

### A.1.3 Detecção de adulterações e de falsificações

Por vezes, os alimentos são adulterados ou falsificados com o objetivo de aumentar lucros de forma desonesta e enganando os consumidores.

Uma **adulteração** é uma alteração que diminui a qualidade de um produto, podendo torná-lo inadequado para o fim a que se destina, ou até mesmo perigoso. A **falsificação** envolve, em geral, a cópia ou imitação de um produto.

A adição de água ao leite é um exemplo de uma adulteração, pois diminui a qualidade do leite. A adição de água ao leite pode ser detetada determinando a densidade. Com efeito, a densidade de um leite de vaca deve estar compreendida entre  $1,028 \text{ g/cm}^3$  e  $1,036 \text{ g/cm}^3$ , à temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . A adição de água faz diminuir a densidade do leite, o que pode ser facilmente detetado por uma medição simples.

A adição de água ao leite pode ser acompanhada de outras ações destinadas a ocultar essa adulteração, por exemplo, adição de cloreto de sódio, que aumenta a densidade do leite. Mas, essas adulterações também podem ser detetadas pelo sabor salgado do leite.

As adulterações e falsificações podem tornar-se cada vez mais sofisticadas. Mas, também as técnicas de análise se têm vindo a tornar mais sofisticadas e podem detetá-las.

Antes de realizar a atividade laboratorial seguinte, convém recordar algumas regras gerais de segurança em laboratório ou em qualquer local que o substitua. A tabela 7 sintetiza algumas dessas regras.

Regra de Segurança	Justificação
1. Não comer, beber, mascar pastilhas, tomar medicamentos ou colocar cosméticos.	Evita-se a ingestão ou absorção de substâncias perigosas.
2. Não correr nem fazer movimentos bruscos. Nunca brincar!	Evitam-se quedas ou choques, que podem causar danos pessoais e no equipamento ou derrame de reagentes.
3. Usar equipamento individual de proteção: bata e óculos.	Evitam-se acidentes ou contaminações devidos a derrame ou projeção de reagentes.
4. Não provar, cheirar ou tocar em produtos químicos.	Evita-se a ingestão, inalação ou absorção pela pele de substâncias perigosas para a saúde.
5. Prender os cabelos compridos.	Para evitar que entrem em contacto com reagentes ou com chamas.
6. Seguir sempre as instruções do(a) professor(a).	Para evitar acidentes pessoais ou danos no equipamento, provocados por perigos que as(os) alunas(os) desconhecem.

Tabela 7 – Regras de segurança a cumprir durante o trabalho laboratorial.

## Atividade Laboratorial

### Determinação da densidade de um leite



**Objetivo:** Detetar adulteração de leite por adição de água medindo a sua densidade por três processos diferentes.

Material	Reagentes
<ul style="list-style-type: none"><li>- Balança de laboratório</li><li>- Densímetro</li><li>- Erlenmeyer</li><li>- Picnómetro de líquidos</li><li>- Pipeta e macrocontrolador</li><li>- Proveta de 250 mL</li><li>- Termómetro</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Água destilada (em esguicho)</li><li>- Amostra de leite</li><li>- Papel absorvente</li></ul>

#### A – Determinação da densidade através de medições da massa e do volume

1. Pesa um Erlenmeyer e regista a massa,  $m_A$ .
2. Mede com exatidão um determinado volume de leite,  $V$ , com uma pipeta, e verte-o para o Erlenmeyer.
3. Pesa o Erlenmeyer com o leite e regista a massa,  $m_B$ .
4. Mede a temperatura do leite,  $T_1$ .
5. Calcula a densidade do leite:  $\rho = (m_B - m_A)/V$ . Apresenta o valor com o número correto de algarismos significativos.

