

Aula 5

Experimento II – Medidas de
densidade

Objetivos

- Principais objetivos
 - Como que a massa de um objeto depende das suas características espaciais?
 - Determinar a densidade de objetos diversos e tentar identificar de que eles são feitos
- Outros objetivos
 - Realizar medidas físicas simples
 - Levar em consideração a precisão das medidas em manipulações matemáticas
 - Gráficos e como extrair informações deles

Geometria Euclidiana

- “Os Elementos” – Euclides, ~ 300 A.C.
 - Coleção de conhecimentos em geometria
 - Geometria euclidiana
- Objetos podem ser classificados segundo as suas dimensões
 - Unidimensionais - segmento de reta
 - Bidimensionais – figuras planas
 - Tridimensionais – maior parte dos elementos no nosso dia a dia

Materiais sólidos e homogêneos

- Quanto mais material, maior a sua massa
 - Também maior é o seu comprimento, área ou volume (se o objeto for 1D, 2D ou 3D)
- Densidade
 - Relação entre a massa e o seu volume

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Densidades linear, superficial e volumétrica

- Se o objeto é unidimensional (L = comprimento)

$$\mu = \frac{m}{L}$$

- Bidimensional (A = área)

$$\sigma = \frac{m}{A}$$

- Tridimensional (V = volume)

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dimensões características

- Área e volume têm dimensões, respectivamente, de L^2 e L^3 .
- Podemos escrever que, de forma geral, a massa de um objeto depende da sua densidade x uma potência da sua dimensão característica ($n =$ número inteiro, 1, 2 ou 3)

$$m = k_n L^n$$

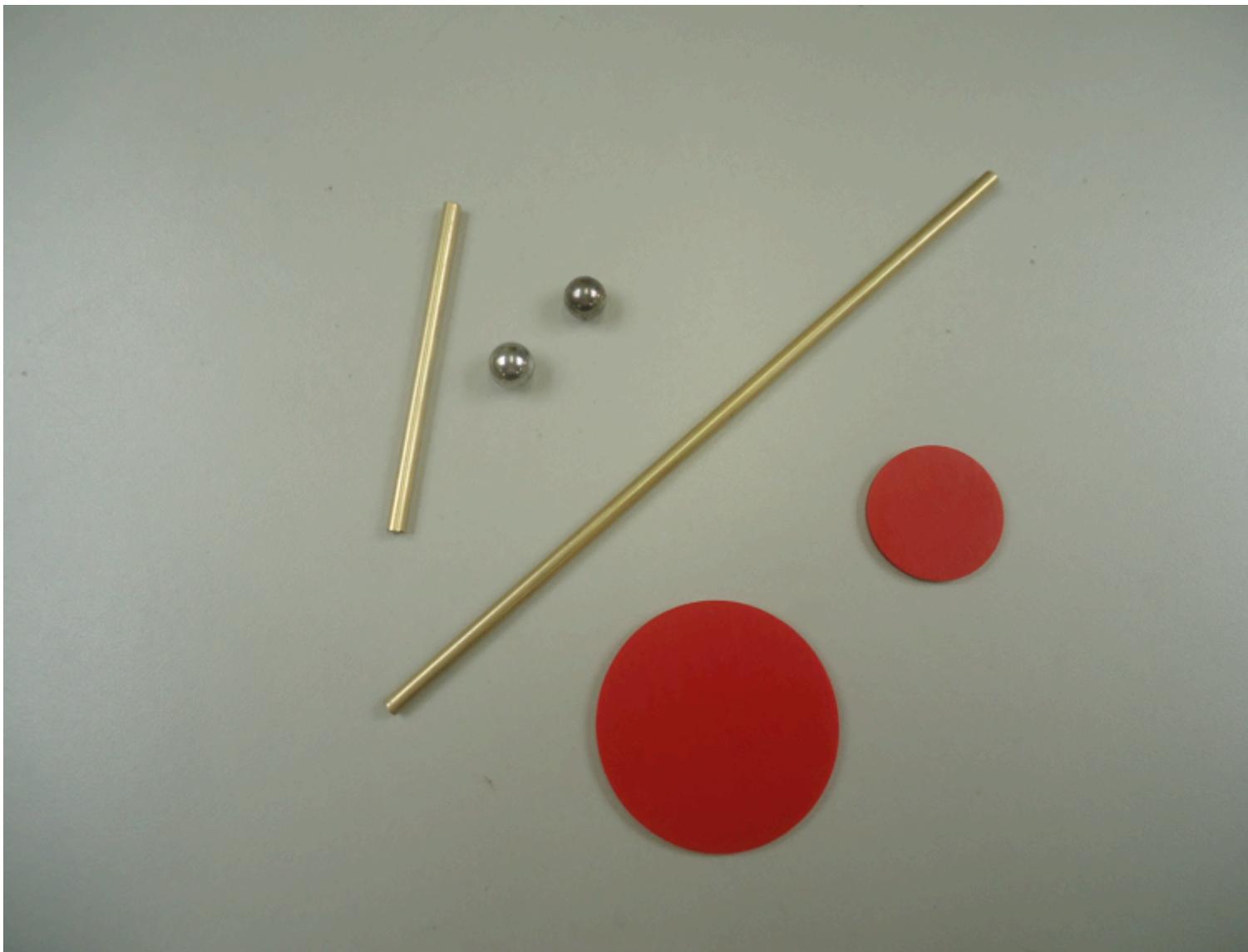
Pergunta

- Esta relação entre massa é dimensão característica é válida para todos os tipos de objetos?

$$m = k_n L^n$$

- Vamos investigar este problema.
 - Como estudar, em laboratório, objetos unidimensionais e bidimensionais em um mundo 3D?

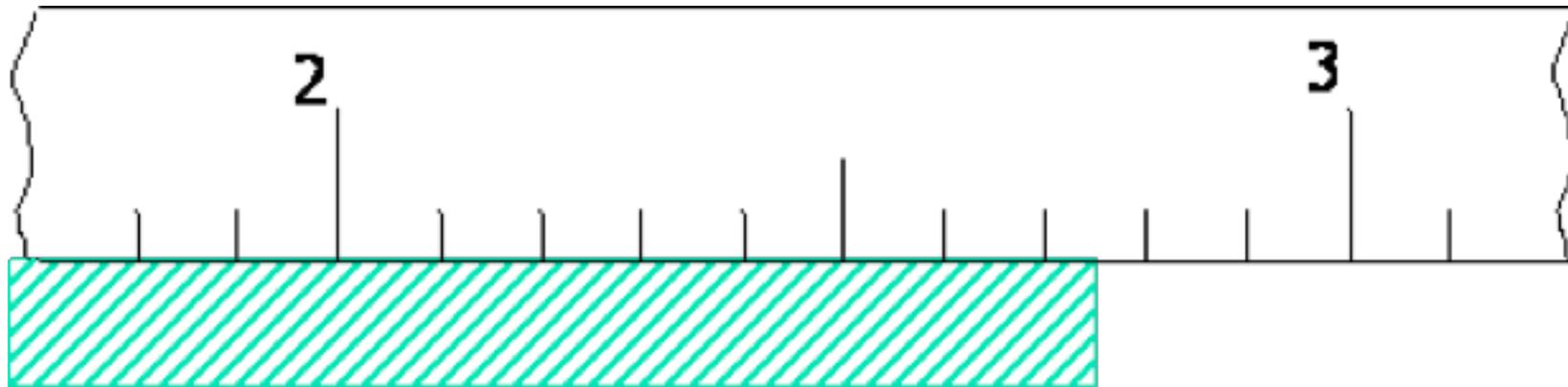
Objetos uni, bi e tridimensionais



Procedimento

- Cada grupo recebeu um conjunto de bastões (1D), discos (2D) e esferas (3D)
- Medir as dimensões dos objetos (todas).
Identificar a dimensão característica de cada um deles
 - Use o instrumento adequado, seguindo um critério estabelecido pelo grupo
 - Dividam os objetos entre cada membro do grupo de forma a todos medirem todos objetos

