

A.1.2 Testes básicos em análise química

1.2.1 Testes rápidos

Existem muitas situações, quer de âmbito laboratorial, quer no âmbito da vida quotidiana, em que se utilizam os chamados testes rápidos. É o caso dos testes de alcoolémia, de glicémia, de gravidez, de cloro em água, de deteção de sangue escondido, de dureza e de pH da água em aquários e em muitas outras situações.

Estes testes usam material simples e reagentes já preparados, fornecidos em *kits* e podem ser:

- **Colorimétricos** – quando há formação de um composto corado. A cor será tanto mais intensa quanto maior for a concentração da espécie a detetar (Fig. 5);



Figura 5 – Testes colorimétricos rápidos, em solução e em tiras.



Figura 6 - Teste titrimétrico de salinidade.

- **Titrimétricos** – quando envolvem titulações, que se estudarão com mais detalhe em A.1.2. Um exemplo de um teste usado para determinar a salinidade em águas, por exemplo, usadas em rega, baseia-se na reação de todos os cloretos que contribuem para a salinidade. A reação ocorre com iões mercúrio(II) na presença de um indicador, que muda de amarelo para violeta quando se considera que os cloretos reagiram. Quanto mais solução de mercúrio(II) tiver sido usada, maior será a concentração de cloretos (Fig. 6).

Os testes rápidos podem ser qualitativos ou semiquantitativos.

- **Qualitativos**, quando a indicação é apenas de presença ou ausência de uma determinada espécie.

Exemplos: teste de presença de petróleo no solo; teste de acidez que apenas indique: ácido/neutro/básico.

- **Semiquantitativos**, quando dão uma indicação numérica.

Exemplos: teste de pH com escala de 0 a 14; teste de teor de cloro livre nos aquários ou em piscinas.

Alguns testes rápidos detetam **traços**, isto é, concentrações extremamente baixas das espécies em análise.

Os testes rápidos têm as vantagens de ser rápidos, como o nome indica, portáteis, e fáceis de utilizar com pequenas quantidades de amostra e de reagentes. Têm, contudo, algumas limitações decorrentes de dois tipos de erro a que estão mais sujeitos do que os testes laboratoriais:

- **Falso positivo**, quando, por exemplo, o teste de alcoolemia a um condutor indica que ingeriu bebidas alcoólicas mas, na realidade, isso pode não ter acontecido! O teste pode dar positivo, por exemplo, devido ao uso de um desinfetante oral;
- **Falso negativo**, quando, por exemplo, se pesquisa resíduos de pesticidas em alimentos, estes podem não ser detetados, mesmo existindo em concentrações elevadas, devido, por exemplo, a perdas por evaporação durante o transporte para o laboratório.

Controlo de Qualidade, Segurança e Saúde

Teste de gravidez



A notícia de uma gravidez é, provavelmente, a melhor que uma família pode receber! A deteção precoce de uma gravidez é importante porque a mulher grávida pode, de imediato, mudar ou melhorar o seu estilo de vida. Assim, pode evitar comportamentos que prejudiquem a sua saúde e a do seu futuro filho e adotar outros que beneficiem a gravidez. Ações tão simples como não fumar (ativa ou passivamente), não ingerir bebidas alcoólicas e café, ir a um centro de saúde ou hospital, podem proporcionar uma gravidez mais saudável e um melhor futuro para a mãe e para o bebé.

Existem testes de gravidez, à venda em farmácias, que podem ser feitos em casa. Baseiam-se na deteção de uma hormona, chamada hCG, que se pode encontrar na urina da mulher grávida cerca de 15 dias após a fecundação. Neste teste, usa-se um dispositivo que é molhado com uma gota de urina. O resultado é dado através da coloração de duas riscas.

- 1) Uma risca aparecerá com cor **mesmo que não haja gravidez** e indica que o teste está a ser bem realizado: a urina utilizada é suficiente e foi colocada no local correto.
- 2) Se surgir uma segunda risca com cor, então a mulher estará grávida.

NÃO ESTÁ GRÁVIDA



ESTÁ GRÁVIDA



Por vezes, há falsos negativos, isto é, o teste não deteta uma gravidez existente. Isso pode acontecer por: a urina estar muito diluída (por isso, é importante fazer o teste usando a primeira urina da manhã, que é mais concentrada); a gravidez ter mais de 3 meses; a urina conter sangue ou pus.

