Medidas em Laboratório

Prof. Luis E. Gomez Armas

Lab. de Física – Unipampa,
Alegrete
1º Semestre 2014

Sumário

- O que é fazer um experimento?
- Medidas diretas e indiretas
- Erros e sua classificação
- Algaritmos significativos
- Incerteza da medida
- Média, desvio da média e desvio absoluto
- Operações matemáticas com incertezas
- Análise gráfica (Método dos mínimos quadrados)

1-O que é fazer um experimento?

Realizar medidas

⇩

Sujeita a erros e incertezas

⇩

Perguntas

⇩

Qual o valor que se deve adotar como o mais reptresentativo?

Com que grau de confiança pode-se afirmar que o número adotado representa este valor?

⇩

Regras para estimar estes erros e incertezas

2- Medidas diretas e indiretas

a)Medidas diretas

Quando se utiliza um instrumento já calibrado para fazer a medida e com isso se faz uma comparação.
Ex: Cronômetro, régua, balança etc.

b)Medidas indiretas

Utilizando as medidas diretas, encontra-se uma grandeza derivada
Ex: velocidade

3- Classificação dos erros

3.1- Erros Grosseiros: São aqueles cometidos devido a falta de atenção ou de prática do operador.

- Erros cometidos em operações matemáticas
- erro na leitura do instrumento de medida. Ex: régua
- Engano na leitura de uma escala. Ex: mV-V

3.2- Erros sistemáticos: São aqueles decorrentes de causas constantes e se caracterizam por ocorrerem com os mesmos valores e sinal.

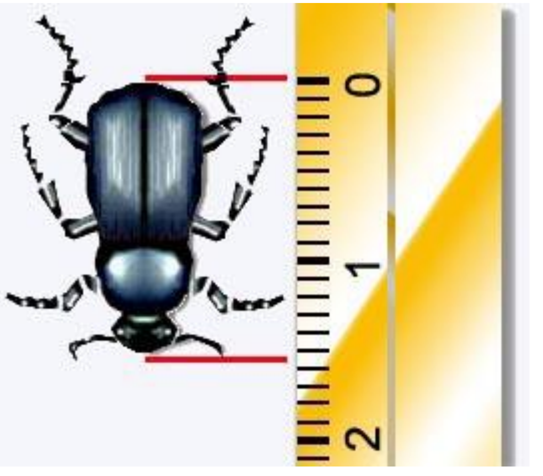
- Erros devido a aparelhos descalibrados
- Uso de equações inadequadas

3.3- Erros aleatórios : São aqueles que acontecem ao acaso resultante de pequenos erros independentes e incontroláveis. Neste caso, o valor médio entre várias medidas representa o valor mais próximo do valor verdadeiro.

- Variações no ambiente do laboratório
- Flutuações dos instrumentos de medida ligados na rede elétrica

4- Algarismos significativos

São aqueles em que é possível atribuir um significado físico concreto.
Estimativa também é significativo.



Entre 1,54 e 1,56 cm

Exemplos:

a) 35 =
b) 4,50 =
c) 0,047 =
d) 2800 =

4.1- Regras sobre algarismos significativos (AS)

a) Ao efetuar uma mudança de unidades de medida, o número de AS não se altera.

Ex: 4,94 cm = ________ m

OBS: Zeros a esquerda do número não são significativos

b) OPERAÇÕES

-***SOMA E SUBTRAÇÃO:*** O resultado final tem um número de casas decimais igual ao da parcela com MENOS CASAS DECIMAIS.

