

# Aula 4

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” – note o termo entre aspas, para generalizar o número de dimensões

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

# 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)

$$m = k_n L^n$$

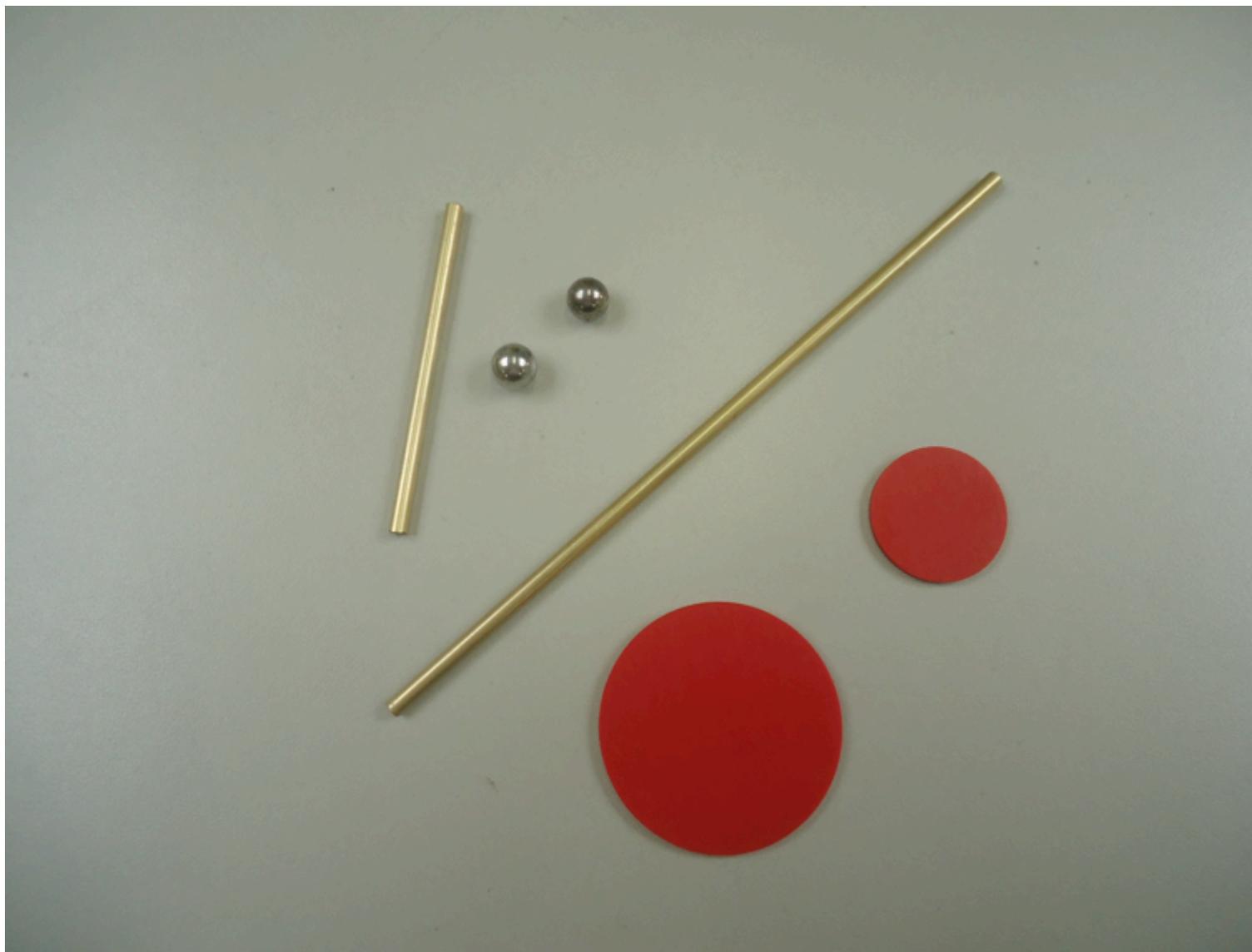
# Pergunta

- 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

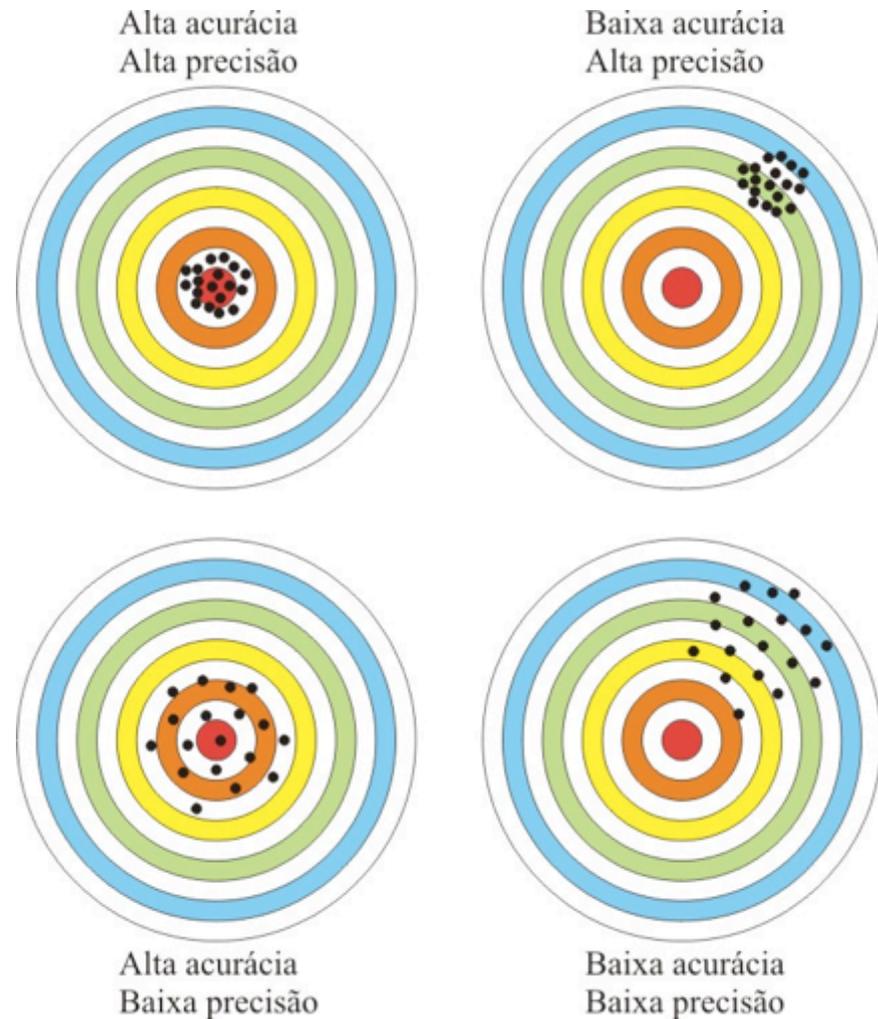


# Procedimento

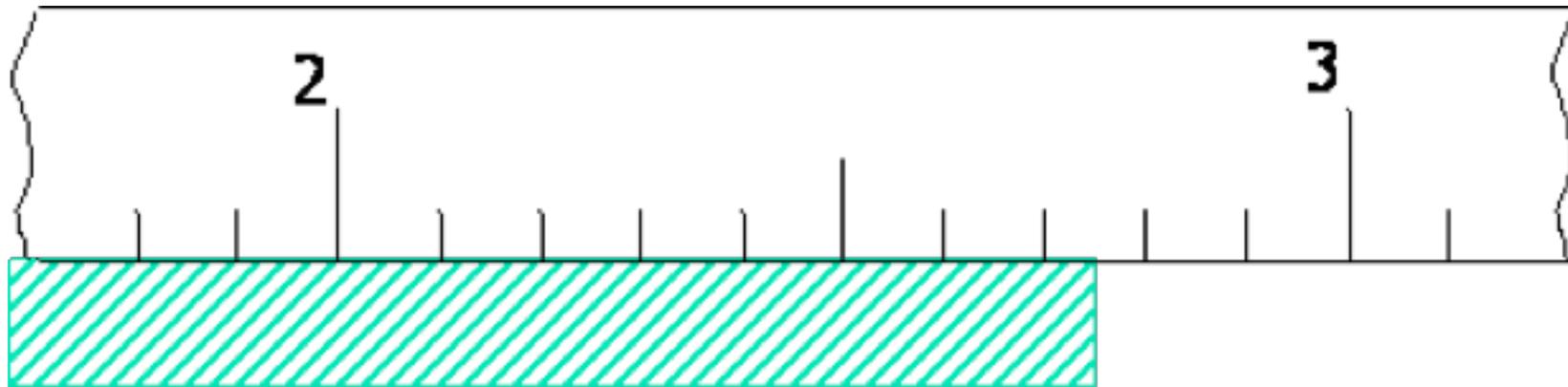
- Cada grupo recebeu um conjunto de bastões (1D), discos (3D) e esferas (3D)
- Medir as dimensões dos objetos (todas).  
Identificar a dimensão característica de cada um deles
  - Use o instrumento adequado, seguindo um critério estabelecido pelo grupo
  - Dividam os objetos entre cada membro do grupo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

# A questão da acurácia e precisão

- Lembre-se destes conceitos. Eles serão importantes daqui em diante



# 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)

# Como fazer contas com os dados?

- Se os meus dados têm precisão finita, então qualquer conta que eu faço com eles também tem.
  - Como representar resultados de contas?
    - Usando teoria de erros + conceitos de incerteza (mais para frente, tenha paciência)
  - Por hora vamos utilizar regras simples de manipulação de algarismos significativos