É muito importante realçar que **não há testes de gravidez caseiros**, isto é, não é possível descobrir precocemente uma gravidez usando um procedimento improvisado com produtos naturais ou produtos químicos. O material para um teste de gravidez deve adquirir-se sempre numa farmácia. Antes de o utilizar, deve certificar-se que está devidamente embalado e dentro do prazo de validade.

Uma gravidez detetada através de um destes testes deve ser confirmada por uma análise ao sangue, mais fiável, realizada num centro de saúde ou hospital.

A tabela 3 mostra alguns exemplos de testes colorimétricos rápidos usados para avaliar a qualidade de águas.

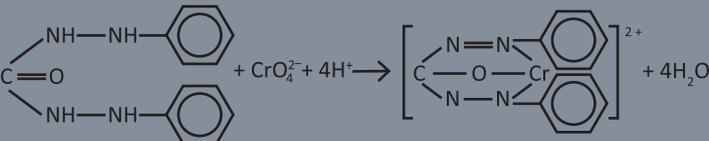
Teste	Efeitos	Fundamento do teste
Cloro, Cl ₂	É usado na desinfecção de água de abastecimento público. É importante que, após a desinfecção, ainda permaneça cloro na água, chamado cloro livre, pois este previne contaminações posteriores. Mas, demasiado cloro livre em água resulta em sabor e cheiro desagradáveis.	Num teste simples usa-se uma mistura de iodeto de potássio, KI, amido (farinha Maizena) e ácido acético (vinagre). Adicionam-se gotas desta mistura à amostra de água, que, se tiver cloro livre, ficará azul: $2 \text{KI(aq)} + \text{Cl}_2(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{KCl(aq)} + \text{I}_2(\text{aq})$ O iodo formado reage com amido transformando-se num complexo de iodo-amido, azul: $\text{I}_2(\text{aq}) + \text{amido} \rightarrow \text{complexo iodo-amido (azul)}$
Crómio, Cr	O crómio pode aparecer em várias formas. Como crómio(VI) é tóxico para formas de vida aquática e para o ser humano.	A deteção de crómio(VI) envolve a formação de um complexo de cor vermelha, a partir da difenilcarbo-hidrazina: 

Tabela 3 — Exemplos de testes colorimétricos rápidos.

Alguns destes testes envolvem formação de complexos, os quais serão estudados com mais profundidade em A.2.3. Nestes testes, alguns produtos das reações são compostos com ligações múltiplas. Perceberemos melhor porquê em B.1.3.

A tabela 4 mostra alguns testes rápidos que são usados na deteção de adulterações em alimentos.

Adulteração	Consequências	Teste rápido
Formalina (soluções de formaldeído) em leite e pescado	As soluções de formaldeído são usadas como conservante, mas são proibidas para uso alimentar, uma vez que o formaldeído é tóxico e cancerígeno.	<ul style="list-style-type: none"> • A 10 mL de leite ligeiramente aquecido juntar alguns cristais de vanilina (aroma de baunilha) e 10 mL de ácido clorídrico a 35% (<i>m/m</i>). O aparecimento de uma coloração amarela a violeta indica a presença de formaldeído. • Colocar 10 mL de leite num tubo de ensaio e adicionar cerca de 5 mL de ácido sulfúrico a 98% (<i>m/m</i>) contendo vestígios de cloreto de ferro(III). Fazer escorrer o ácido lentamente pela parede do tubo. O aparecimento de uma cor violeta ou azul na interface dos dois líquidos indica a presença de formaldeído. Em vez de leite, podem testar-se amostras de peixe. Para isso, ferver cada amostra em cerca de 30 mL de água, durante 5 minutos. Deixar arrefecer o extrato obtido e realizar os testes descritos anteriormente utilizando este extrato em vez de leite.
Peróxido de hidrogénio em leite	O peróxido de hidrogénio atua como conservante de leite, mas a sua adição deve ser proibida, uma vez que a sua conservação se deve fazer por pasteurização ou, em alternativa, por refrigeração.	<ul style="list-style-type: none"> • Misturar volumes iguais de leite e de uma solução a 1% em iodeto de potássio e a 2% em amido. Se existir peróxido de hidrogénio a mistura ficará azul. • A 10 mL de leite juntar 10 mL de ácido clorídrico a 35% (<i>m/m</i>) e uma gota de formalina. Agitar e aquecer a 60 °C. Se existir peróxido de hidrogénio a solução ficará violeta.
Óleos minerais em gorduras e óleos alimentares	As gorduras (manteiga, margarina, banha, etc.) e os óleos alimentares (óleo de milho, óleo de amendoim, azeite, etc.) são de origem animal ou vegetal. É proibida a adição de óleos minerais (derivados do petróleo) que são nocivos por ingestão.	<ul style="list-style-type: none"> • Adicionar 1 mL de solução aquosa de hidróxido de potássio 3 mol/L e 25 mL de álcool etílico a 1 mL de óleo ou gordura previamente fundida. Aquecer durante 5 a 10 minutos. Adicionar 25 mL de água destilada e misturar. A turvação da mistura indica que há óleo mineral na amostra de gordura ou de óleo alimentar.