Ex: 4,32 + 2,1 =

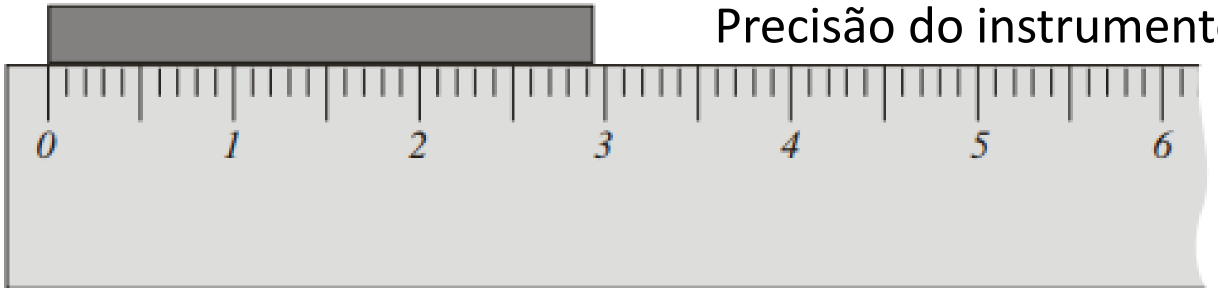
Ex: 4,37 + 3,285 =

- MULTIPLICAÇÃO OU DIVISÃO DE DUAS MEDIÇÕES: O resultado final tem um número de AS igual ao do fator com MENOR NÚMERO DE AS.

Ex: 4,32 cm x 2,1 s = 9,072 cm.s = 9,1 cm.s

5- Incerteza de uma medida (δ)

Uma medida não é um número e sim um intervalo. Como determinar a incerteza?



Precisão do instrumento = 1 mm

-Valor medido: 2,9 ≤ m ≤ 3,0 (intervalo conhecido como intervalo de confiança (IC)).

OBS: O IC é no mínimo igual a precisão do instrumento.

A incerteza (δ) de uma medida corresponde a metade do IC:

$$\delta = \frac{IC}{2}$$

$$\delta = \frac{m_{max} - m_{min}}{2}$$

Representação da medida: $m = \bar{m} + \delta$

onde $\bar{m} = \frac{m_{max} + m_{min}}{2}$

PS: A incerteza de uma medida só tem um algarismo significativo

6- Incerteza de um conjunto de medidas

Quando uma série de medidas é realizada para uma determinada grandeza, é conveniente expressar o valor final como a **média aritmética** dos valores medidos e a incerteza pode ser dada pelos **desvios** em relação a média.

-Valor Médio: Num conjunto de medidas, o valor médio é dado por: $\bar{x} = \frac{\sum_1^n x_i}{n}$

-Desvio (d_i): Corresponde a diferença entre o valor medido (x_i) e o valor médio.

$$d_i = x_i - \bar{x}$$

- Desvio médio absoluto (d): Corresponde a média aritmética dos valores absolutos dos desvios d_i

$$d = \frac{\sum_1^n |d_i|}{n}$$

A medida da grandeza x é dada por: $x = \bar{x} \pm d$

OBS: Se o desvio médio absoluto for menor que a incerteza do instrumento de medida, usa-se como erro a incerteza de instrumento de medida

Exemplo:

Considere uma série de medidas do diâmetro de um fio ϕ, feitas com um instrumento cuja precisão é de 0,05 cm.

