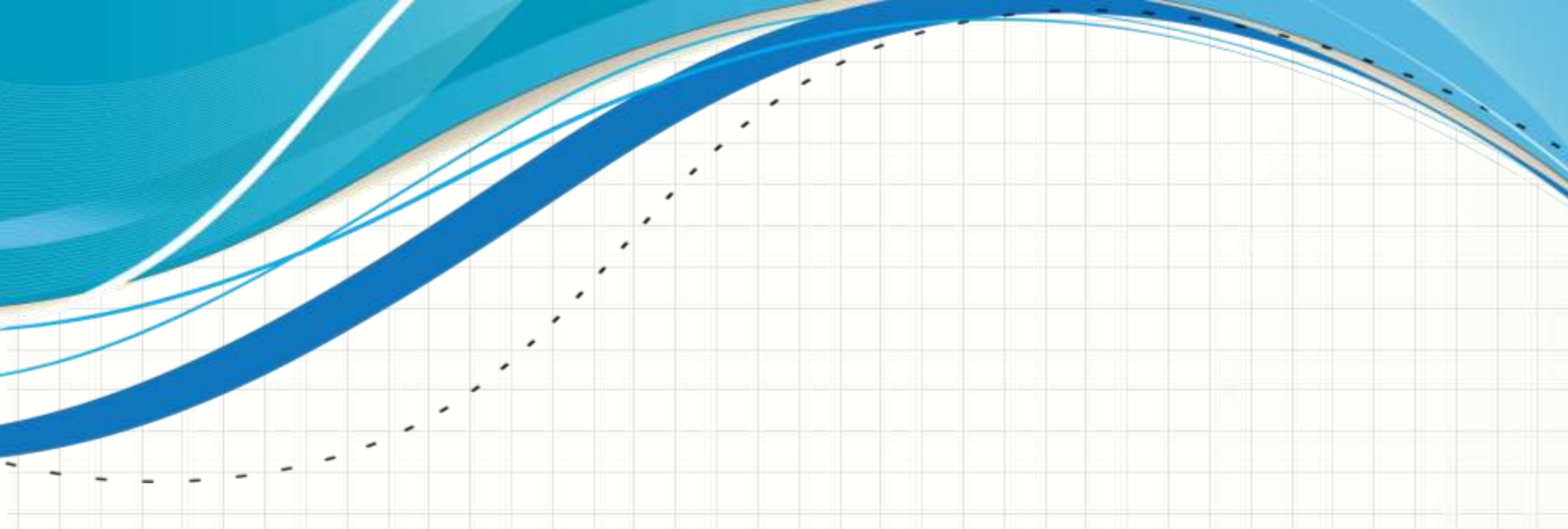
- **Cartas:** de 1:10.000 até 1:100.000
 - Planejamento regional
 - IGC e EMPLASA: 1:10.000
 - IBGE: (1:) 50.000, 100.000 e 250.000



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





PRECISÃO DAS MEDIDAS EM CAMPO

Precisão das Medidas em Campo

- Sabendo a precisão necessária no desenho/projeto
 - Com que precisão devemos medir em campo?
 - A máxima possível?
- Mais precisão → Maior custo
 - Usaremos a menor precisão que atenda aos critérios de projeto!
- Qual é essa?
- Aquela que garante que os erros do campo sejam menores que a precisão da escala do desenho de projeto... 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 erro menor 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?