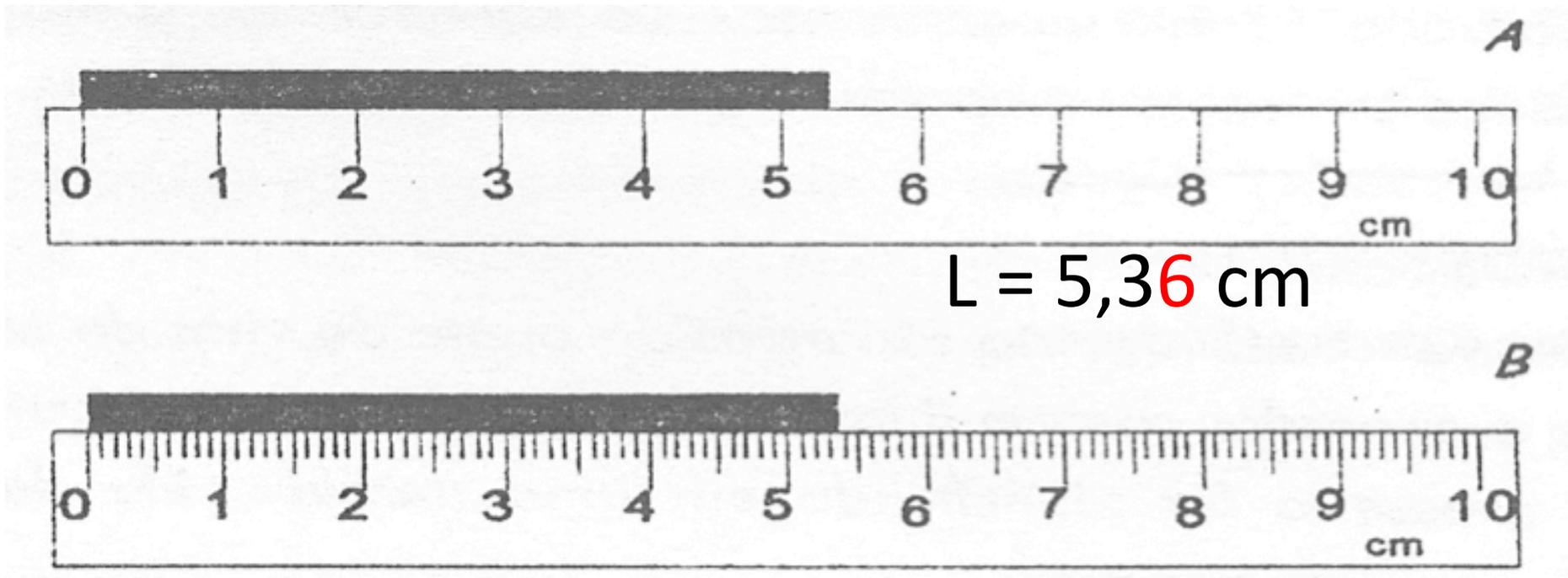
Como fazer uma medida e representa-la?



- $L = 2,74$ cm ← Algarismos significativos
- Todos aqueles que “tenho certeza” + primeiro duvidoso (lembre-se que sempre tenho que estimar um algarismo em uma medida)

Aumentando a precisão

$$L = 5,3 \text{ cm}$$



$$L = 5,36 \text{ cm}$$

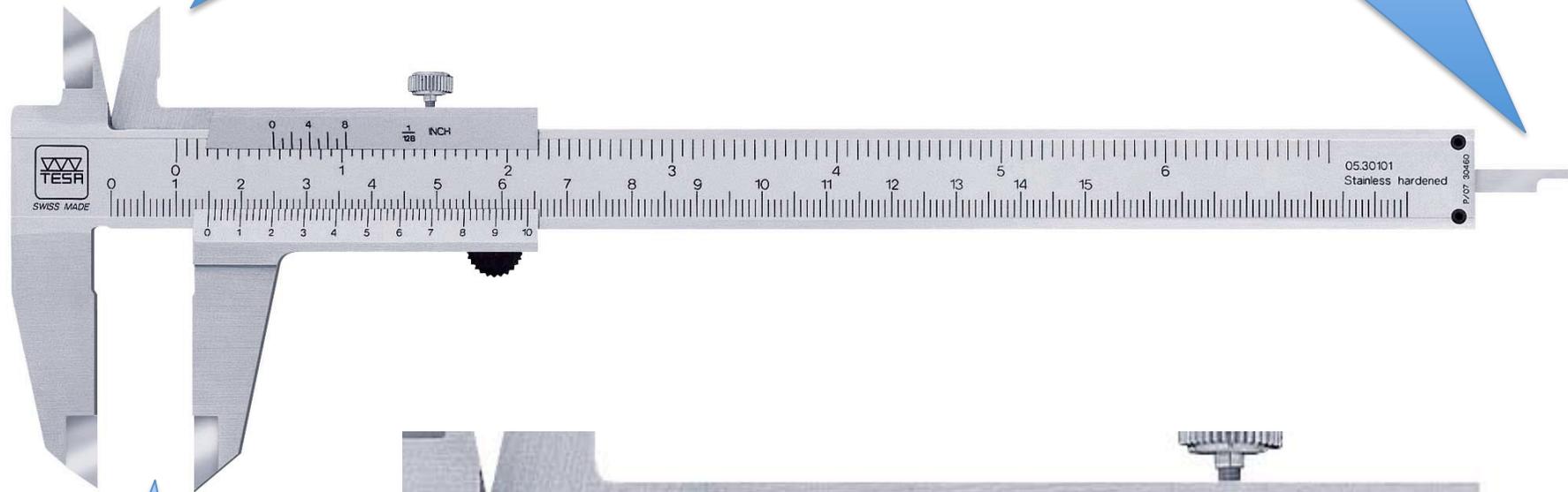
Aumentando mais ainda a precisão

- O número de divisões em uma régua é limitado
 - Capacidade industrial de marcar as divisões precisamente
 - Nossa capacidade de leitura
- Como fazer medidas de comprimento com mais precisão?
 - Várias técnicas
 - Vamos olhar o paquímetro