Tabela 4 – Testes rápidos que são usados na deteção de adulterações em alimentos.

Um teste rápido muito útil em qualidade alimentar envolve a avaliação da qualidade de óleos usados para fritar. Com efeito, estes óleos tendem a degradar-se por acumulação de produtos da oxidação térmica. Estes testes usam verde de bromocresol incorporado num gel para avaliar o grau de degradação de óleos para fritar (Fig. 7).



Figura 7 – Teste rápido para avaliação da qualidade de óleos de fritura.

1.2.2 Testes básicos envolvendo aquecimento

Alguns testes básicos realizados em química analítica requerem aquecimento. Estes testes usam-se numa fase preliminar do controlo de qualidade de muitos produtos. São exemplos a determinação da **humidade** e de **cinzas**.

O aquecimento da amostra pode fazer-se numa estufa, que atinge temperaturas até 300 °C, ou numa mufla, um pequeno forno que alcança temperaturas de 1000 °C (Fig. 8).



Figura 8 – Estufa (A) e mufla (B).

I. Humidade

A água misturada em materiais pode influenciar de forma importante a sua qualidade e conservação.

A determinação da humidade numa amostra de material faz-se por medição da massa antes e após remoção da água presente na amostra (Fig. 9). Em geral, a água é removida por aquecimento até uma temperatura um pouco superior à temperatura de ebulição da água.



Figura 9 – Sequência de operações para determinação da humidade de um material.

Humidade em alimentos

Certos alimentos, como as farinhas e cereais, degradam-se mais facilmente quando têm um teor de humidade mais elevado do que é normal ou recomendável.

Determinação: a amostra do alimento é triturada, pesada (m_1) e aquecida a 105 °C numa estufa durante 4 a 6 horas, para que seque completamente. Depois é arrefecida (ao abrigo de humidade num exsicador) e novamente pesada (m_2). A diferença $m_1 - m_2$ dá a massa de água na amostra do alimento.

Cálculos: a humidade é expressa em percentagem, ou seja, é dada pela massa de água, em gramas, existente em 100 g de alimento:

$$\text{Humidade em alimentos (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

Humidade em solos

A qualidade ambiental e produtiva dos solos depende, em grande parte, da água neles contida, pelo que é muito comum a necessidade de determinar a humidade em solos.

Determinação: retiram-se as pedras e os ramos da amostra de solo e pesa-se (m_1). Aquece-se a amostra a 110 °C numa estufa durante 4 a 6 horas. Depois de seca, a amostra é arrefecida (ao abrigo de humidade num exsiccador) e novamente pesada (m_2).

Cálculos: A humidade é expressa em percentagem de água em relação ao solo seco. A humidade de um solo pode ser superior a 100 %, podendo atingir 400 %.

$$\text{Humidade em solos (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

II. Cinzas

As cinzas são o material que resta após uma aquecimento muito intenso na presença de oxigénio, $O_2(g)$. Neste caso, resta a matéria inorgânica, quase sempre constituída por sais. A percentagem de cinzas dá, assim, uma indicação sobre o conteúdo mineral da amostra.

A tabela 5 mostra valores típicos para cinzas em alimentos.