# Como fazer contas com os dados?

- Em multiplicação e divisão represente o resultado com o mesmo número de algarismos significativos do número menos preciso.
- Ex:
  - $1,0 / 3 = 0,3$ ;     $1,0 / 3,000 = 0,33$
  - $3,1415926 \times 2,6 = 8,2$  (note que aqui foi arredondado)

# Como fazer contas com os dados?

- Em soma e subtração represente o resultado na mesma casa decimal do número com algarismo duvidoso mais à esquerda

- Ex:

$$- \quad 2,34 + 13,5789 = 15,92$$

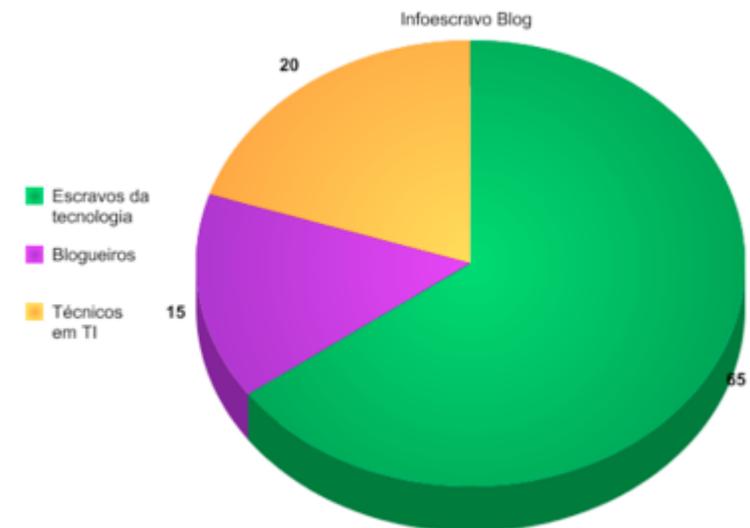
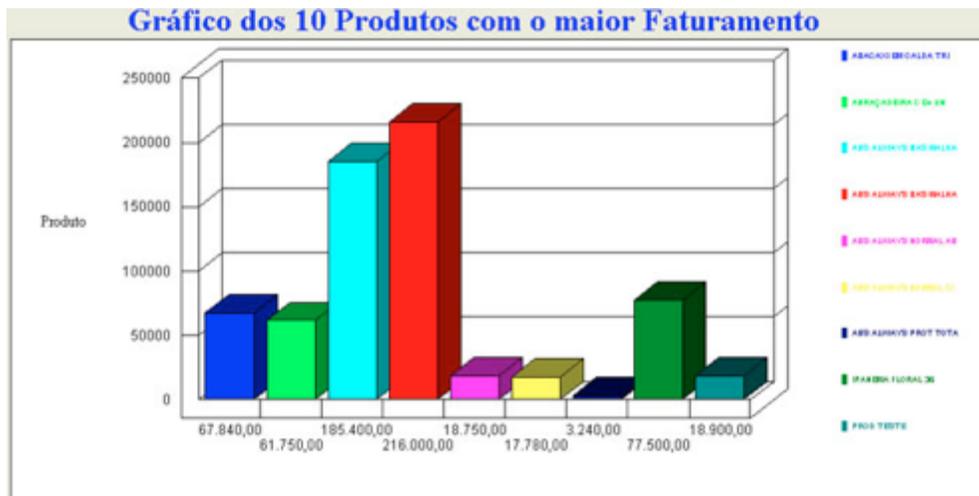
$$- \quad 614,4 - 587 = 27$$

# Análise dos dados

- Faça gráficos apropriados que relacionem as massas dos objetos com suas dimensões características
  - Massa em função de  $L^n$ .
- 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.

