



MEDIÇÃO

Escola Secundária José Saramago
2009/2010

Marília Peres

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

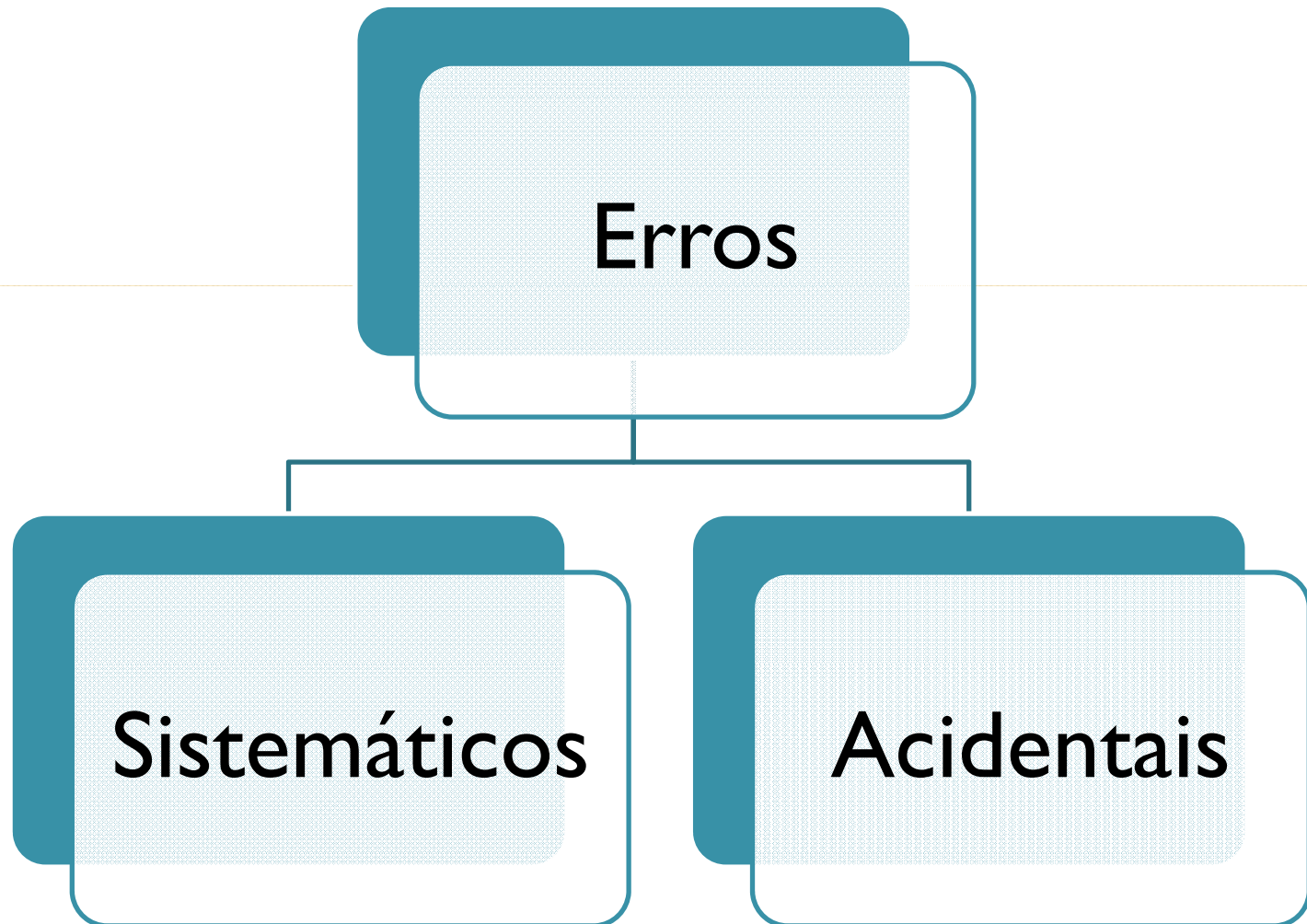
Alcance

- Valor máximo que é possível medir

Sensibilidade ou
Natureza do
aparelho

- Valor da menor divisão

ERROS NA MEDIÇÃO



ERROS SISTEMÁTICOS

Instrumentais, quando se utilizam instrumentos inadequados ou estragados

Métodos incorrectos, geralmente pouco rigorosos e difíceis de pôr em prática

As causas dos erros sistemáticos podem ser

Pessoais, quando o processo de medida é efectuado incorrectamente (caso dos erros de postura, dos erros de paralaxe...)

Ambientais, se um agente exterior influencia a medição de modo permanente

ERROS SISTEMÁTICOS

afectam o valor da medição
sempre no mesmo sentido

podem eliminar-se, tanto
quanto possível

Erros acidentais

Leituras incorrectas
quer por posição