#### B – Determinação da densidade por areometria

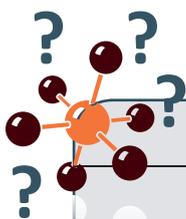
1. Observa a escala do densímetro e indica a gama de valores que pode medir e o valor da menor divisão da escala.
2. Verte o leite para a proveta e mergulha o densímetro no leite de modo que flutue, sem tocar no fundo.
3. Lê e regista o valor marcado no densímetro.
4. Mede a temperatura do leite,  $T_2$ .

#### C – Determinação da densidade por picnometria

1. Mede a massa do picnómetro vazio e seco. Regista o valor,  $m_1$ .
2. Enche o picnómetro com leite. Evita a formação de bolhas.
3. Seca o picnómetro usando papel absorvente e verifica se está completamente cheio.
4. Mede a massa do picnómetro cheio de leite. Regista o valor,  $m_2$ .
5. Mede a temperatura do leite,  $T_3$ .
6. Vaza e lava o picnómetro. Repete os passos 2 e 3 usando água em vez de leite.
7. Mede a massa do picnómetro cheio com água. Regista o valor,  $m_3$ .
8. Calcula a densidade relativa do leite:  $d = (m_2 - m_1)/(m_3 - m_1)$ . Apresenta o valor com o número correto de algarismos significativos.

#### Discussão

1. Compara os diferentes valores obtidos. Existem diferenças entre eles? Os resultados obtidos merecem confiança? Porquê?
2. Terão existido erros sistemáticos nestas medições? Analisa em particular as seguintes situações:
  - Temperatura de trabalho diferente da temperatura de calibração dos equipamentos;
  - Dificuldades de leitura nas escalas;
  - Derrames durante as operações;
  - Existência de bolhas de ar nos líquidos durante as medições.
3. De que forma poderão estes fatores afetar a confiança nos resultados?
4. O que podes concluir sobre a qualidade do leite: será um leite adulterado com água? Porquê?



## Mais Questões\*



1. Durante o tratamento de uma amostra de um pesticida contendo o elemento cobre, de que se fez uma análise, perdeu-se 0,4 mg daquele elemento. Calcula o erro relativo associado a esta perda, sabendo que a amostra em estudo tinha 540 mg do elemento cobre.

2. Colocou-se uma massa padrão de 1,000 kg no prato da balança X, que, nessa situação, indicou o valor 983 g. Colocou-se uma outra massa padrão, de 200,0 g, no prato da balança Y, a qual indicou 205,2 g. Apresenta todos os cálculos necessários para determinar:

a) Em qual das balanças é maior o erro absoluto;      b) Em qual das balanças é maior o erro relativo.

3. Num trabalho laboratorial determinou-se o valor 179,40 g/mol para a massa molar da glicose. Com base nos valores de tabelas de massas atómicas relativas, calcula o erro absoluto associado a este valor.

4. Indica o tipo de erros, sistemáticos ou aleatórios, que poderão ter origem nos seguintes acontecimentos:

- a) Medição do volume de um gás para uma pressão de 1 atm, havendo variações de pressão nos vários ensaios realizados;
- b) Utilização de um aparelho de medição não calibrado;
- c) Utilização de uma balança que está sobre uma mesa sujeita a vibrações;
- d) Medição do volume de um líquido, à temperatura de 11 °C, utilizando um aparelho de medição que foi calibrado à temperatura de 20 °C;
- e) Medição de um volume de água numa proveta em cujas paredes se observam bolhas de ar.

5. A figura ao lado diz respeito à medição de um volume de álcool etílico com uma proveta.

- a) Qual é o volume de álcool etílico contido na proveta?
- b) Durante a medição do volume de álcool etílico, como de qualquer outro material, é impossível impedir variações de parâmetros ambientais, como a temperatura. Que tipo de erros está associado a esta dificuldade?

- (A) Erros de paralaxe.                      (B) Erros aleatórios.
- (C) Erros de cálculo.                      (D) Erros sistemáticos.



6. Fizeram-se várias medições para determinar laboratorialmente o ponto de fusão de ácido benzóico e obtiveram-se os resultados que se indicam a seguir.