Alimento	Cinzas (% m/m)	Alimento	Cinzas (% m/m)
Cereais	0,3 a 3,3	Peixes	1,2 a 3,9
Laticínios	0,3 a 2,1	Frutos frescos	0,3 a 2,1
Vegetais frescos	0,4 a 2,1	Óleos e gorduras	0,0 a 2,5
Carne e derivados	0,5 a 6,7	Aves	1,0 a 1,2

Tabela 5 – Cinzas em alimentos.

Na determinação de cinzas, toda a matéria orgânica da amostra é eliminada porque, devido à temperatura elevada, reage com oxigénio formando substâncias no estado gasoso. Representando a matéria orgânica por $C_xH_yO_zN_w$, as reações podem esquematizar-se globalmente por:



No caso de alimentos, as cinzas são obtidas por aquecimento até 500 a 600 °C, durante pelo menos 2 horas (Fig. 10).

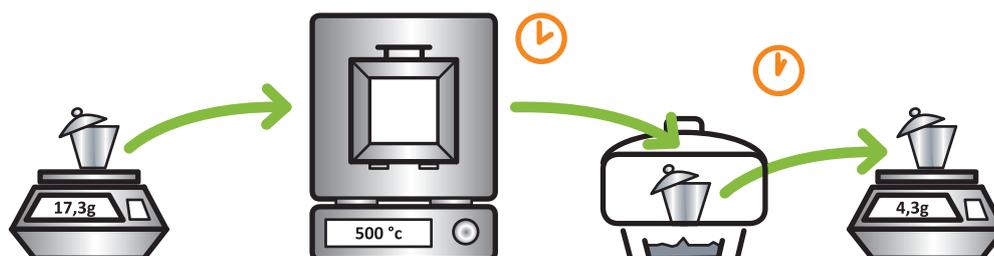


Figura 10 – Sequência de operações para determinação de cinzas.

1.2.3 Densidade

A densidade, ρ , (ou massa volúmica) é uma grandeza já conhecida de anos anteriores e define-se como o quociente entre a massa e o volume do corpo a que se refere:

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

Geralmente, para exprimir a densidade de líquidos e sólidos utiliza-se g/cm^3 , enquanto para a densidade de gases se utiliza g/dm^3 . A uma dada temperatura, cada substância tem uma densidade característica.

Sólidos	densidade/ g cm^{-3}	Líquidos	densidade/ g cm^{-3}
Alumínio	2,70	Acetona	0,79
Chumbo	11,35	Água	0,998
Cobre	8,92	Etanol	0,79
Estanho	7,3	Éter etílico	0,71
Ferro	7,86	Glicerol	1,26
Ouro	19,30	Mercúrio	13,60
Prata	10,53	Metanol	0,79
Zinco	7,1	Tolueno	0,89

Tabela 6 – Densidade de algumas substâncias, a 25 °C.

A determinação da densidade contribui para identificar substâncias desconhecidas ou para avaliar o grau de pureza de um material, por comparação dos valores obtidos laboratorialmente com valores tabelados.

Um processo simples para determinar a densidade de um corpo de forma irregular, ou seja, geometricamente não definida, está representado pela sequência de imagens da figura 11. Consiste em medir a massa do corpo, mergulhá-lo numa proveta com água, com volume conhecido, e medir o volume de água deslocada.

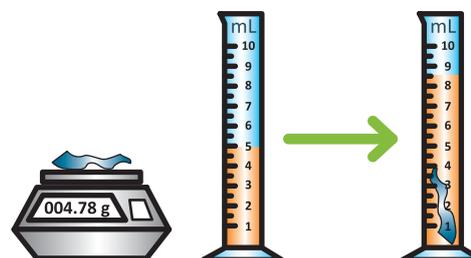


Figura 11 – Determinação da densidade de um sólido pelo processo de deslocamento de água.

Se o corpo for geometricamente bem definido, pode calcular-se o volume, medindo as dimensões necessárias ao seu cálculo. Por exemplo, uma esfera terá de volume $V = 4/3\pi r^3$.

No caso de líquidos, basta determinar com exatidão um determinado volume e a massa correspondente.