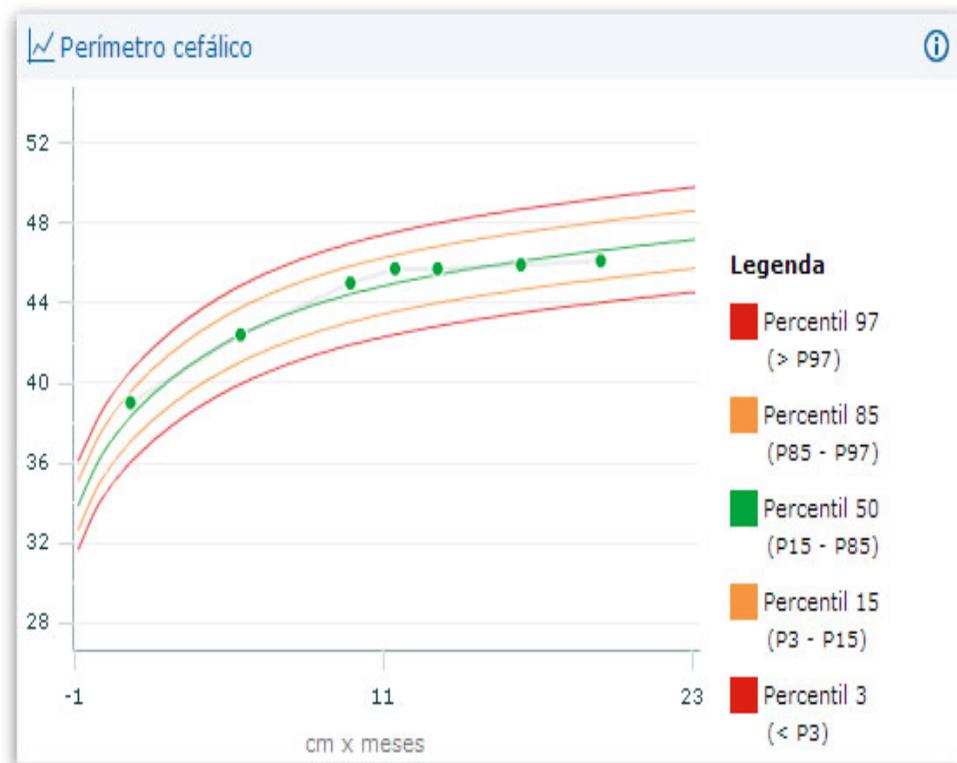
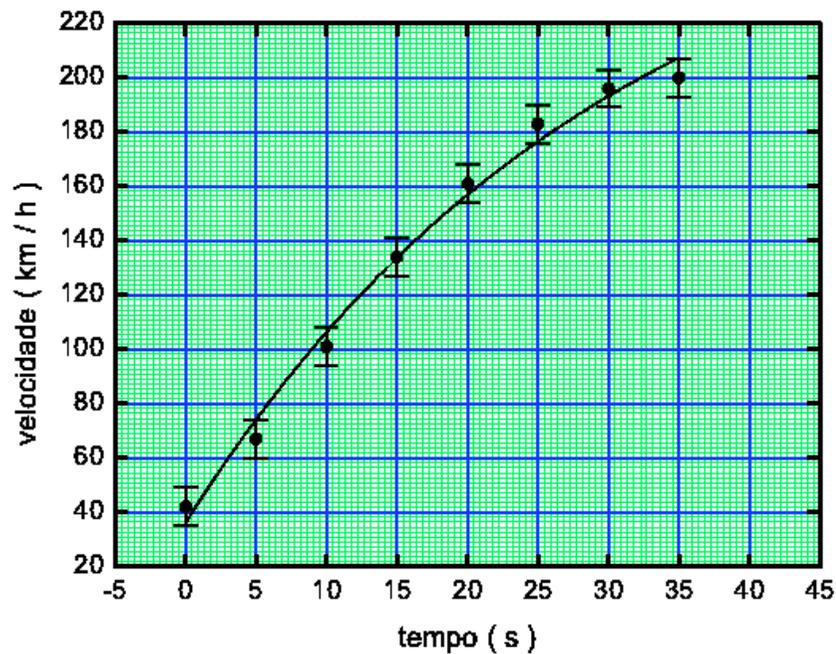
# Gráficos

