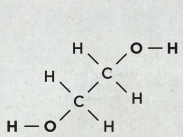
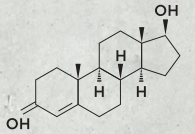
A QUÍMICA DAS COISAS



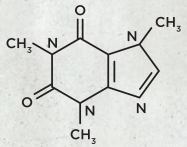


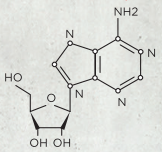


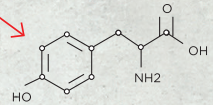




















Ano Internacional da QUÍMICA 2011

universidade de aveiro

A DESVENDAR A QUÍMICA DO DIA-A-DIA

A QUÍMICA DOS **CEREAIS**

→ Ver video online

O tema do programa de hoje é um pouco diferente do habitual, porque não se dedica à importância dos desenvolvimentos recentes da Química na nossa vida, mas aproveita os cereais do pequeno-almoço para demonstrar como ela está tão perto de nós. Por vezes nos mais pequenos e inusitados detalhes.
Sabemos que o ferro, um dos elementos químicos mais abundantes do Universo, é essencial à vida e a sua carência pode provocar anemia, fadiga, perda de apetite, tonturas, problemas de crescimento, e muitos outros problemas de saúde.
A Organização Mundial de Saúde recomenda a ingestão de cerca de 15mg de ferro por dia. Evidentemente, isto não significa comer pregos ou parafusos, mas sim comer alimentos ricos em iões de ferro – a forma como este elemento aparece nos organismos vivos.
Mas embora ninguém pense em comer pedaços de ferro para melhorar a sua dieta, a verdade é que muitos o fazem sem saber, e logo ao pequeno-almoço! De facto, os fabricantes produzem os flocos de cereais ricos em ferro adicionando-lhes minúsculos pedaços de ferro metálico.
Sim, é verdade: cereais com uma pitada de limalha de ferro, uma delícia!
Se quiserem comprovar isto em casa, basta triturar uma porção de flocos de cereais num pouco de água e passear um íman pela pasta assim formada. Ao fim de algum tempo, o íman estará coberto com as pequenas partículas de ferro que foram adicionadas aos cereais.
Mas não se assustem, porque os químicos sabem há muito que os pequenos pedaços de metal são literalmente desfeitos no ambiente ácido do estômago, através de uma reacção química de oxidação, que os converte numa forma de ferro utilizável pelo organismo – os tais iões de ferro
A Química ao serviço da nossa saúde via cereais do pequeno-almoço!

PARA SABER MAIS

O ferro é um elemento essencial à saúde humana, cumprindo numerosas e variadas funções no interior do corpo humano. A função mais conhecida do ferro é a sua ligação à porfirina, resultando na formação de um grupo heme, o qual faz parte da constituição da hemoglobina. A hemoglobina encontra-se nos glóbulos vermelhos e é graças à sua ligação ao oxigénio que este é transportado pelo sistema circulatório.
Para que o ferro desempenhe o seu papel no nosso organismo é necessário um pequeno batalhão de compostos bioquímicos que participam numa sequência concertada de reações químicas (ver Figura 4.2, e numeração dos passos).
A absorção do ferro dos alimentos ocorre essencialmente no intestino delgado. Aqui, o ferro é absorvido pelas células intestinais ① (enterócitos), ligando-se a proteínas chamadas ferritinas ②. Agarrado à ferritina, o ferro passa depois para a corrente sanguínea através de umas proteínas presentes na membrana dos enterócitos chamadas ferroportinas ③, as quais funcionam, literalmente, como "portas" para passagem do ferro. Uma vez no sangue o ferro liga-se a uma outra proteína (transferrina ②) que o transporta até à medula óssea. Aqui vai servir para a síntese da hemoglobina, a qual fará parte dos glóbulos vermelhos jovens que estão a ser produzidos pela medula óssea. Quando os glóbulos vermelhos chegam ao fim do seu tempo de vida (cerca de 120 dias), são "engolidos" por células chamadas macrófagos ⑤. Estas células destroem os glóbulos vermelhos e recuperam o ferro ⑥, armazenando-o no seu interior ligado à ferritina... até ser outra vez transportado para a medula óssea pelas transferrinas.
A regulação da quantidade de ferro absorvido pelas células intestinais é feita através do fígado. As células deste orgão (hepatócitos ⑦) têm também ferritinas ao qual o ferro se liga, ficando assim armazenado ⑧. Quando o nível de ferro armazenado no fígado atinge um valor satisfatório ⑨, os hepatócitos produzem uma substância (hepcidina ⑩) que vai "fechar as