$\phi\ (cm)$	2.05	2.00	2.05	2.10	1.95

7-Operações matemáticas com medidas

Considere as medidas ao lado

$$A = a \pm \delta_a$$

$$B = b \pm \delta_b$$

7.1 - Soma das medidas

$$A + B = (a + b) \pm \frac{(Máx - Mín)}{2}$$

$$Máx = (a + \delta_a) + (b + \delta_b)$$

$$Mín = (a - \delta_a) - (b - \delta_b)$$

7.2 - Subtração das medidas

$$A - B = (a - b) \pm \frac{(Máx - Mín)}{2}$$

$$Máx = (a + \delta_a) - (b - \delta_b)$$

$$Mín = (a - \delta_a) - (b + \delta_b)$$

7.3 - Multiplicação das medidas

$$A \times B = (a \times b) \pm \frac{(Máx - Mín)}{2}$$

$$Máx = (a + \delta_a) \times (b + \delta_b)$$

$$Mín = (a - \delta_a) \times (b - \delta_b)$$

7-Operações matemáticas com medidas

Considere as medidas ao lado

$$A = a \pm \delta_a$$

$$B = b \pm \delta_b$$

7.4 - Divisão das medidas

$$\frac{A}{B} = \left(\frac{a}{b}\right) \pm \frac{(Máx - Mín)}{2}$$

$$Máx = \frac{(a + \delta_a)}{(b - \delta_b)}$$

$$Mín = \frac{(a - \delta_a)}{(b + \delta_b)}$$

7.5 - Exponenciação das medidas

$$B^3 = b^3 \pm \frac{(Máx - Mín)}{2}$$

$$Máx = (b + \delta_b)^3$$

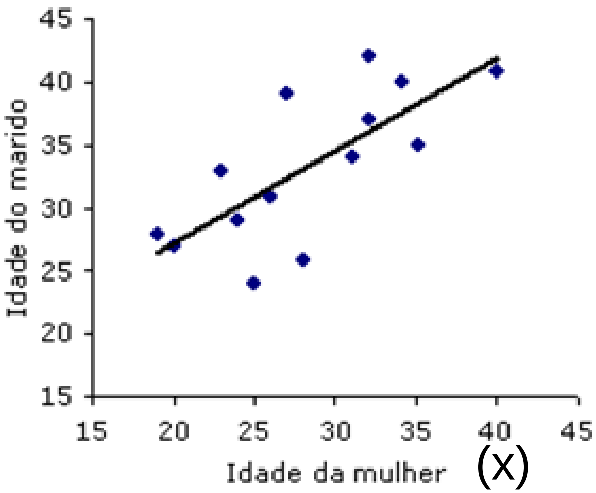
$$Mín = (b - \delta_b)^3$$

8- Análise gráfica: Método dos mínimos quadrados

Ajuda a interpretar relações existentes entre os dados experimentais. Um gráfico nos mostra o maior número possível de informações.

8.1- Guia para representação gráfica.

- Variável independente no eixo x e variável dependente no eixo y.
- Os nomes das grandezas devem ser escritos na parte inferior e lateral esquerda, com suas unidades entre parenteses
- As escalas devem ser escolhidas de acordo com os dados experimentais e não precisam ser iguais nos eixos x e y.



8.2- Determinação gráfica dos parâmetros de uma função linear

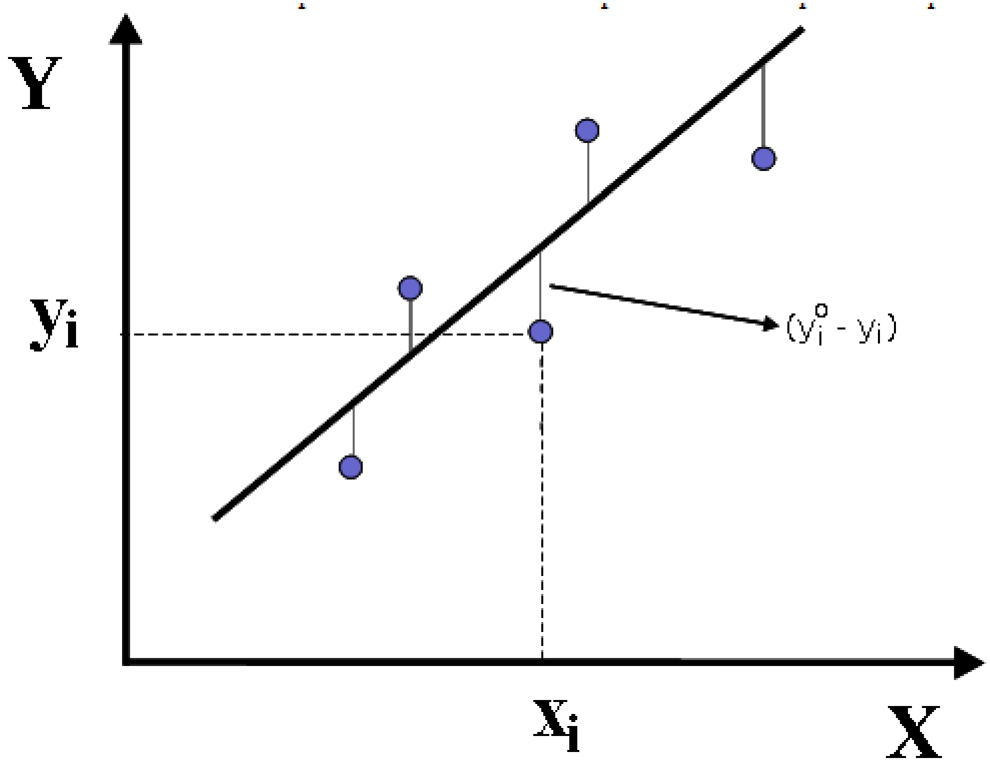
Para encontrar a reta que melhor se ajusta aos pontos experimentais usamos as seguintes relações:

$$y = Ax + B \qquad onde \qquad A = \frac{n\sum_1^n x_i y_i - \sum_1^n x_i \sum_1^n y_i}{n\sum_1^n x_i^2 - (\sum_1^n x_i)^2} \qquad B = \bar{y} - A\bar{x}$$

$$\boxed{S \equiv \sum_{i=1}^{N} (y_i^o - y_i)^2}$$

$y^o{}_i$ = valores observados de y

y_i = valores calculados de y



Exemplo

Tabela 1. Valores experimentais da posição de um carrinho em função do tempo.

X - tempo (s)	Y - posição (m)
0,100	0,51
0,200	0,59
0,300	0,72
0,400	0,80
0,500	0,92

Tabela 2. Tabela contendo os valores de x, y, x.y e x^2, e suas respectivas somatórias.

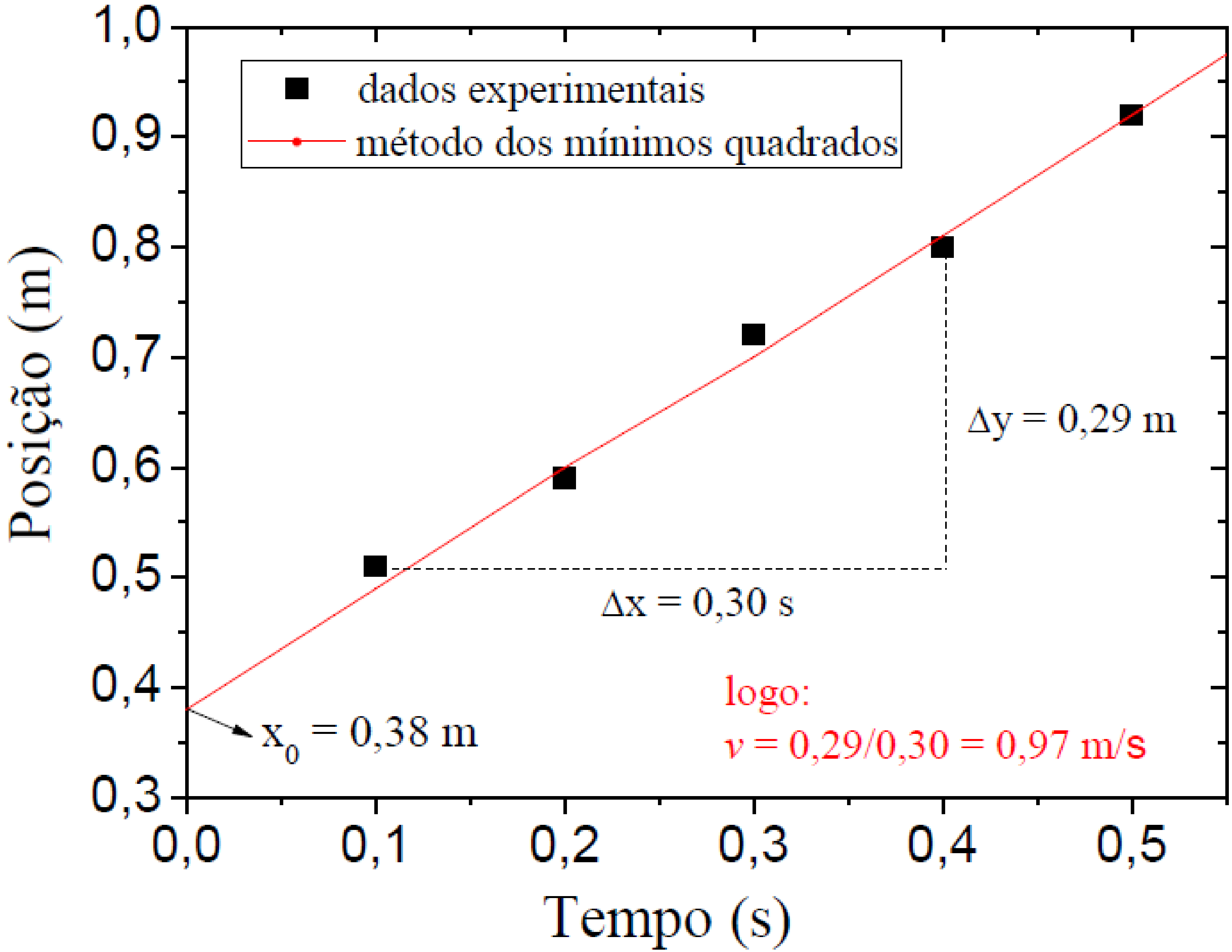
x(s)	**y(m)**	**x.y**	**x^2**
0,100	0,51	0,051	0,0100
0,200	0,59	0,120	0,0400
0,300	0,72	0,220	0,0900
0,400	0,80	0,320	0,1600
0,500	0,92	0,460	0,2500
Σx = 1,50	Σy = 3,54	Σx.y = 1,17	Σx^2 = 0,55

$$a = \frac{N\left(\sum_i x_i y_i\right) - \left(\sum_i x_i\right)\left(\sum_i y_i\right)}{N\left(\sum_i x_i^2\right) - \left(\sum_i x_i\right)^2}$$