Ensaio 1: 119,0 °C      Ensaio 2: 122,5 °C      Ensaio 3: 122,0 °C      Ensaio 4: 120,5 °C

Sabendo-se que nas condições em que se realizaram estes ensaios o ponto de fusão desta substância tem o valor 121,7 °C, qual dos ensaios originou uma medida mais exata? Justifica.

7. Numa análise laboratorial obtiveram-se os seguintes conjuntos de resultados:

**Conjunto A**      5,09 mL      4,78 mL      5,21 mL

**Conjunto B**      5,34 mL      4,29 mL      4,84 mL

Em qual dos conjuntos é maior a fidelidade? Justifica.

8. Admite que, nas medições de temperatura de uma solução, se utilizou um termómetro digital. O menor intervalo de temperatura que este mede é uma décima de grau. O valor da temperatura inicial da solução era 15 °C. Este valor deve ser corretamente apresentado por:

- (A)  $\theta = (15,0 \pm 0,1) \text{ } ^\circ\text{C}$ ;      (B)  $\theta = (15,00 \pm 0,05) \text{ } ^\circ\text{C}$ ;      (C)  $\theta = (15,00 \pm 0,10) \text{ } ^\circ\text{C}$ ;      (D)  $\theta = (15,0 \pm 0,5) \text{ } ^\circ\text{C}$ .

*Adaptado de exame nacional – Portugal*

9. Para determinar a temperatura da água de um ribeiro, fizeram-se várias medições seguidas e obtiveram-se os resultados que se indicam a seguir.

Ensaio 1: 21,0 °C    Ensaio 2: 22,4 °C    Ensaio 3: 19,2 °C    Ensaio 4: 19,9 °C

O termómetro tinha um alcance de 120 °C e uma menor divisão da escala de 1 °C.

- Calcula o resultado mais provável para a medição efetuada.
- Calcula o maior dos desvios em relação à média.
- Indica o valor da incerteza do instrumento de medição.
- Calcula o valor da incerteza absoluta.
- Indica o valor obtido para a temperatura da água apresentando o resultado com a respetiva incerteza absoluta.

10. Para determinar a massa de uma peça, fizeram-se várias determinações e registaram-se os seguintes resultados:

$$m_1 = 1,23 \text{ g} \quad m_2 = 1,24 \text{ g} \quad m_3 = 1,22 \text{ g} \quad m_4 = 1,21 \text{ g} \quad m_5 = 1,24 \text{ g}$$

Sabe-se que a balança utilizada nesta experiência tinha uma incerteza de 0,01 g.

- Com base na incerteza associada ao conjunto de medidas e na incerteza do aparelho de medida, apresenta o valor obtido para a massa da peça, apresentando o resultado com a respetiva incerteza absoluta.
- Calcula a incerteza relativa.

11. Para determinar a massa de um mesmo pacote de açúcar numa aula de Química, formaram-se quatro grupos de alunos que usaram duas balanças diferentes. Cada grupo realizou três ensaios. As medidas obtidas estão registadas na tabela seguinte.

Massa do pacote de açúcar/g			
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
6,42	6,3	6,3	6,01
6,81	6,1	6,5	6,71
6,75	6,1	6,8	6,45

- Para as medidas registadas por cada um dos grupos, calcula a incerteza absoluta.
- Qual dos grupos obteve medidas com maior fidelidade? E com menor fidelidade?
- Neste caso, a fidelidade está a indicar a *repetibilidade* ou a *reprodutibilidade* das medições efetuadas? Justifica.

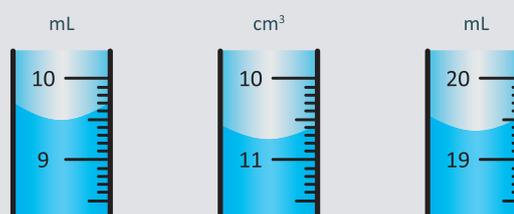
12. A figura seguinte mostra parte de um termómetro graduado em graus Celsius.