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



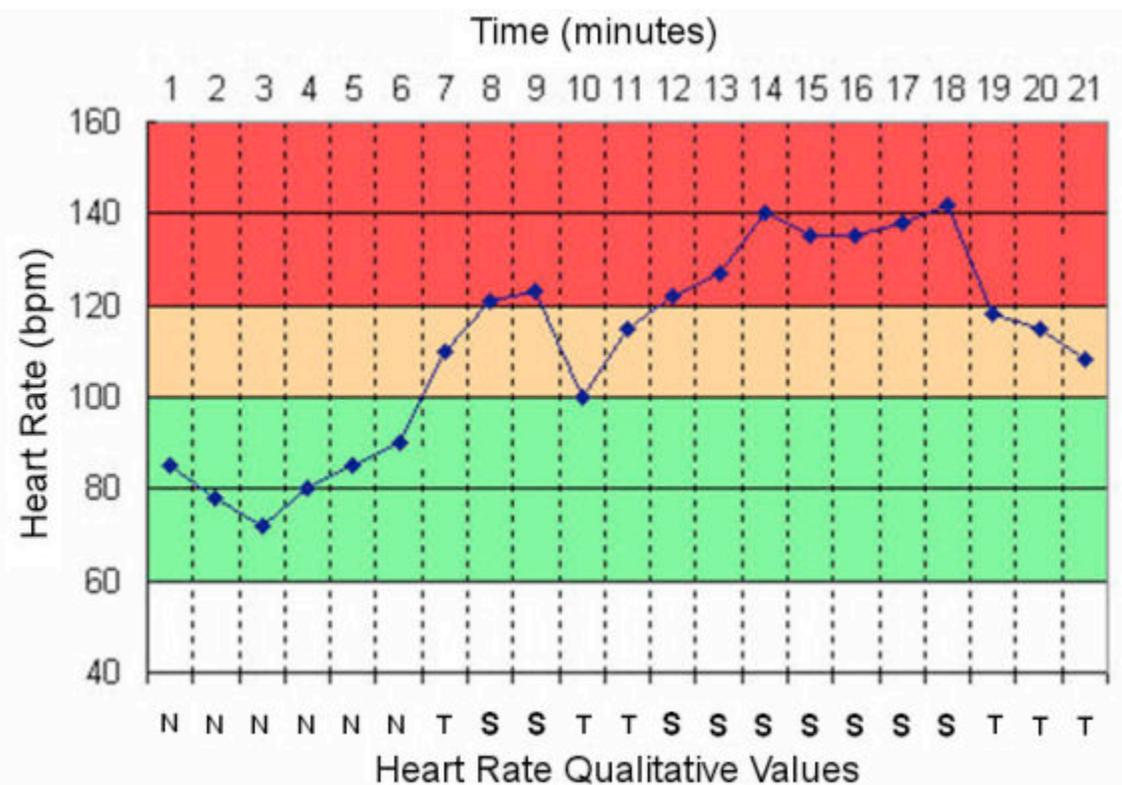
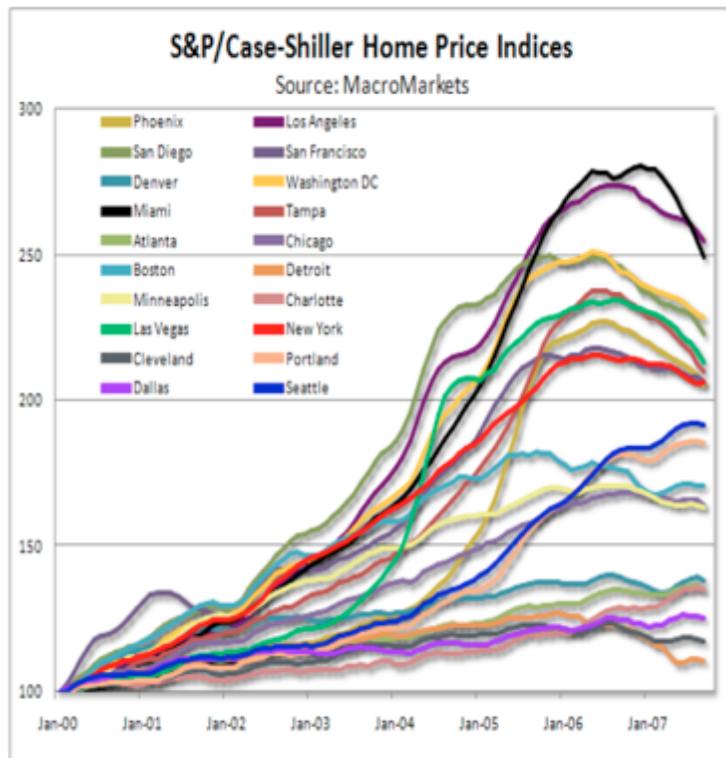
# Gráficos