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

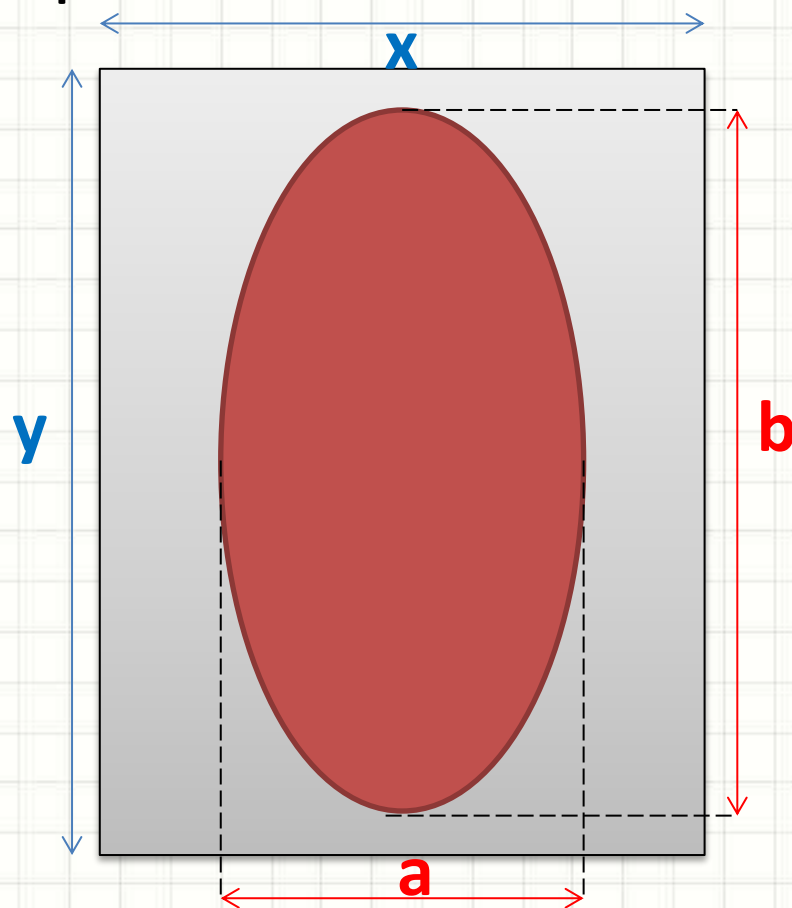
- Esse erro deve ser menor que o $E_g \cdot M$
 - Exemplo: no limite das medidas topográficas (25km) o efeito de curvatura provoca um erro de 12,8 cm
 - Esse erro é equivalente à precisão de uma escala de 1:640.
 - Em uma escala 1:1000, esses erros não são perceptíveis no desenho.
 - Em uma escala 1:500, esses erros já se tornam perceptíveis no desenho.



DETERMINANDO AS DIMENSÕES DO PAPEL

Dimensões do Papel

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



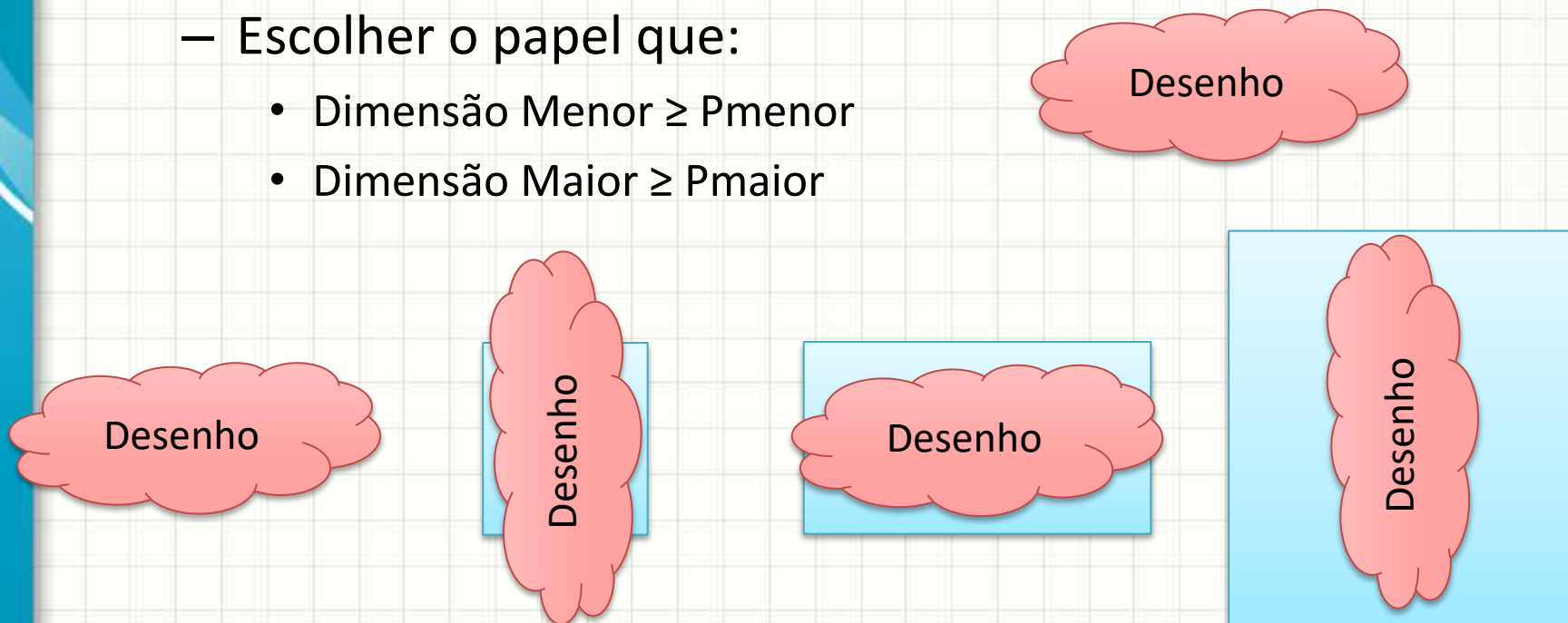
- A e B: dimensões no terreno (reais)