- Lê a temperatura indicada no termómetro e regista-a com a respetiva incerteza.
- Por vezes quem pretende medir a temperatura de uma amostra, segura o termómetro com a mão junto ao depósito situado na parte inferior, ou aproxima tanto a escala do termómetro dos olhos que respira para cima dele. Que tipo de erros, aleatórios ou sistemáticos, podem resultar destas situações? Justifica a resposta com base nas características do tipo de erro indicado.

13. Uma balança tem uma incerteza de 0,001 g. Uma amostra pesa aproximadamente 25 g e é colocada nesta balança para medir o mais rigorosamente possível a sua massa. Para a medida efetuada, quantos algarismos significativos se devem apresentar?

14. Indica a medida de cada um dos volumes seguintes com o número correto de algarismos significativos:



15. Caso se pesem cem gramas de açúcar utilizando uma balança que meça até à centésima do grama, o registo da medida deve ter:

(A) 2 algarismos significativos; (B) 4 algarismos significativos; (C) 5 algarismos significativos; (D) 6 algarismos significativos.

16. Registou-se o valor  $3,000 \text{ cm}^3$  para uma medição efetuada com uma pipeta cuja menor divisão da escala é  $0,1 \text{ cm}^3$ . Para indicar o resultado com o número adequado de algarismos significativos deve escrever-se:

(A)  $3,00 \text{ cm}^3$  (B)  $3,0 \text{ cm}^3$  (C)  $3,000 \text{ cm}^3$  (D)  $3 \text{ cm}^3$

17. Indica o número de algarismos significativos em:

a)  $3,606 \times 10^2 \text{ L}$  b)  $280 \text{ K}$  c)  $0,0943 \text{ g}$  d)  $0,0025 \text{ g m}^{-3}$

18. Exprime os resultados dos seguintes cálculos com um número correto de algarismos significativos:

a)  $41,5 - 0,36$  b)  $25,0 \times 5,00$  c)  $345,21 + 34,2$  d)  $3,07 \div 2,1$

19. Para calcular a concentração em massa de uma solução foi necessário medir as seguintes grandezas:

Massa de soluto,  $m = 7,11 \text{ g}$  Volume da solução,  $V = 40,00 \text{ cm}^3$

Efetuaram-se, então, os seguintes cálculos:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{7,11}{40,00} = 0,17775 \text{ g/cm}^3$$

- a) Indica o resultado final usando o número adequado de algarismos significativos.  
b) Indica a incerteza da balança digital utilizada neste trabalho. Justifica a resposta.

20. Explica a diferença entre as medições  $4,0 \text{ g}$  e  $4,000 \text{ g}$ .

21. Para determinar a humidade de pão usou-se um vidro de relógio e fizeram-se os registos seguintes:

- Massa do cristalizador sem pão,  $m_1 = 158,431 \text{ g}$ ;
- Massa do cristalizador com pão,  $m_2 = 200,65 \text{ g}$ ;
- Massa do cristalizador com pão após secagem,  $m_3 = 196,70 \text{ g}$ .

- a) Indica o número de algarismos significativos de cada um dos valores medidos.  
b) Indica a massa de água existente na amostra de pão.  
c) Calcula o teor de humidade deste pão, em %.

22. Pesou-se uma amostra de vegetais e obteve-se um valor de  $174,0 \text{ g}$ . Colocou-se a amostra numa estufa, à temperatura de  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ , durante  $4 \text{ h}$ . Deixou-se arrefecer a amostra dentro de um exsicador e verificou-se que pesava apenas  $53,8 \text{ g}$ . Esta amostra foi depois colocada num cadinho que, quando vazio, pesava  $77,0 \text{ g}$ . A amostra foi depois aquecida numa mufla à temperatura de  $600 \text{ }^\circ\text{C}$ . Após  $6 \text{ h}$ , retirou-se o cadinho da mufla e deixou-se arrefecer dentro de um exsicador. Pesou-se o cadinho com o material, conjunto que apresentava uma massa de  $82,3 \text{ g}$ .