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



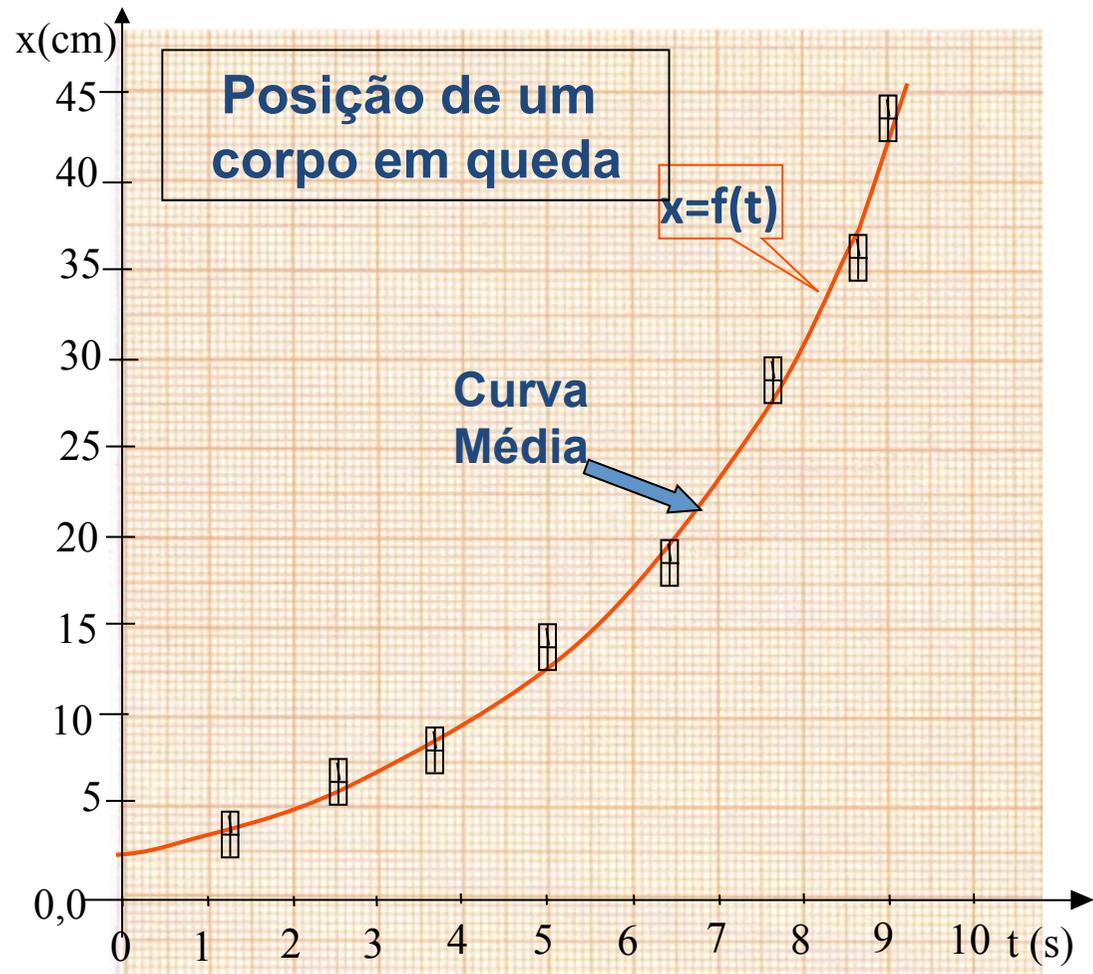
# Gráficos

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



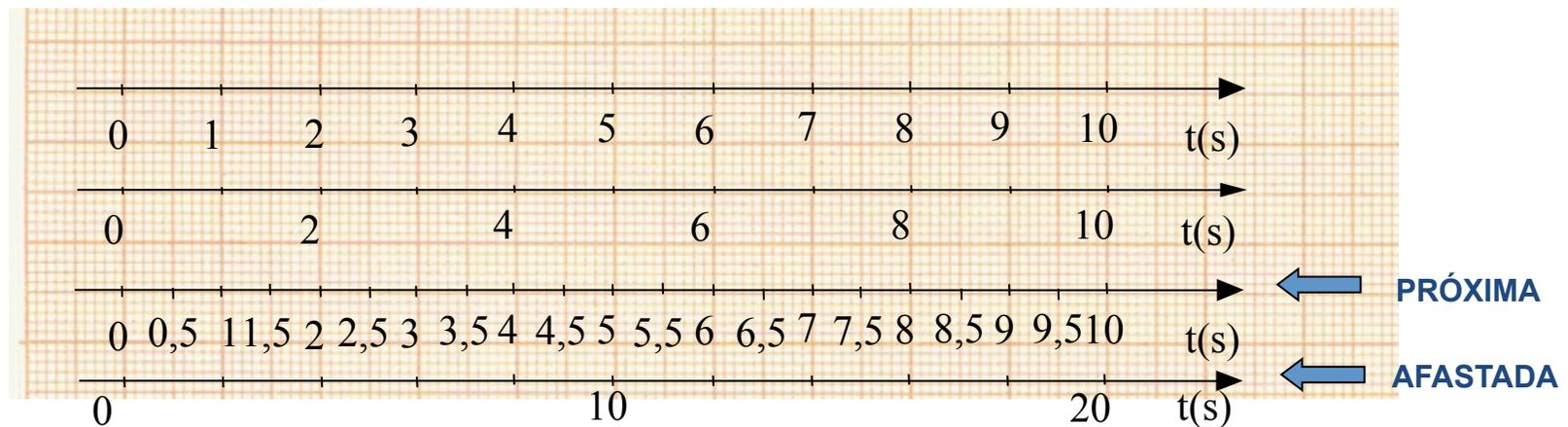
# Gráficos, o que são?