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

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

Dimensões do Papel

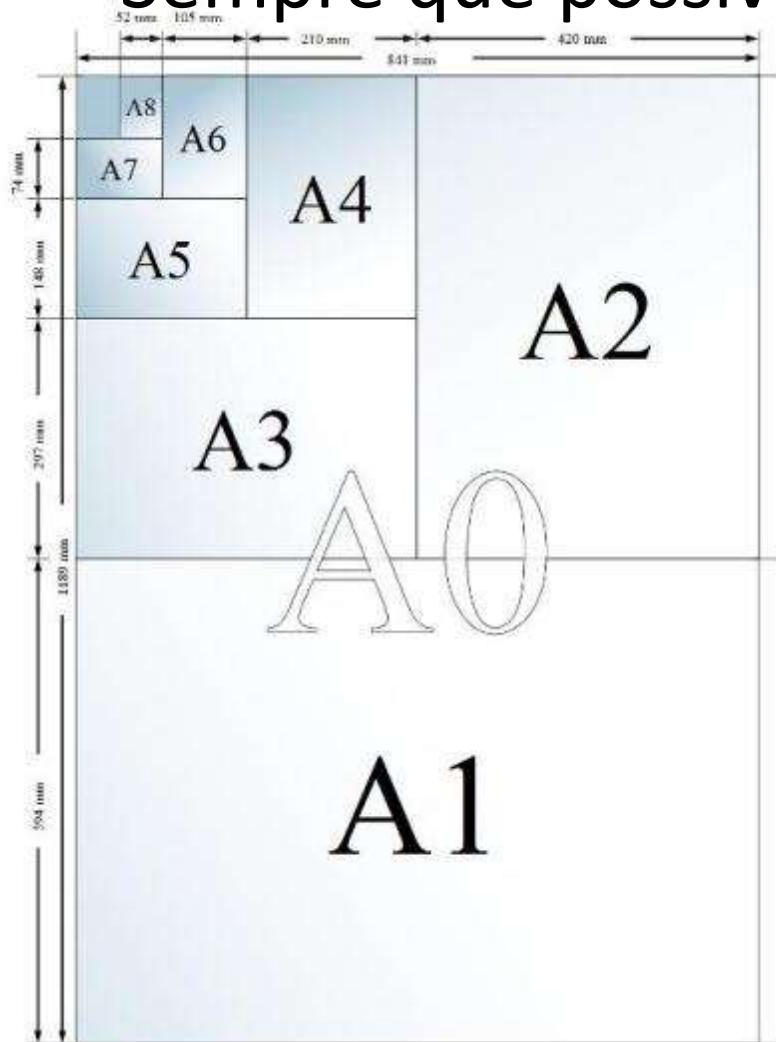
- Regra Prática
 - **Pmenor** = Dividir a menor dimensão real por M
 - **Pmaior** = Dividir a maior dimensão real por M
 - Escolher o papel que:
 - Dimensão Menor \geq Pmenor
 - Dimensão Maior \geq Pmaior



- O papel pode ter qualquer tamanho?