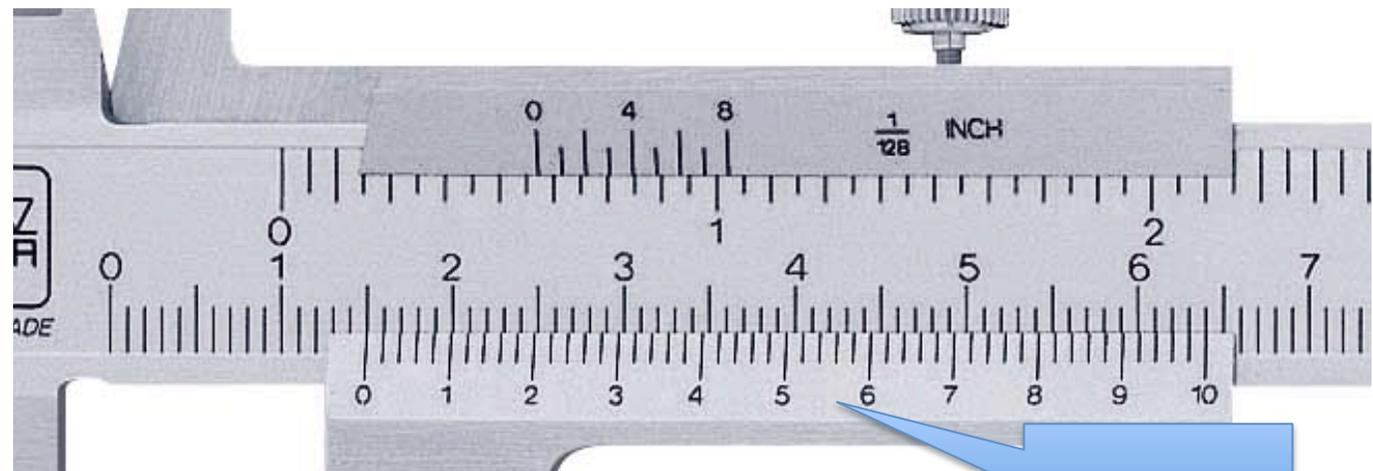
Paquímetro

Medidas
internas

Profundidade

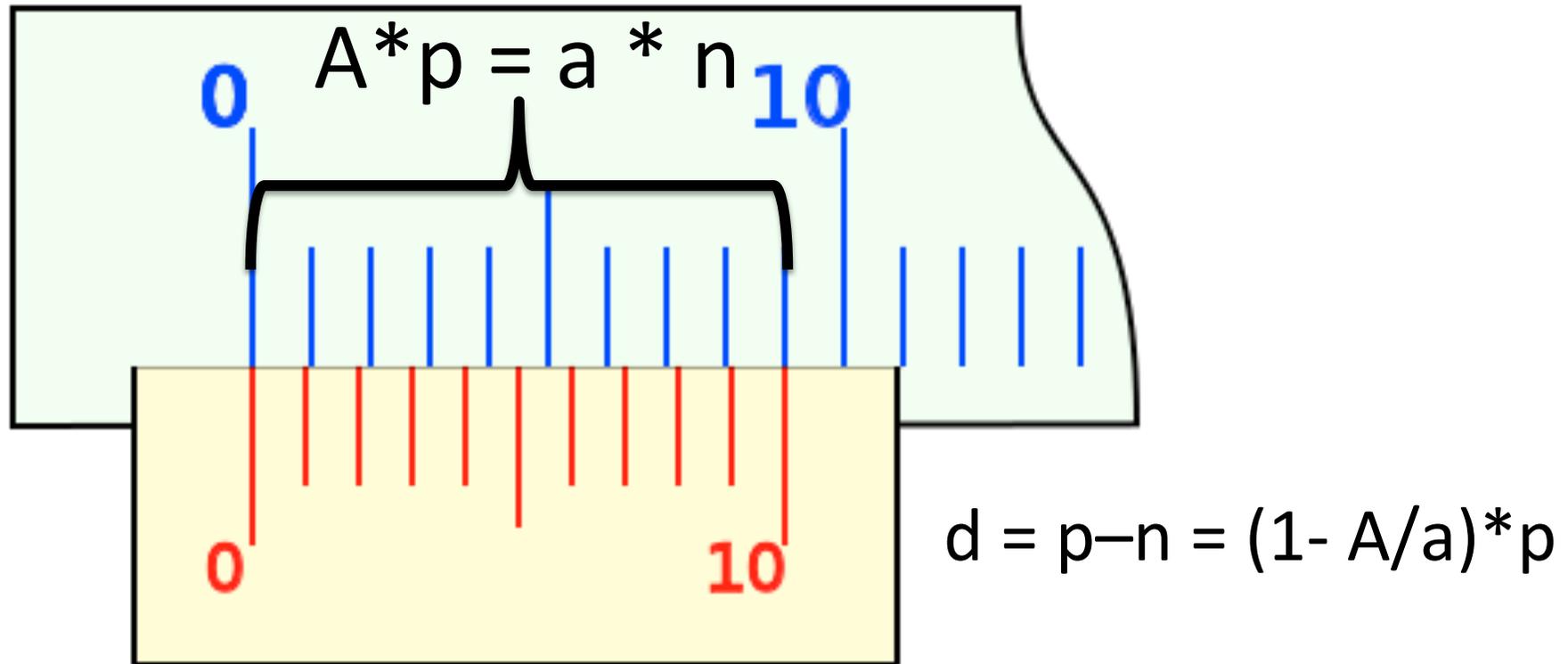


Medidas
externas



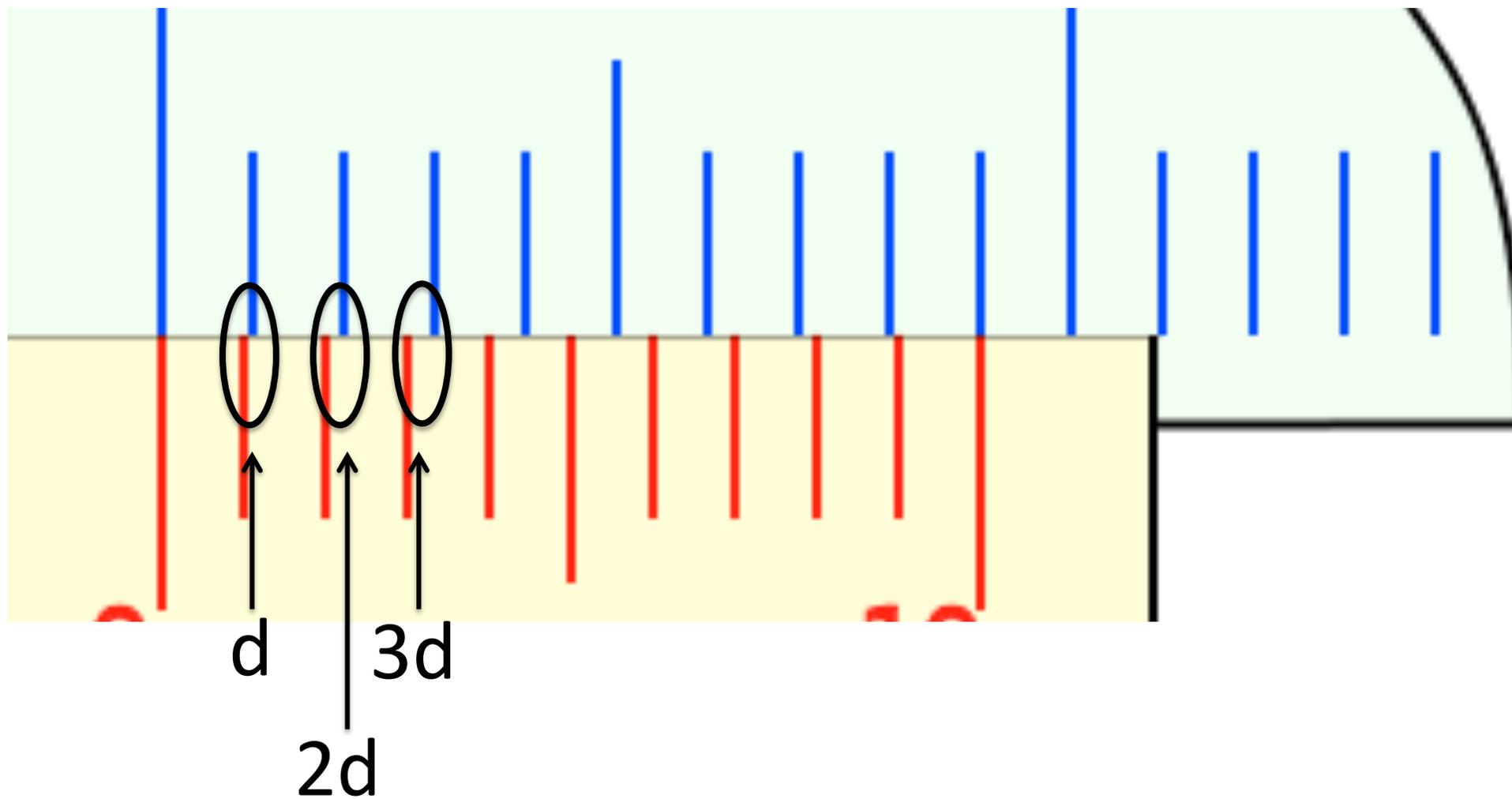
Nônio

Princípio de funcionamento do Nônio

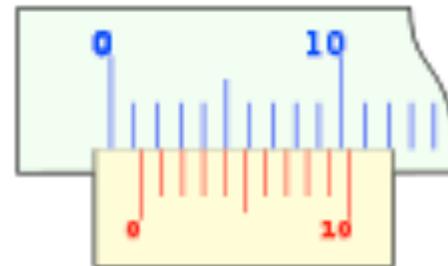
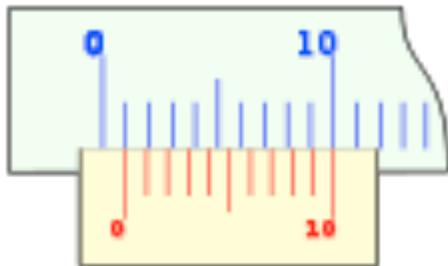
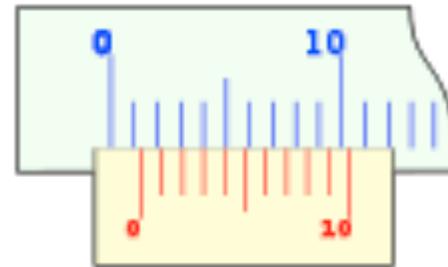
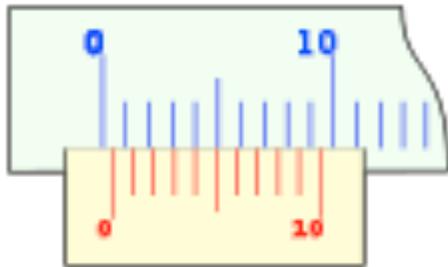
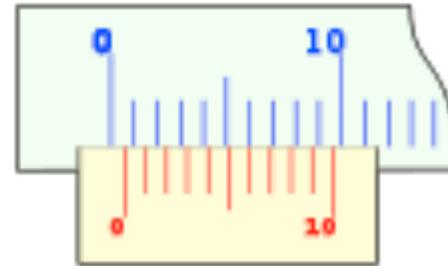
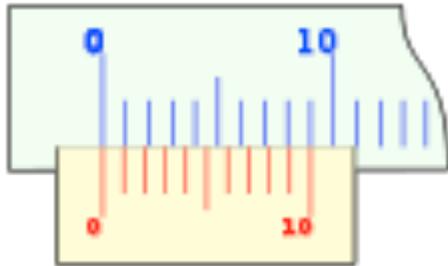