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



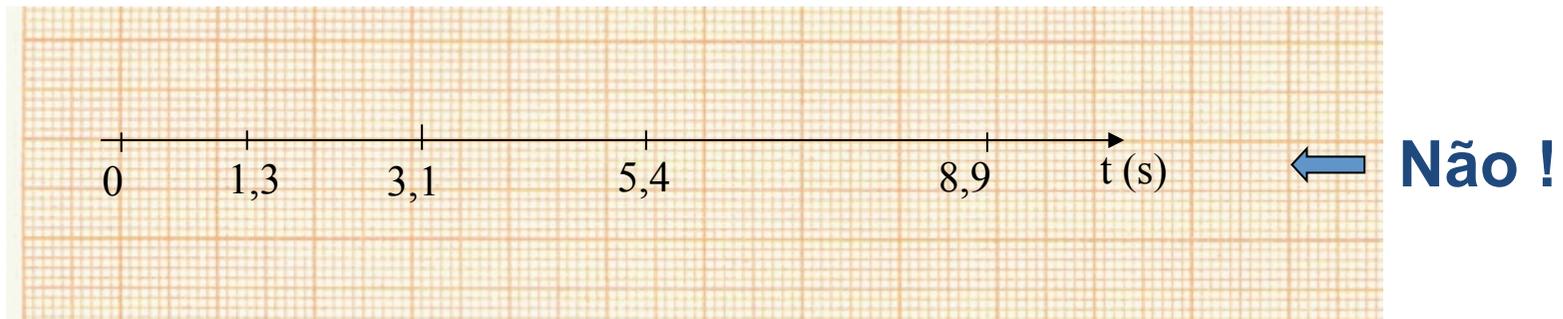
# Eixos em um gráfico

- 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



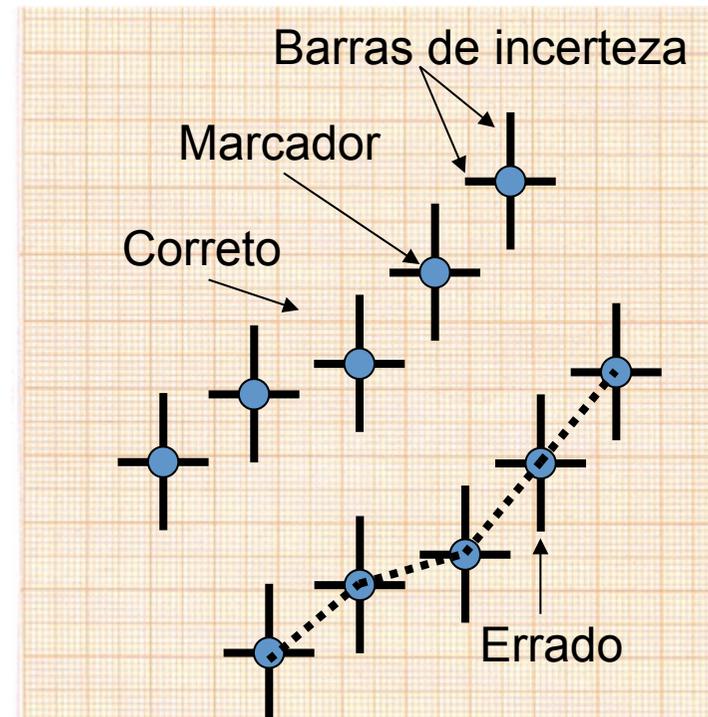
# Eixos em um gráfico

- 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
- **NUNCA LIGUE OS PONTOS**
  - São raras as exceções em física onde isto é benéfico