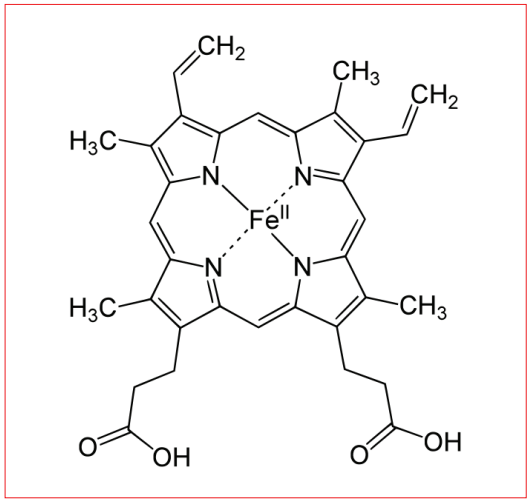


Fig. 4.1 Estrutura do grupo heme: o átomo de ferro, na forma de ião Fe^{2+}, ocupa o centro da molécula de porfirina. O grupo heme é parte fundamental da composição da hemoglobina.

portas de entrada" do ferro na corrente sanguínea. Isto é, a hepcidina liga-se à ferroportina e bloqueia-a ⑪, impedindo assim a passagem de mais ferro para o sangue

A capacidade do organismo de armazenar o ferro tem essencialmente duas funções: criar uma reserva que possa ser mobilizada quando a necessidade de ferro exceda a oferecida pela dieta; e proteger o organismo dos efeitos tóxicos do ferro livre quando a quantidade de ferro absorvida exceder as quantidades perdidas e as necessárias para a síntese de compostos funcionais de ferro.

É relativamente comum, especialmente nas mulheres, o desenvolvimento de patologias associadas à falta de ferro. Num quadro clínico deste tipo (anemia), o ser humano apresenta valores baixos de hemoglobina no sangue (uma vez que não há ferro suficiente para a sua formação) assim como de ferritina (proteínas associadas ao armazenamento de ferro).

Sem dúvida menos conhecidas são as doenças genéticas que interferem com o metabolismo do ferro, como por exemplo a *hemocromatose hereditária*. Esta patologia caracteriza-se pela absorção excessiva de ferro e manifesta-se, geralmente, na 4ª década de vida, quando já passou tempo suficiente para a quantidade de ferro acumulada nos órgãos começar a provocar lesões e a perturbar a sua função. Um dos tipos de hemocromatose hereditária está associado a mutações nos genes que codificam as ferroportinas. Estas mutações podem originar dois tipos de situações de mau funcionamento das ferroportinas produzidas. No primeiro caso, as mutações levam a que as ferroportinas se encontrem mal localizadas nas paredes celulares dos enterócitos e dos macrófagos, fazendo com que o ferro não seja exportado para o sangue, o que faz com que haja acumulação de ferro nestas células. No segundo caso, os genes com mutações produzem ferroportinas bem localizadas nas membranas celulares mas que não respondem à hepcidina. Neste caso há uma acumulação de ferro nos hepatócitos, uma vez que por mais que este produza hepcidina, as ferroportinas não são reguladas e continuam a permitir a entrada de ferro para o sangue.

Na maior parte dos tipos de hemocromatose hereditária, o diagnóstico precoce, antes da acumulação de ferro se tornar grave, permite uma intervenção profiláctica eficaz, nomeadamente através de flebotomias periódicas ("sangrias").

