

AL 1.1 — Medição de massas e volumes: escolha de instrumentos

10.º Ano Física e Química A 3 páginas Atividade laboratorial

Objetivo: Selecionar os instrumentos de medição adequados a cada grandeza e efetuar medições de massa e de volume com a precisão exigida, determinando a incerteza associada e referindo o número adequado de algarismos significativos.

Material e reagentes

Instrumento	Subdivisão	Incerteza de leitura
Balança de laboratório	0,01 g	$\pm 0,005$ g
Proveta de 100 mL	1 mL	$\pm 0,5$ mL
Bureta de 50 mL	0,1 mL	$\pm 0,05$ mL
Pipeta graduada de 20 mL	0,1 mL	$\pm 0,05$ mL
Cilindro graduado de 50 mL	1 mL	$\pm 0,5$ mL

Reagentes e consumíveis: **água destilada**, amostra sólida desconhecida (≈ 5 g), béquero de 100 mL, papel de filtro e toalhas.

Normas de segurança

- Identificar todos os instrumentos antes de os utilizar e conferir a zero da balança.
- Não introduzir a mão nos recipientes; usar espátula limpa para a amostra sólida.
- Manter a bancada seca e o vidro em pé, longe da margem.
- Ler sempre a escala à altura dos olhos, evitando o erro de paralaxe.

Procedimento

1. Identifique a subdivisão de cada instrumento indicado no quadro de material.
2. Consulte a tabela de decisão da página 2 e escolha o instrumento adequado para medir ≈ 5 g de amostra e ≈ 25 mL de água.
3. Pese a amostra na balança, depois de conferir a zero. Registe a massa e a sua incerteza.
4. Meça ≈ 25 mL de água com a proveta de 100 mL, partindo de uma leitura inicial de 10,0 mL. Registe as duas leituras.
5. Repita a medição do mesmo volume usando a bureta de 50 mL, partindo de 0,00 mL. Registe a leitura final.
6. Determine o volume obtido em cada caso e a incerteza associada.
7. Compare as incertezas relativas dos dois métodos e conclua sobre a escolha do instrumento.
8. Refaça as medições uma segunda vez e verifique a repetibilidade dos valores.

Tabela de decisão — qual instrumento usar?

Grandeza a medir	Precisão exigida	Instrumento escolhido
Massa de ≈ 5 g	$\Delta \leq 0,005$ g	
Volume de ≈ 30 mL	$\Delta \leq 0,05$ mL	
Volume de ≈ 90 mL	$\Delta \leq 0,5$ mL	

Cada restrição é satisfeita por **um único** instrumento: confirme a **capacidade** e a **subdivisão** antes de escrever.

Registo de dados

Tabela 1 — Massa da amostra (balança, subdivisão 0,01 g)

Medição	Leitura (g)	Massa (g)	Incerteza (g)
1. ^a			$\pm 0,005$
2. ^a			$\pm 0,005$

Tabela 2 — Volume de água

Instrumento	Leitura inicial	Leitura final	Volume (mL)	Incerteza (mL)
Proveta 100 mL	10,0 mL			$\pm 1,0$
Bureta 50 mL	0,00 mL			$\pm 0,10$

A incerteza do volume medido por diferença é a soma das incertezas das duas leituras.

Tratamento de resultados

(a) **Massa** — registada com a precisão da balança:

$m = 5,23 \pm 0,005$ g $\rightarrow$ **3 algarismos significativos**

(b) **Volume com a proveta** (leituras 10,0 mL e 35,0 mL):

$V = 35,0 - 10,0 = 25,0$ mL ; $\Delta V = 0,5 + 0,5 = 1,0$ mL
 $incerteza\ relativa = \frac{1,0}{25,0} \times 100 = 4,0$ %

(c) **Volume com a bureta** (leituras 0,00 mL e 24,85 mL):

$V = 24,85 - 0,00 = 24,85$ mL ; $\Delta V = 0,05 + 0,05 = 0,10$ mL
 $incerteza\ relativa = \frac{0,10}{24,85} \times 100 = 0,40$ %

(d) Comparação dos dois métodos

Método	Volume	Incerteza	Incerteza relativa
Proveta de 100 mL	25,0 mL	$\pm 1,0$ mL	4,0 %
Bureta de 50 mL	24,85 mL	$\pm 0,10$ mL	0,40 %

a bureta é 10 vezes mais precisa: $4,0 \% \div 0,40 \% = 10$

(e) Precisão da balança — a mesma massa medida em duas balanças:

Balança	Massa	Incerteza relativa
subdivisão 0,01 g	$5,23 \pm 0,005$ g	$0,005 / 5,23 \times 100 = 0,10$ %
subdivisão 0,1 g	$5,23 \pm 0,05$ g	$0,05 / 5,23 \times 100 = 0,96$ %

Análise e conclusão

- Qual dos dois métodos de medição de volume apresentou menor incerteza relativa? Justifique a resposta com os valores obtidos.
- Porque é que a bureta de 50 mL é mais adequada do que a proveta de 100 mL para medir ≈ 25 mL com precisão?
- Justifique a escolha da balança de subdivisão 0,01 g para pesar a amostra.
- Escreva o resultado da medição de volume feita com a proveta na forma $X \pm \Delta X$ e indique quantos algarismos significativos deve reportar.
- O que aconteceria à incerteza relativa se usasse a mesma proveta para medir apenas 2,0 mL? Explique.
- Conclua sobre a relação entre a **subdivisão do instrumento**, a **incerteza de leitura** e a **incerteza relativa** da medição.

Conclusão-chave: escolher o instrumento significa escolher a subdivisão adequada à precisão exigida. Para a mesma grandeza, uma subdivisão menor reduz a incerteza absoluta e, sobretudo, a **incerteza relativa** — que é quem limita a qualidade do resultado. Os algarismos significativos reportados nunca devem ultrapassar os que a incerteza do instrumento permite justificar.

Nota: as regras de determinação da incerteza de leitura, de propagação das incertezas e de contagem de algarismos significativos são objeto de estudo específico noutra ficha desta coleção; nesta atividade são aplicadas ao tratamento dos dados experimentais.