- A = número de divisões na escala azul
- p = tamanho da divisão na escala azul
- a = número de divisões na escala vermelha
- n = tamanho da divisão na escala vermelha

Quem é d ?

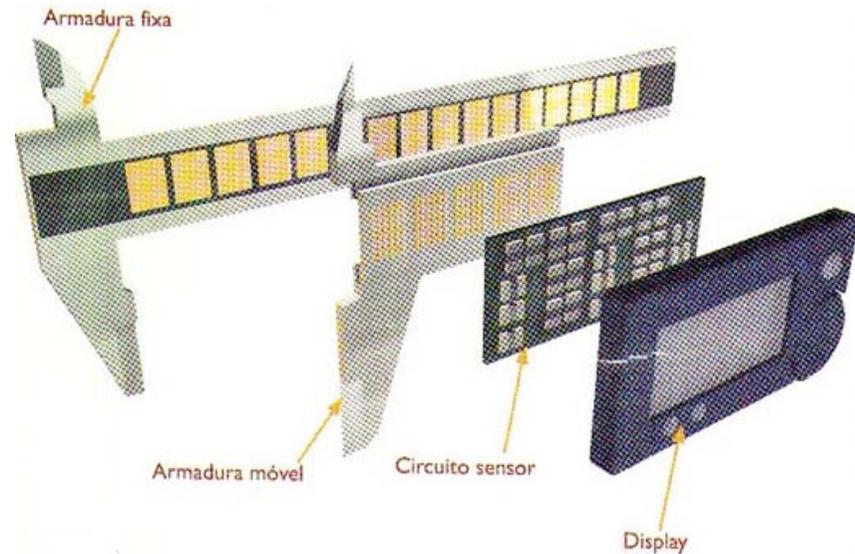


Qual a leitura desses paquímetros?



O Paquímetro digital

- Não funciona com o nônio
- Sistemas ópticos ou capacitivos para medir a posição
 - <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/3830-mec085>
 - Precisão de até 1/1000 mm