Para sólidos e líquidos, é frequente definir-se a **densidade relativa**, de símbolo d , à custa da densidade (definida anteriormente) e da densidade da água a 4 °C:

$$d = \frac{\rho_s}{\rho_{\text{água}} \text{ etc.}}$$

Trata-se de uma grandeza adimensional.

Por exemplo, no caso do alumínio, a densidade relativa é 2,7. Tal significa que a densidade (massa volúmica) do alumínio é 2,7 vezes maior que a densidade (massa volúmica) da água a 4 °C.

Como a densidade da água, a 4 °C, é 1,00 g/cm³, então, para sólidos e líquidos, a densidade relativa é igual ao valor da densidade (massa volúmica) expressa em g/cm³. No caso do alumínio, Al(s), podemos escrever:

$$d_{\text{Al(s)}} = 2,7 \quad \text{e} \quad \rho_{\text{Al(s)}} = 2,7 \text{ g/cm}^3$$

Note-se que a densidade relativa compara massas de igual volume. Para o caso de líquidos, a massa de um certo volume de líquido e a massa de igual volume de água a 4 °C. Para determinar a densidade relativa de líquidos usa-se um picnómetro e a sequência da figura 12.

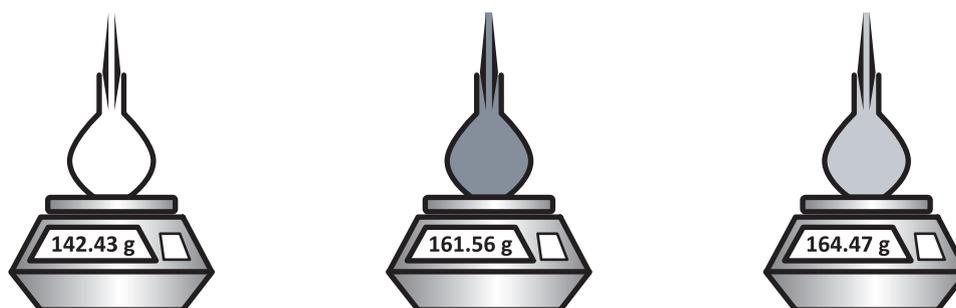


Figura 12 – Determinação da densidade relativa de líquidos pelo processo do picnómetro.

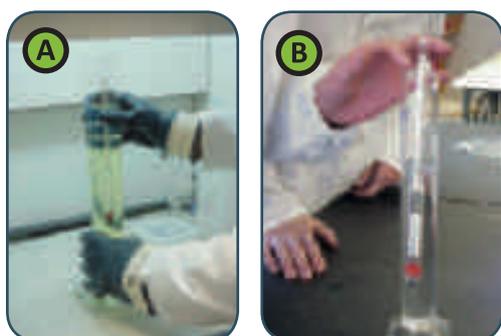


Figura 13 – Densímetro comum (A); alcoómetro (B).

Existem ainda outros instrumentos para determinar densidades de líquidos, como os densímetros (também chamados areómetros). Todos eles são aparelhos flutuantes destinados à determinação direta de densidades, sem utilização de balança (Fig. 13). Baseiam-se no conhecimento de que corpos mergulhados em líquidos sofrem uma força de impulsão, que depende da densidade do líquido e os pode obrigar a flutuar.

Em alguns casos, estes densímetros indicam diretamente a concentração de soluções, como os densímetros das baterias de automóveis ou os utilizados na preparação de xaropes na indústria alimentar, ou ainda, os alcoómetros, usados para determinar o grau alcoólico de bebidas (fig. 13 B).

Controlo de Qualidade, Segurança e Saúde

Avaliar a frescura de ovos pela densidade



Para avaliar a frescura de ovos pode usar-se um teste muito simples relacionado com a densidade. Coloca-se o ovo em água. Os ovos muito frescos afundam. Ovos pouco frescos começam a flutuar. Se o ovo flutuar à superfície, então é velho e, provavelmente, está estragado.

Os ovos mais velhos flutuam porque ficam menos densos. Porquê? Porque a casca tem poros que permitem que a água do interior do ovo se evapore deslocando-se para o exterior. Quando sai água entra ar, o que vai fazer com que a bolsa de ar (que existia no interior do ovo fresco) aumente tornando o ovo menos denso.