Dimensões do Papel

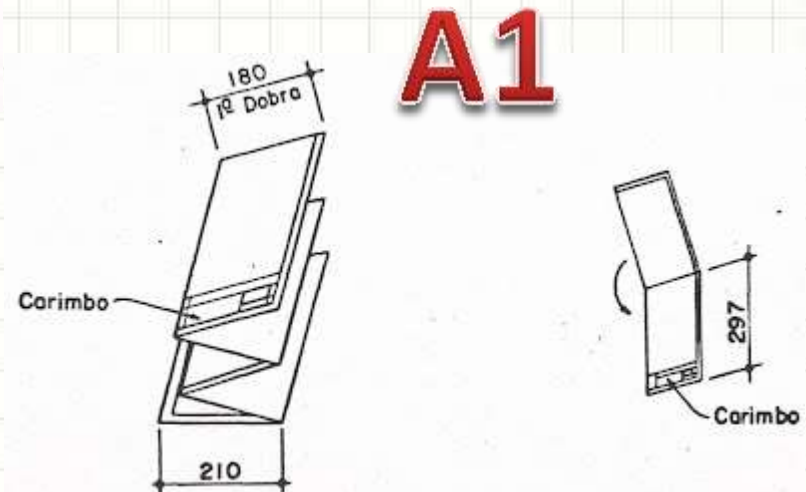
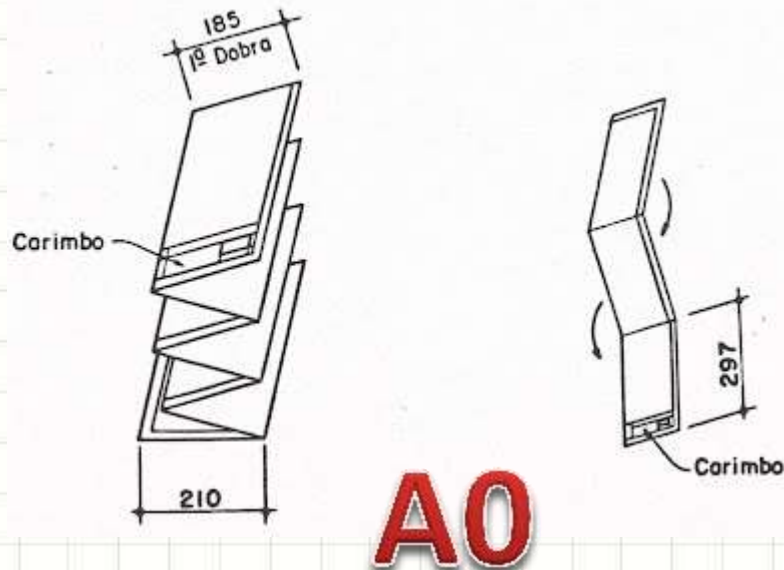
- Sempre que possível, adotar o padrão ABNT



Formato	x (mm)	y (mm)	Área (m ²)
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
2A0	1.189	1682	2

Dimensões do Papel

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





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 ²)
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)	ΔN (m)	ΔE (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



CONCLUSÕES

Resumo

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



PERGUNTAS?



ATIVIDADE

Atividade (Mesmo grupo da aula anterior)

- Instrumento: trena com gradação em mm
 1. Anote a precisão do instrumento.
 2. Cada um dos alunos deve medir as mesmas dimensões da **mesma** sala da aula anterior.
 3. Para cada medida, faça a média da leitura de cada um dos alunos.
 4. Compare os valores obtidos (em metros) com os valores da aula passada (em metros)