errada do observador
quer por
desconhecimento da
escala de leitura

Movimento brusco do
operador aquando da
medição

***As causas dos
erros acidentais
podem ser***

Variações bruscas das
condições de
temperatura, pressão,
vento, tensão
eléctrica

Outras ...

Erros acidentais

Difíceis de eliminar (causas imprevisíveis)

Podem ser reduzidos (várias medições em n° ímpar - 3 ou 5)

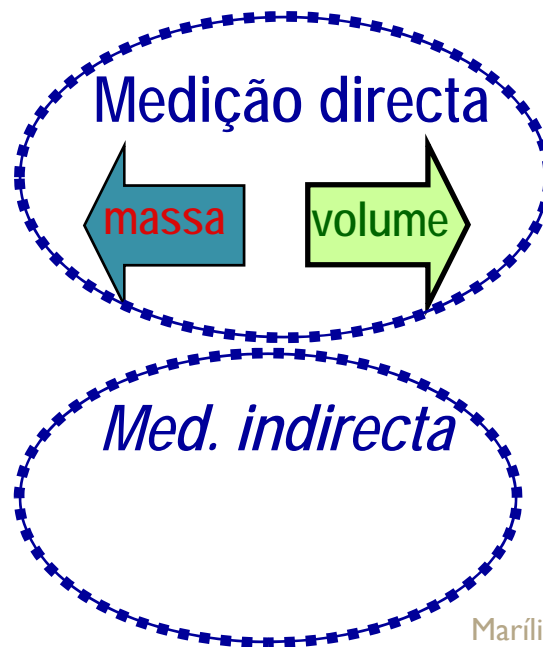
OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE MEDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Medir uma grandeza é compará-la com outra da mesma espécie, que se toma para unidade.

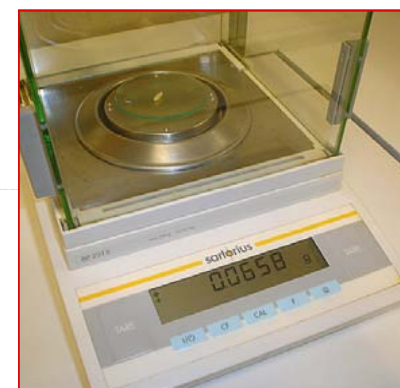
Medição de uma grandeza é a operação de medir.

Medida é resultado da medição.

Uma medição pode ser **directa** ou **indirecta**.



O equipamento de medição (directa) é **seleccionado** de acordo com o que se pretende medir.