$$b = \frac{\left(\sum_i y_i\right)\left(\sum_i x_i^2\right) - \left(\sum_i x_i y_i\right)\left(\sum_i x_i\right)}{N\left(\sum_i x_i^2\right) - \left(\sum_i x_i\right)^2}.$$

$$a = \frac{5 \times 1{,}17 - 1{,}50 \times 3{,}54}{5 \times 0{,}55 - (1{,}50)^2} = \frac{5{,}85 - 5{,}31}{2{,}75 - 2{,}25} = \frac{0{,}54}{0{,}50} = 1{,}08$$

$$b = \frac{0{,}55 \times 3{,}54 - 1{,}17 \times 1{,}50}{5 \times 0{,}55 - (1{,}50)^2} = \frac{1{,}95 - 1{,}76}{2{,}75 - 2{,}25} = \frac{0{,}19}{0{,}50} = 0{,}38$$



dados experimentais
método dos mínimos quadrados
Posição (m)
Tempo (s)
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
Δy = 0,29 m
Δx = 0,30 s
x0 = 0,38 m
logo:
v = 0,29/0,30 = 0,97 m/s

Exemplo

Os dados abaixo são as medidas da distensão x de uma mola espiral, para diferentes valores da força nela aplicada, na região de elasticidade da mola onde vale a expressão F = kX. Determine k graficámente usando o método dos mínimos quadrados.

F (gf)	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
x (cm)	0,86	1,75	2,60	3,49	4,35	5,22	6,10	7,00	7,78