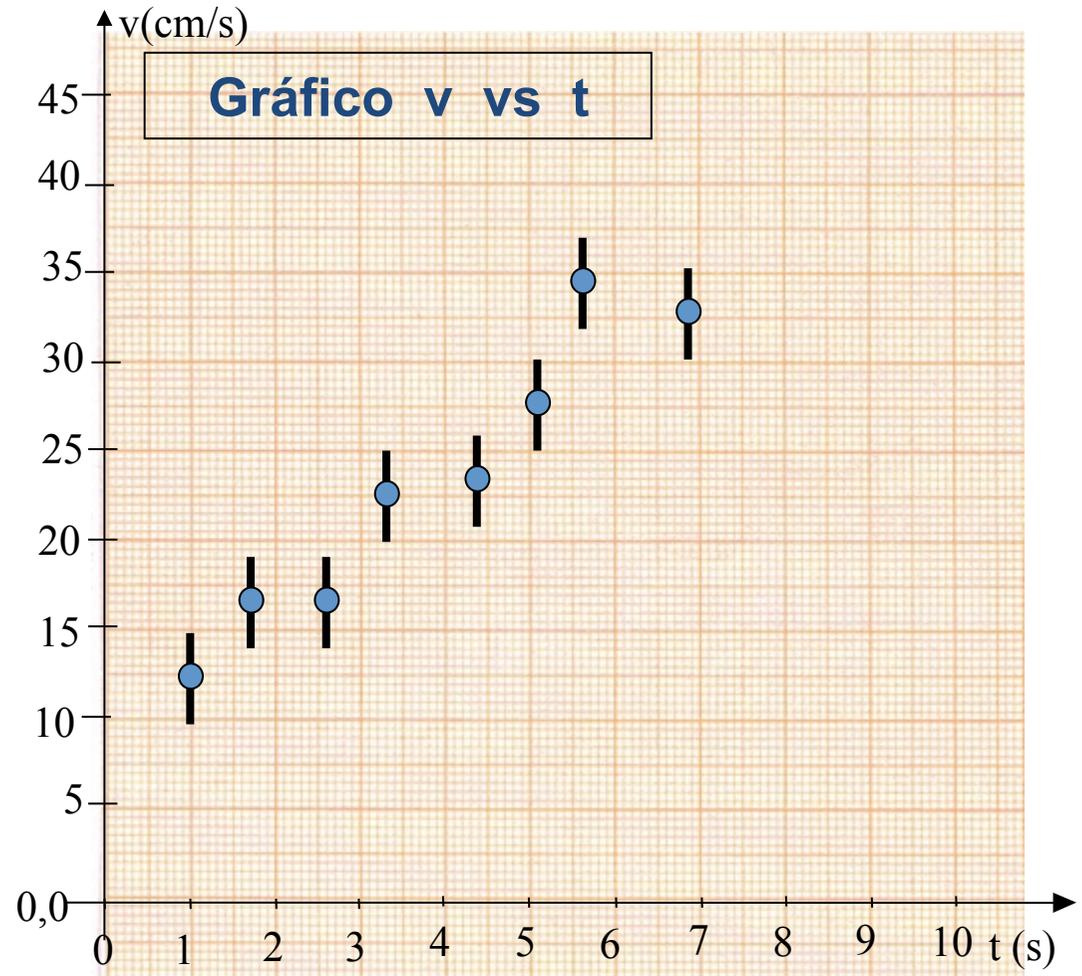


Exemplo prático. Dados de um corpo em queda do alto de um prédio.

| Tempo (s) | Posição (m) |
|-----------|-------------|
| 0,10      | 0,04        |
| 0,17      | 0,17        |
| 0,25      | 0,28        |
| 0,32      | 0,54        |
| 0,47      | 1,05        |
| 0,63      | 2,01        |

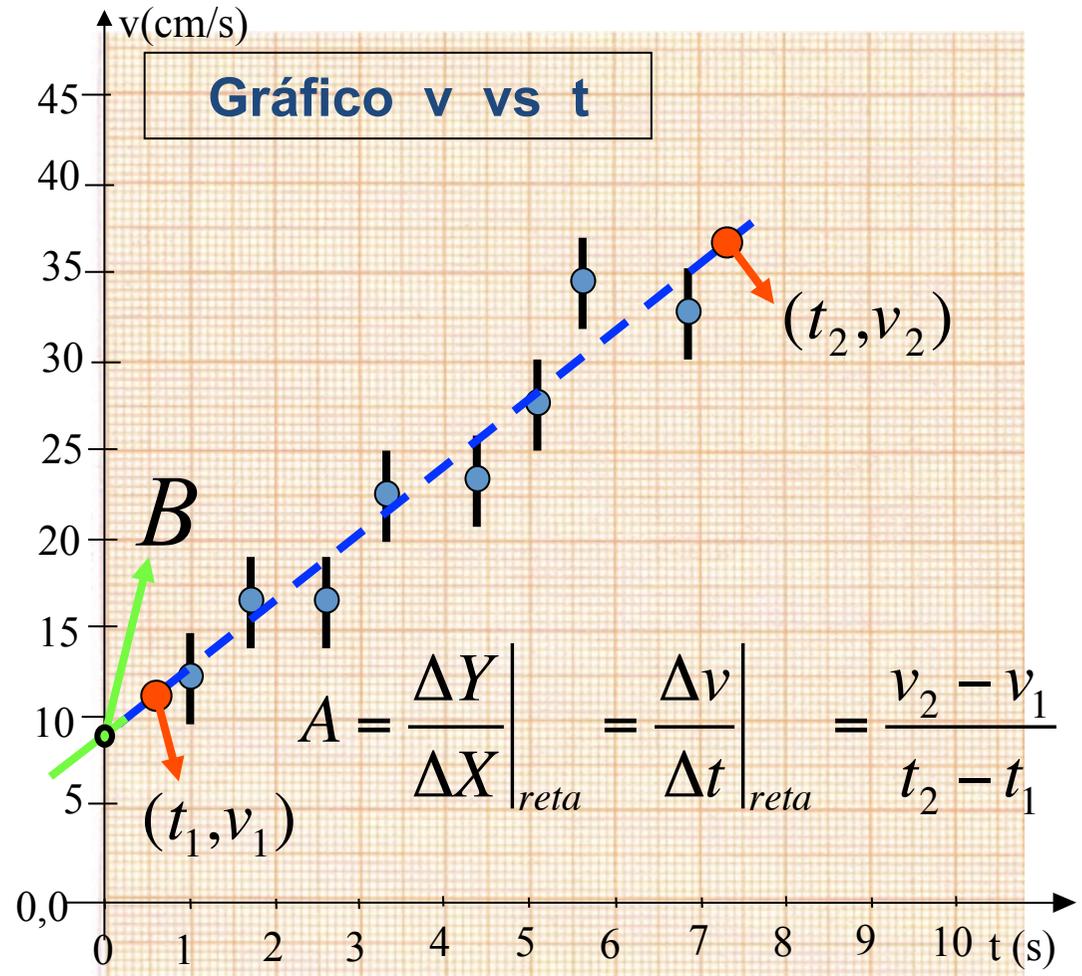
# Como extrair informações de um gráfico?

- 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



# 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!