Os valores obtidos na medição são **lidos e registados** de acordo com o que o equipamento permitir: **número de algarismos, unidades e incerteza.**

$0,85 \pm 0,02 \text{ kg}$

$37,0 \pm 0,2 \text{ kg}$

$65,8 \pm 0,1 \text{ mg}$

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS, UNIDADES E NOTAÇÃO CIENTÍFICA

$0,85 \pm 0,02 \text{ kg}$



2 algarismos
significativos

notação científica:

$8,5 \times 10^{-1} \text{ kg}$

$8,5 \times 10^2 \text{ g}$

~~850 g~~

ordem de grandeza



$10^0 \text{ kg ou } 10^3 \text{ g}$

$370 \pm 2 \text{ kg}$



3 algarismos
significativos

notação científica:

$3,70 \times 10^2 \text{ kg}$

$3,70 \times 10^5 \text{ g}$

~~$0,37 \text{ Mg}$~~

ordem de grandeza



$10^2 \text{ kg ou } 10^5 \text{ g}$

$60,8 \pm 0,1 \text{ mg}$



3 algarismos
significativos

notação científica:

$6,08 \times 10^{-2} \text{ g}$

$6,08 \times 10^{-5} \text{ kg}$

$6,08 \text{ cg}$

ordem de grandeza



$10^{-4} \text{ kg ou } 10^{-1} \text{ g}$

OPERAÇÕES COM ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

Σ

0,85 kg

47,0 kg

60,8 g

0,85 kg

47,0 kg

0,0608 kg

~~47,9108 kg~~

47,9 kg

8,5 hg

470 hg

0,608 hg

~~479,108 hg~~

479 hg

Π

47,35 m

608 mm

47,35 m \times 0,608 m = 28,8 m²

↑↑↑↑ ↑↑↑ ↑↑↑↑

~~28,7888 ?~~

alg. sign.? unidades?

ERROS, PRECISÃO E EXACTIDÃO

Precisão

- proximidade entre os vários valores de um conjunto de medições da mesma grandeza
- maior ou menor dispersão dos resultados obtidos na medição
- erros accidentais ou fortuitos (causas naturais, aleatórios)

Exactidão

- proximidade entre o resultado da medição e o valor real ou exacto (ou mais provável) de uma grandeza
- maior ou menor afastamento das medições ao valor verdadeiro
- erros sistemáticos (do instrumento, do observador ou do método)



Precisão e exactidão - Um exemplo

Valor real = 0.1472

• **M1**

0.1367
0.1367
0.1368
0.1367
0.1368
0.1367

Preciso
Não exacto

$$\bar{x} = 0.1367$$

• **M2**

0.1461
0.1500
0.1481
0.1474
0.1470
0.1445

Exacto
Não preciso

$$\bar{x} = 0.1472$$

• **M3**

0.1360
0.1458
0.1237
0.1378
0.1189
0.1327

Não exacto
Não preciso

$$\bar{x} = 0.1325$$

• **M4**

0.1472
0.1472
0.1471
0.1472
0.1472
0.1471

Exacto
Preciso

$$\bar{x} = 0.1472$$

ERROS, MÉDIA, DESVIOS E INCERTEZAS

Erro absoluto

- módulo da diferença entre o valor da medição e o valor exacto da grandeza:

$$e_{a(i)} = |v_i - v_{\text{exacto}}|$$

Erro relativo

- razão (ou quociente) entre o erro absoluto e o valor exacto da grandeza:

$$e_i = e_{a(i)} / v_{\text{exacto}}$$

Valor mais provável \bar{v}

- média aritmética de uma série de medições directas efectuadas:

$$(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n$$

ERROS, MÉDIA, DESVIOS E INCERTEZAS

Desvio absoluto

- **módulo da diferença entre o valor da medição e o valor médio das medições:**

$$\bullet d_{a(i)} = |v_i - \bar{V}|.$$

Desvio relativo médio

- **média dos desvios relativos (razões ou quocientes entre os desvios absolutos e o valor médio)**

INCERTEZA ABSOLUTA DE UMA LEITURA

- Erro máximo que se pode cometer ao efectuar uma leitura.