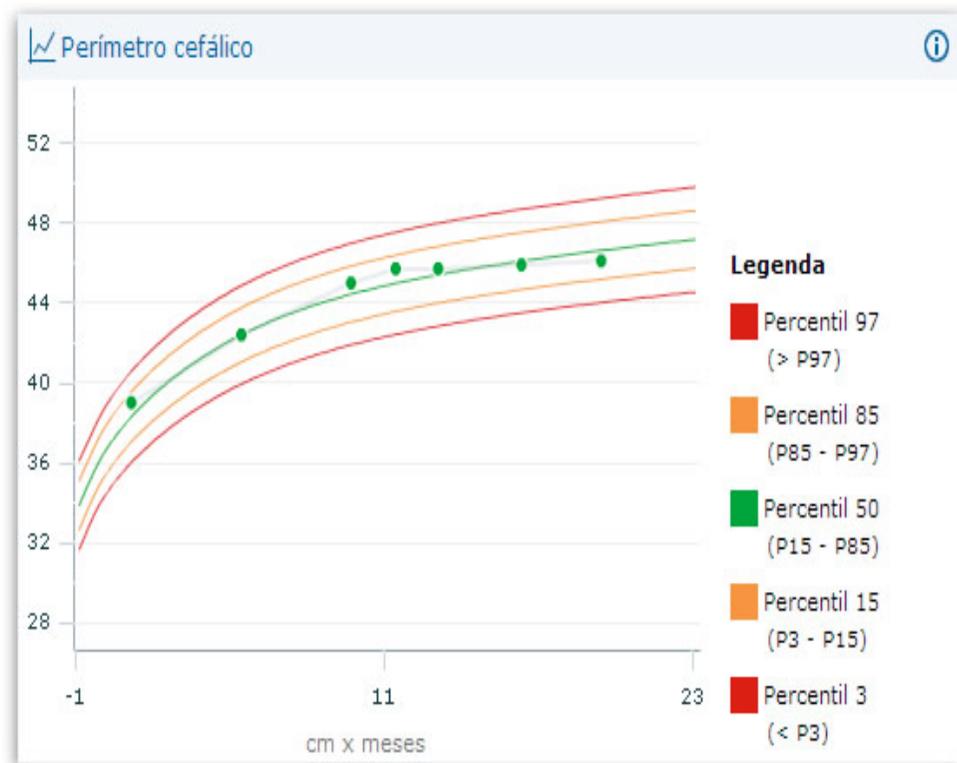
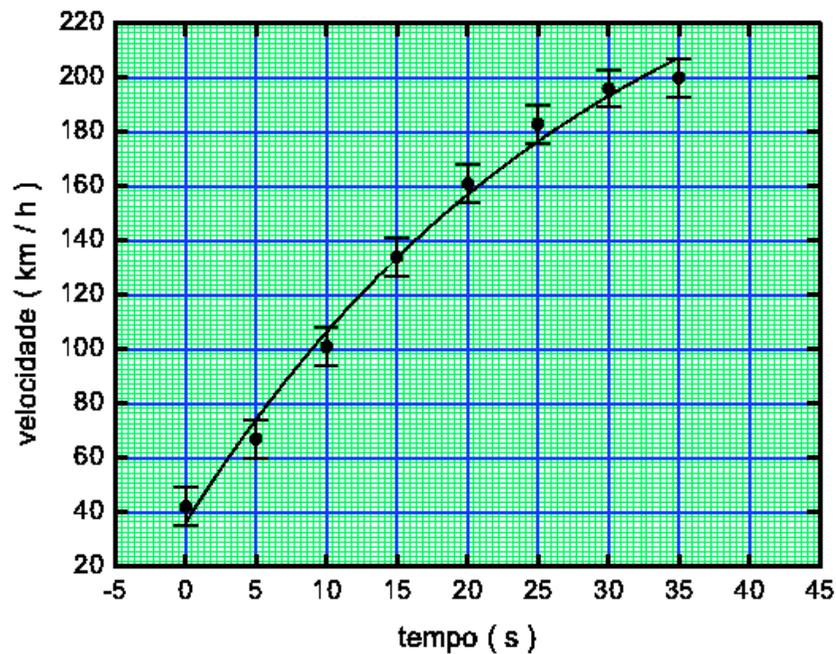


Análise dos dados

- Faça gráficos apropriados que relacionem as massas dos objetos com suas dimensões características de modo ao gráfico aparentar ser linear
- Extraia do gráfico a densidade linear, superficial e volumétrica, dependendo do objeto.
- Determine também a densidade volumétrica de todos os materiais utilizados
 - Tentem descobrir, com base nas densidades, de que os objetos são feitos.

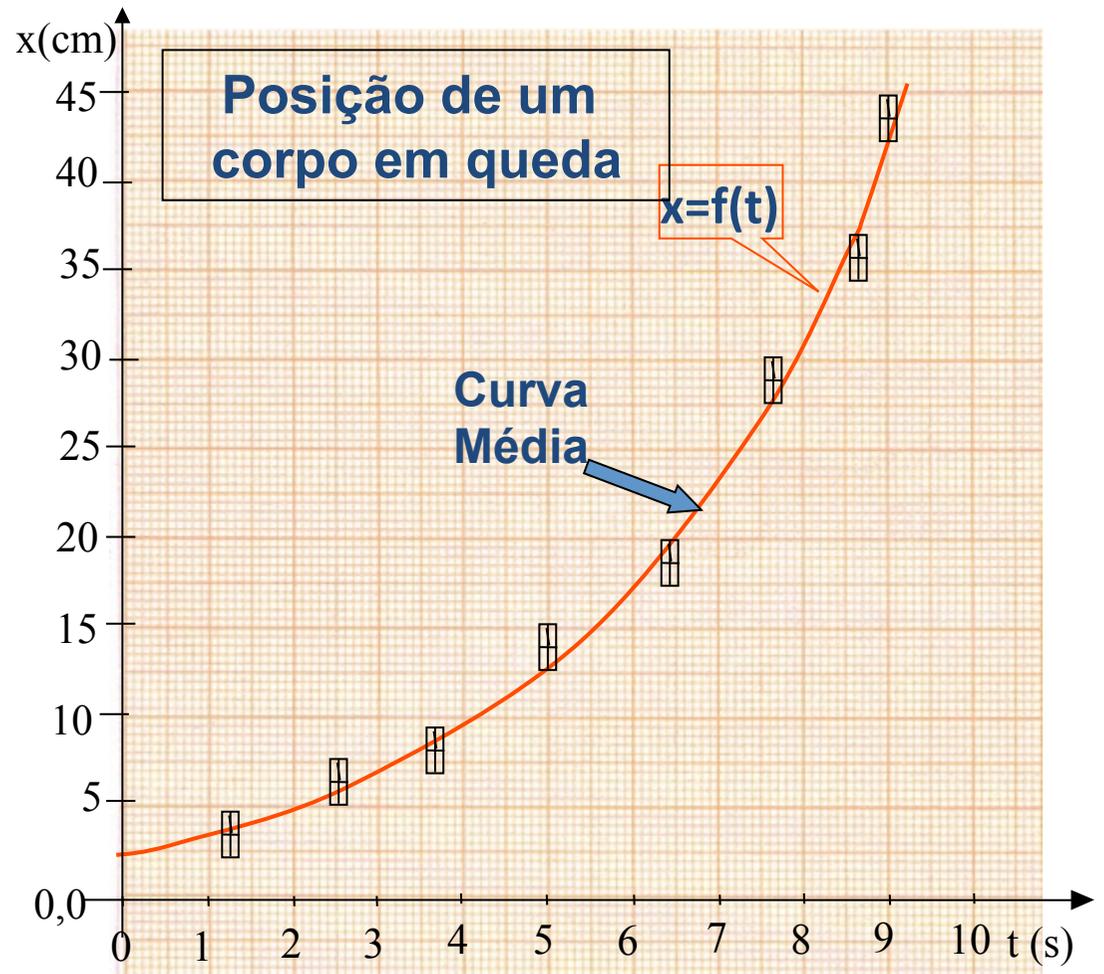
Gráficos

- O que é um gráfico?
 - Representação do comportamento de um parâmetro em função de outro de forma visual.



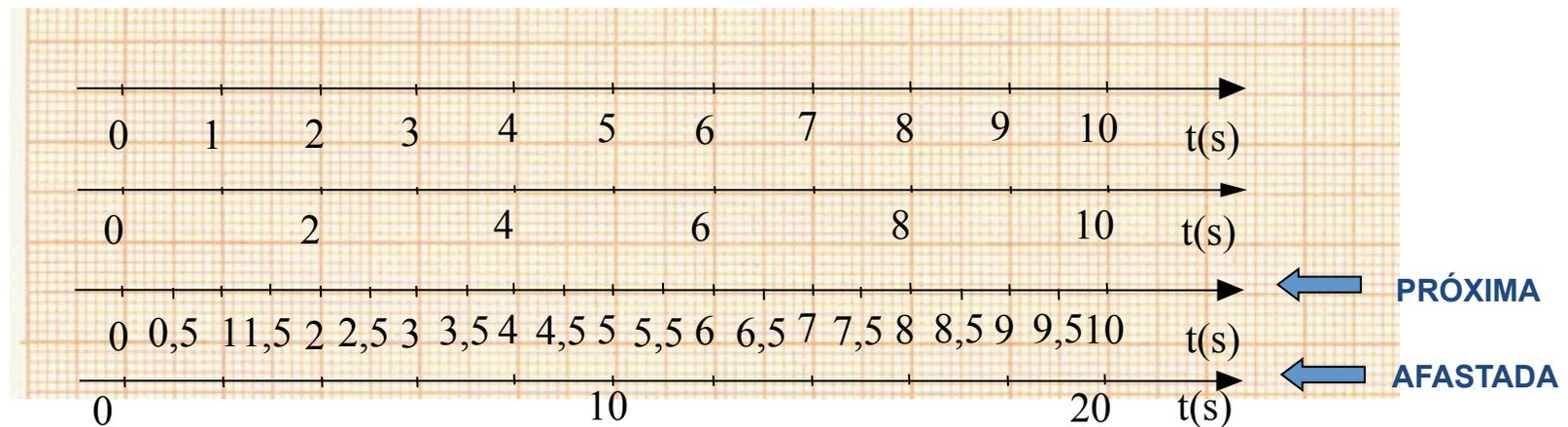
Gráficos, o que são?