Calcula:

- a) A humidade da amostra de vegetais, em %; b) O teor de cinzas, em %.

23. Determina a percentagem de humidade de um solo, antes e depois de chover, com base nos seguintes dados:

Antes de chover	Depois de chover
Massa do solo antes da secagem: $380,63 \text{ g}$ Massa do solo após a secagem: $211,07 \text{ g}$	Massa do solo antes da secagem: $379,93 \text{ g}$ Massa do solo após a secagem: $111,24 \text{ g}$

24. Uma amostra de farinha pesa 150,0 g e o seu teor de humidade é de 2,5%. Que massa de água se deve retirar dessa amostra para que o seu teor de humidade seja 1,0%?

25. Três frascos de vidro transparentes, fechados, de formas e dimensões iguais, contêm massas iguais de líquidos diferentes. Um contém água, o outro, clorofórmio e o terceiro, etanol. Os três líquidos são incolores e não preenchem totalmente os frascos, os quais não têm nenhuma identificação. A densidade de cada um dos líquidos, à temperatura ambiente, é:

$$\rho (\text{água}) = 1,0 \text{ g/cm}^3 \quad \rho (\text{clorofórmio}) = 1,4 \text{ g/cm}^3 \quad \rho (\text{etanol}) = 0,8 \text{ g/cm}^3$$

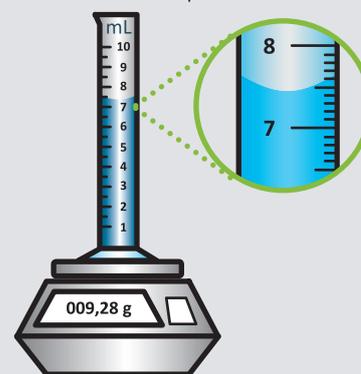
Sem abrir os frascos, poderias identificar as substâncias?

Unicamp-SP, Brasil - Adaptado

26. Para identificar um líquido determinou-se a sua massa volúmica (densidade) através da técnica apresentada na figura. Para realizar a operação esquematizada, tarou-se a proveta.

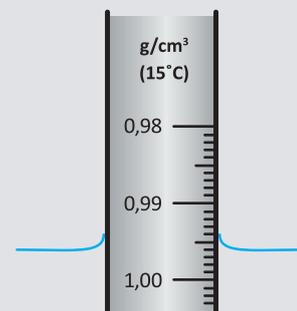
- Com base na informação fornecida na figura, calcula a massa volúmica (densidade) do referido líquido.
- Utilizando a informação da tabela seguinte, identifica o líquido.

Substância	Densidade relativa
Éter	0,71
Etanol	0,79
Glicerol	1,26



27. Para determinar a densidade de uma solução contida num depósito, utilizou-se um densímetro, à temperatura de 20 °C. A figura seguinte mostra a parte do densímetro à superfície da solução.

- Qual é a densidade da solução (ler pela superfície do líquido)?
- A medida está obrigatoriamente afetada de um erro sistemático. Porquê?
- O referido depósito contém 532,6 kg de solução. Qual será o volume dessa solução (atenção aos algarismos significativos)?



28. Para avaliar o grau de pureza de uma amostra de etanol determinou-se a sua densidade relativa, à temperatura de 30 °C, utilizando um picnómetro de líquidos. No diagrama seguinte apresentam-se os dados registados.



- Qual é a incerteza da balança utilizada na medição das massas registadas?
- Determina a densidade relativa do etanol, em relação à água a 30 °C.
- Se depois de se encher o picnómetro com água se observarem bolhas de ar, o tipo de erro que ocorre é aleatório ou sistemático?

\*Nota: Nas questões de escolha múltipla, deves selecionar a opção correta, exceto se te for pedido outro tipo de resposta.