Incerteza indicada no aparelho ou em tabelas?

não

sim

*Precisão, tolerância, erro, ...
indicada pelo fabricante*

$$V_{(\text{pipetado})} = (100,00 \pm 0,08) \text{ mL}$$



INCERTEZA ABSOLUTA DE UMA LEITURA

Incerteza indicada no aparelho ou em tabelas?

sim



não

aparelho analógico



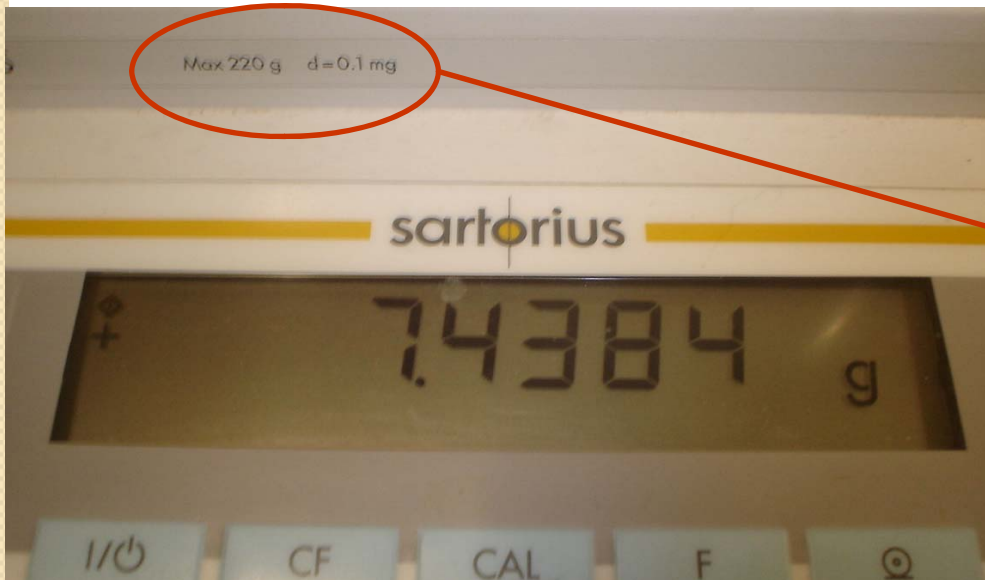
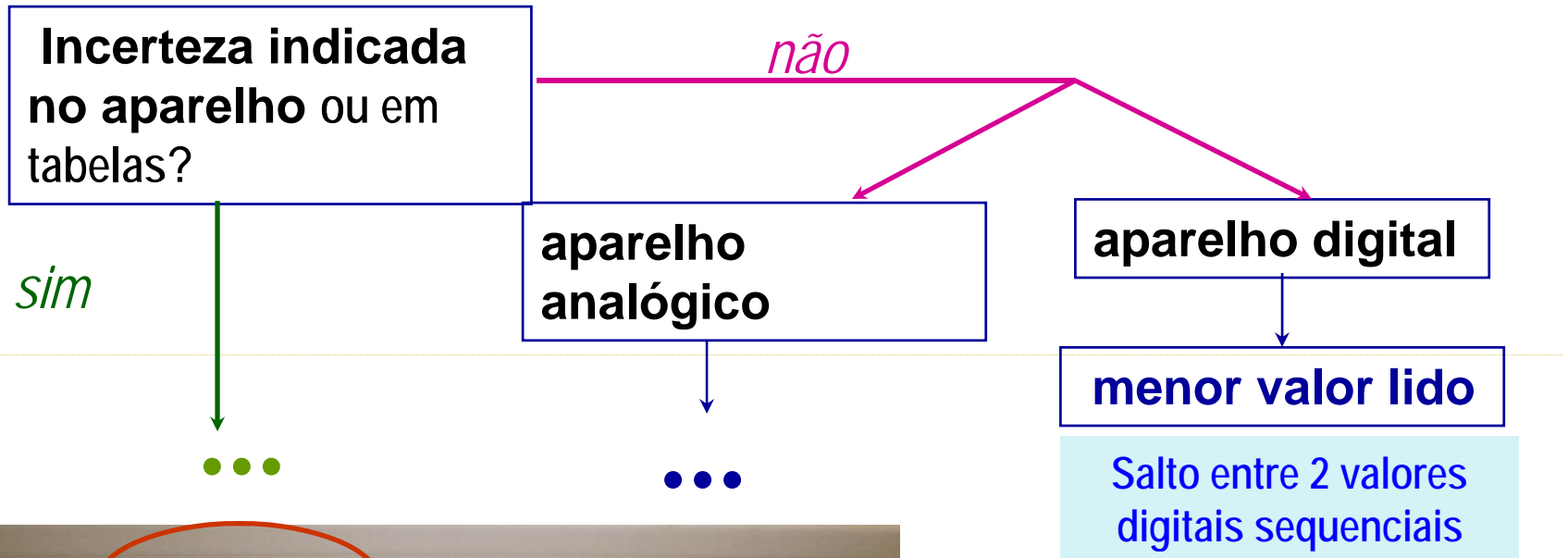
metade da natureza