- Itens importantes
 - Título
 - Eixos
 - Dados
 - Legenda quando houver mais de 1 gráfico superposto
 - Em alguns casos, ajustes de funções



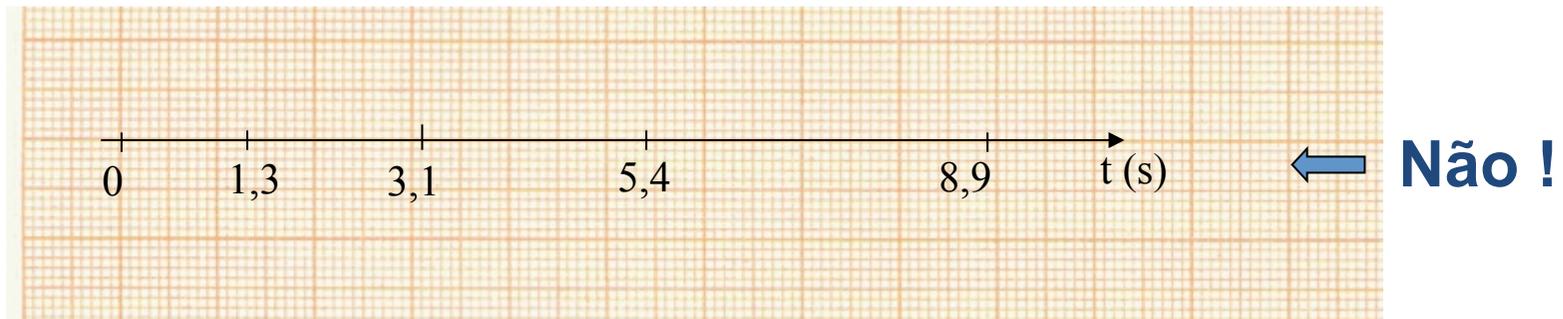
Eixos em um gráfico

- Deve-se escolher a escala que melhor se adapte ao tamanho do papel utilizado
 - **IMPORTANTE: Não use escalas diferentes de se compreender. Sempre utilize escalas “múltiplas” de 1, 2 ou 5**
- **Evite** escalas muito espaçadas ou muito comprimidas



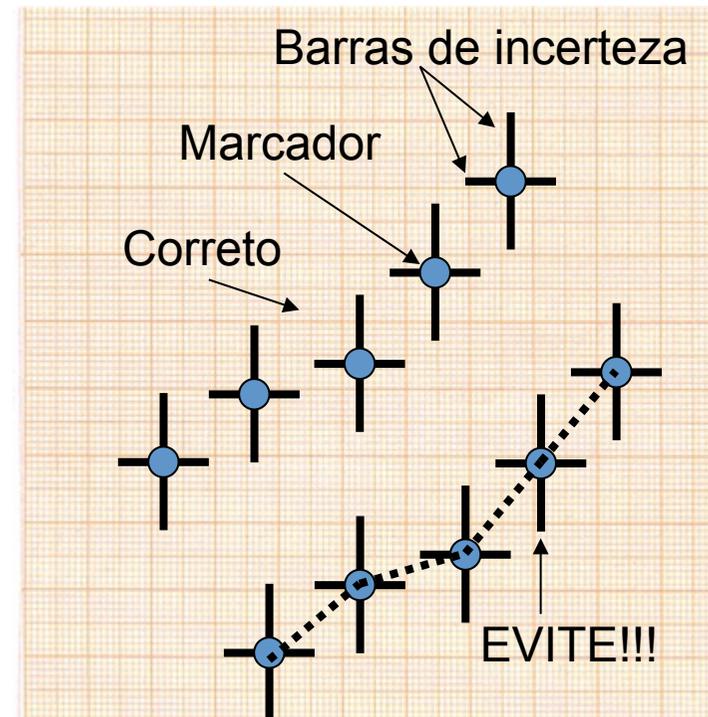
Eixos em um gráfico

- Coloque legendas em cada um dos eixos
- **NUNCA escreva os valores dos pontos nos eixos nem desenhe traços indicando os pontos**



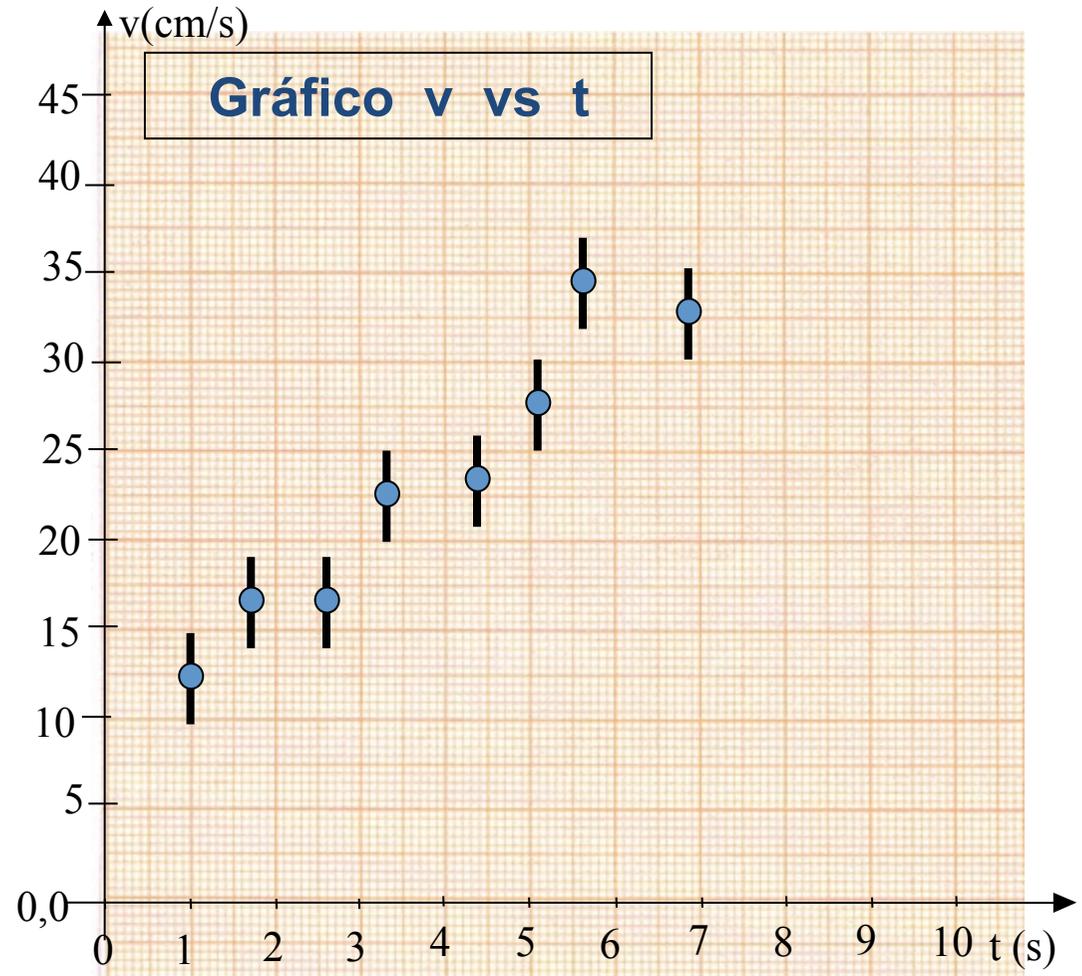
Mostrando os pontos experimentais

- Utilize marcadores visíveis
- Represente as barras de incerteza em y e x (quando houver) de forma clara
- **EVITE LIGAR OS PONTOS**
 - São raras as exceções em física onde isto é benéfico



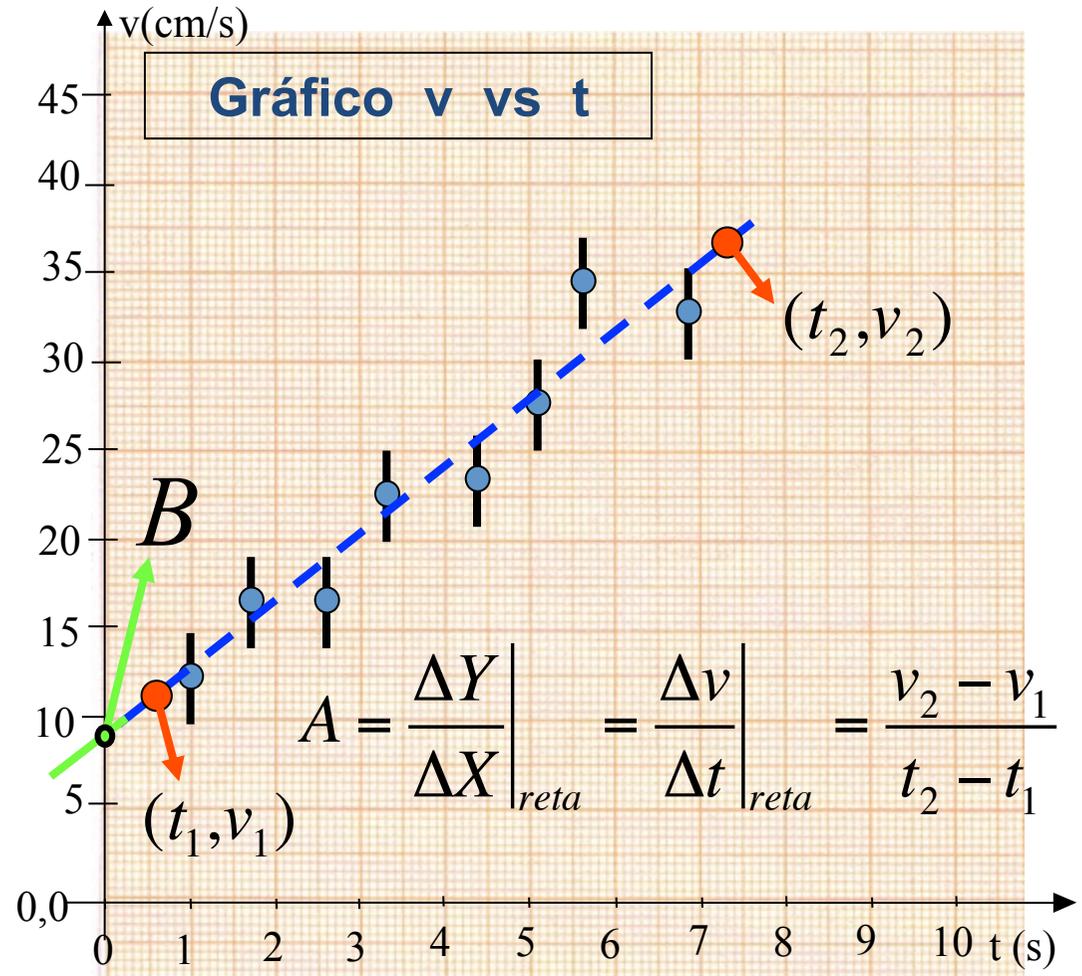
Como extrair informações de um gráfico?

- Caso simples
 - Os dados seguem uma “aparente” reta.
- Modelo
 - $Y = A X + B$
- Neste exemplo
 - $V = A t + B$



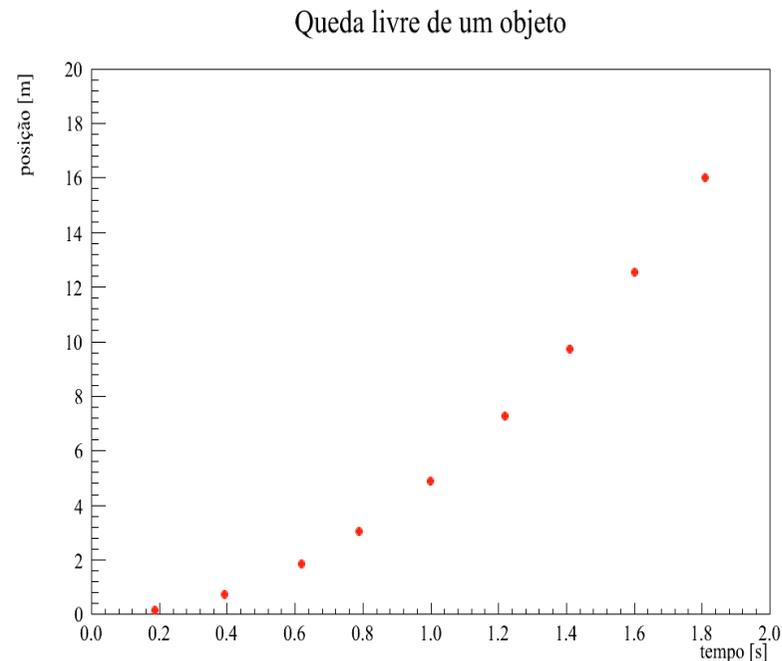
Como extrair informações de um gráfico?