Metade da menor divisão da escala do aparelho

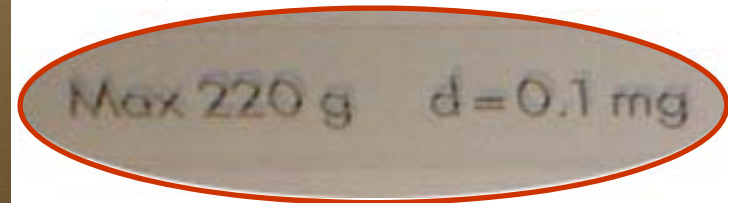
$$I = (5 \pm 1) \text{ mA}$$



INCERTEZA ABSOLUTA DE UMA LEITURA



$$m' = (7,4384 \pm 0,0001) \text{ g}$$



INCERTEZA ABSOLUTA DE UMA LEITURA

- Erro máximo que se pode cometer ao efectuar uma leitura.

Incerteza indicada no aparelho ou em tabelas?

não

sim

Precisão, tolerância, erro, ... indicada pelo fabricante

aparelho analógico

metade da natureza

Metade da menor divisão da escala do aparelho

aparelho digital

menor valor lido

Salto entre 2 valores digitais sequenciais

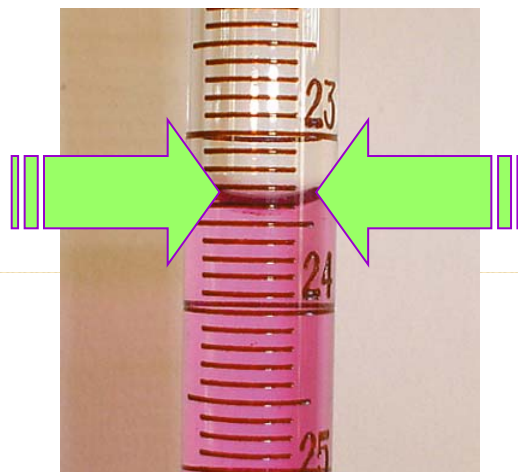
Incerteza absoluta de uma medição

- **Maior valor entre $d_{\text{máximo}}$ e D_{escala}**

($d_{\text{máximo}}$ = desvio absoluto máximo; D_{escala} = incerteza associada à escala)

MEDIÇÃO DE VOLUMES DE LÍQUIDOS

Ler níveis de líquidos
com os olhos
no mesmo plano
horizontal do menisco



Estudo de:

- ✓ uma proveta graduada de 10 mL
- ✓ uma pipeta graduada de 10 mL
- ✓ uma pipeta volumétrica de 10 mL
- ✓ uma bureta de 25 mL

- ❖ Como são graduadas?
- ❖ Qual é a menor divisão da escala?
- ❖ Quais as suas inscrições e marcas?
- ❖ Qual a incerteza máxima que pode apresentar uma medida?

Nunca pipete com a boca!