- Se modelo de reta aplicar
 - Desenhe visualmente uma reta na qual os pontos estejam aleatoriamente espalhados em relação a esta reta
 - $Y = A X + B$
 - Coef. Angular
 - Escolher dois pontos sobre a reta
 - Coef. Linear
 - Estender a reta até X igual a zero



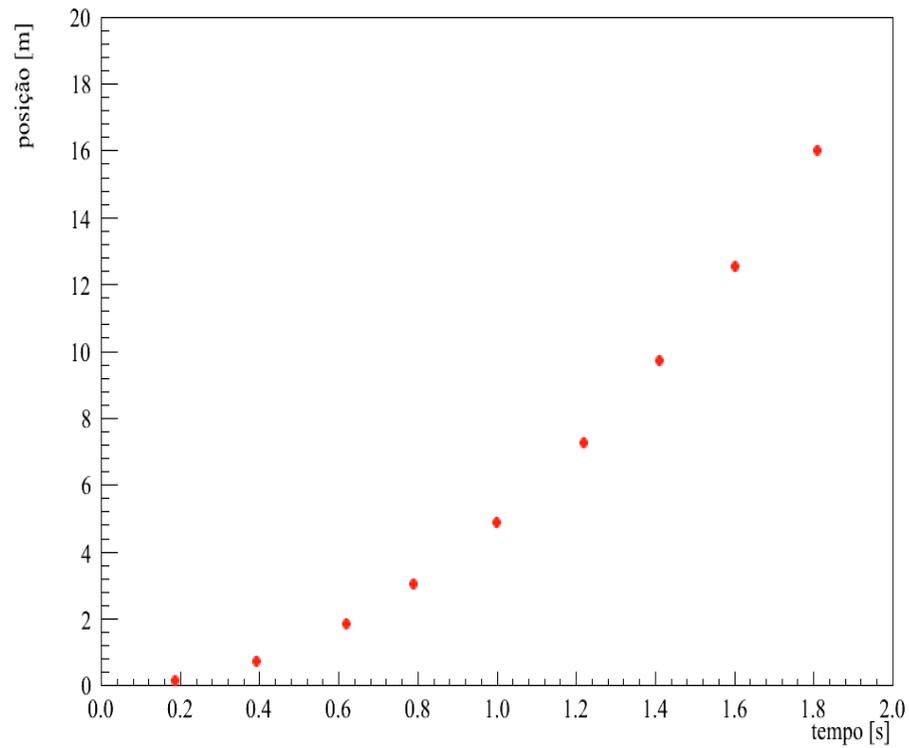
Linearização de gráficos

- Em muitas situações os dados têm comportamento não linear
 - Tratamento estatístico mais trabalhoso
 - Difícil de visualizar comportamento
- Linearização
 - Mudança de variáveis de tal forma a tornar um comportamento linear

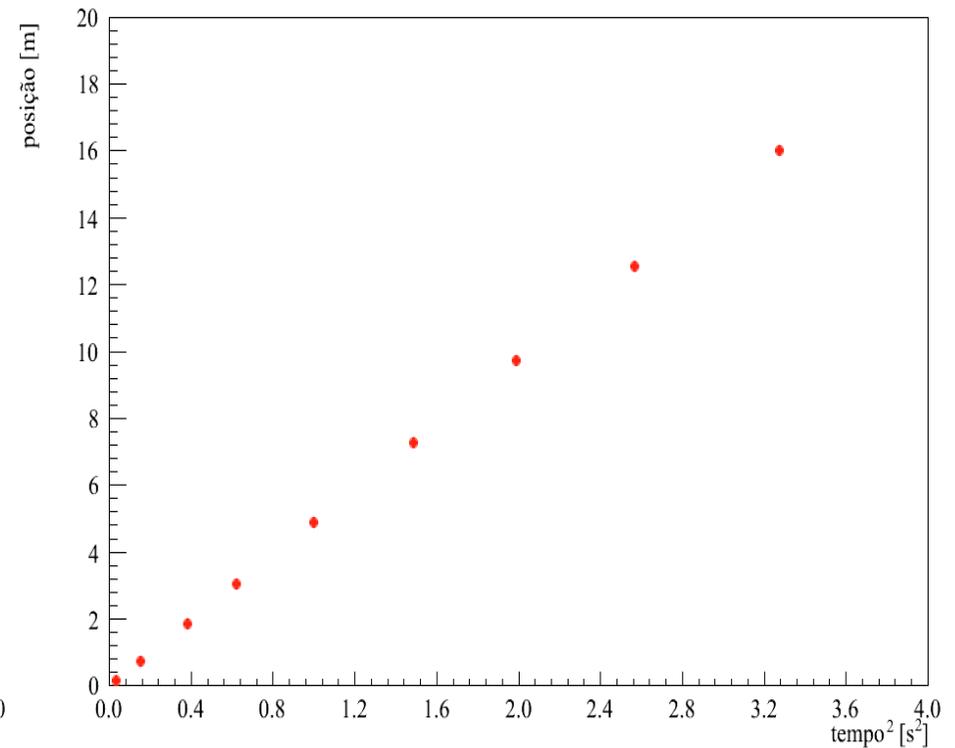


Uma mudança de variável em x ($t \rightarrow t^2$)

Queda livre de um objeto

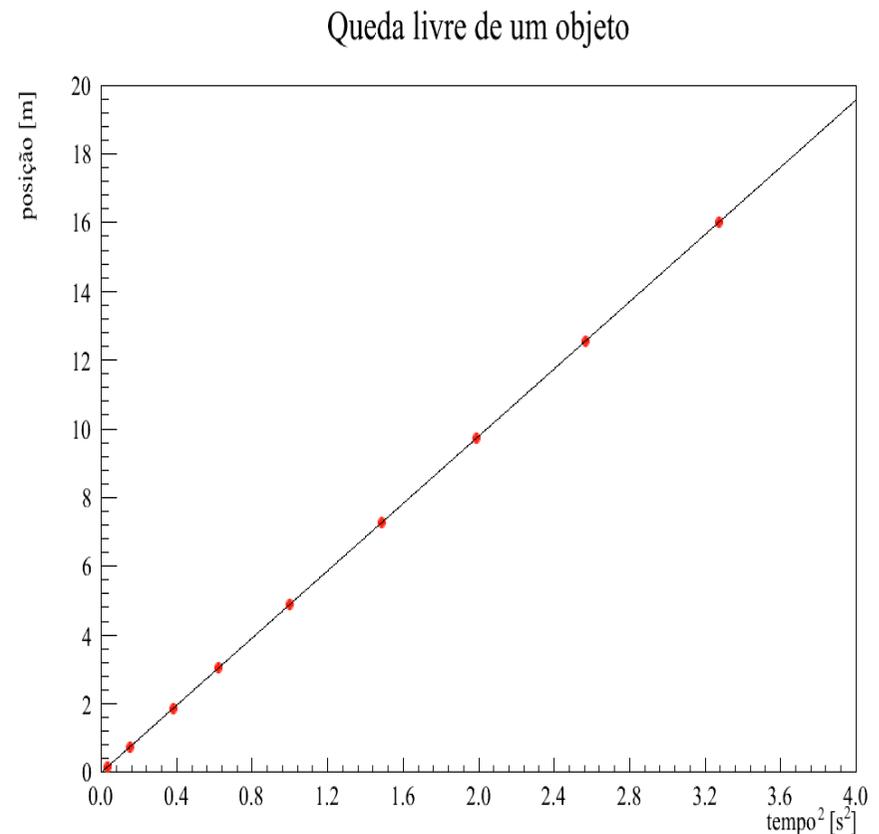


Queda livre de um objeto



Ajustando modelos a gráficos

- Há várias formas de extrair informações de gráficos
 - Leitura direta
 - Traçar retas manualmente e obter suas formas funcionais
 - Ajuste de dados
 - Vamos formalizar isso apenas em Fís. Exp. II
 - Aprender a utilizar como uma “caixa preta” por enquanto.



Bom trabalho e aproveitem

- Fazendo gráficos
 - Usem o webroot
 - <http://sampa.if.usp.br/webroot>
- Informações adicionais
 - Ver roteiro de aula no site da disciplina
 - Ver material didático de apoio
 - Instruções de como usar paquímetro, régua, etc. E gráficos.
 - Vamos adicionar uma tarefa extra no site da disciplina. Aguardem!