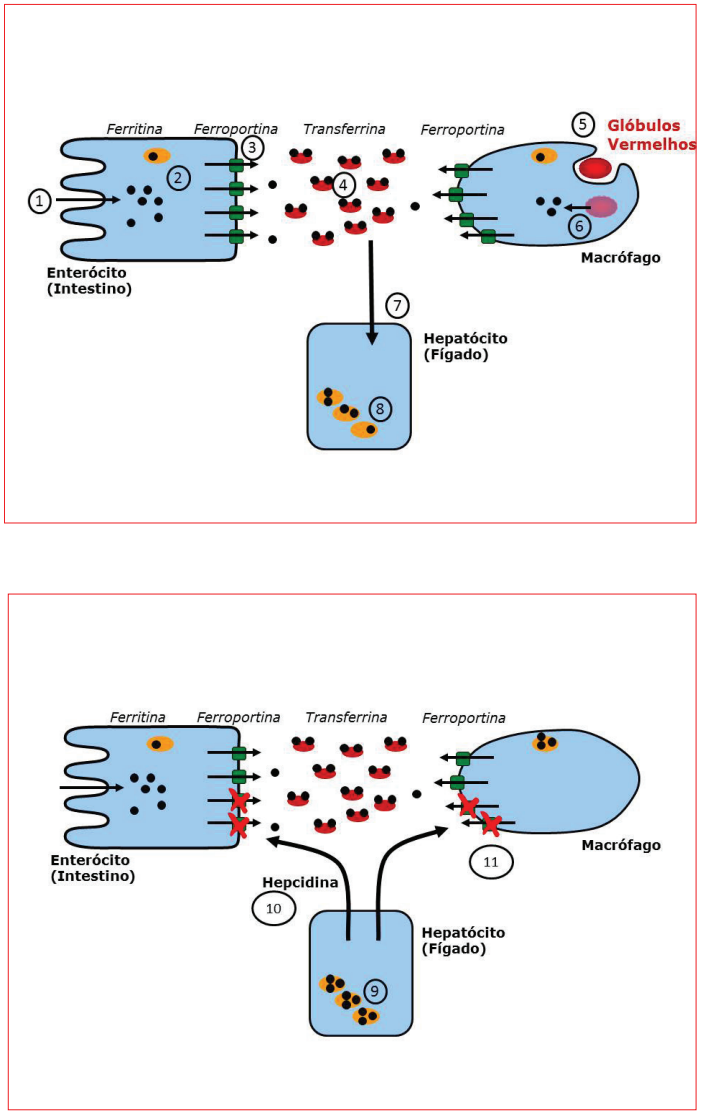


Fig. 4.2 Esquema da regulação do ferro no organismo, de acordo com os passos numerados no texto: passos 1 a 8 (em cima) e 9 a 11 (em baixo).

CURIOSIDADE

Todos sabemos que a nossa alimentação deve conter alimentos ricos em ferro e quando falamos nisso, muitos de nós se lembram dos espinafres – e do personagem de banda desenhada "Popeye, o marinheiro".

No entanto, a verdade é que os espinafres não são significativamente mais ricos em ferro que qualquer outro legume e o elevado conteúdo de ferro dos espinafres é apenas um mito com origem num erro científico! E esta história é também um exemplo de como um mito se pode perpetuar, apesar de combatido com... outro mito! Confuso? Vamos explicar:

Em 1871, o químico alemão Erich von Wolf publicou os resultados de um estudo sobre o conteúdo de ferro em alimentos, onde dava conta que o espinafre era especialmente rico neste elemento vital. Este resultado foi depois referido em diversas publicações de outros cientistas e reproduzido vários livros de texto, espalhando assim um mito que acabou por chegar ao cidadão comum... e influenciou a alimentação de várias gerações – mesmo depois de já se conhecerem os verdadeiros valores, absolutamente normais, do ferro nos espinafres!

Nas suas tentativas de combater este mito, o nutricionista Arnold E. Bender, já em 1972, acabou por criar um outro: o de que o erro inicial de von Wolf teria resultado da posição incorrecta de uma vírgula decimal no valor do ferro em espinafres. Esta versão tornou-se tão discutida que mereceu um acrónimo em língua inglesa, SPIDES – Spinach, Popeye, Iron, Decimal Error Story (ou História dos Espinafres, Popeye, Ferro e Erro Decimal, numa tradução livre). E a verdade é que está errada, pois nunca houve um erro de casa decimal no trabalho de von Wolf, apenas "má ciência": aparentemente, o cientista não terá sido suficientemente cuidadoso e utilizou recipientes contaminados com ferro para moer os espinafres para análise... E, já agora, o Popeye não comia espinafres por causa do seu pretenso conteúdo em ferro, mas sim pela vitamina A (beta-caroteno), em que estes legumes são realmente ricos!

Mitos à parte, os factos comprovam que os espinafres são um excelente alimento uma vez são fonte de vitaminas e minerais que participam, por exemplo, na construção muscular e, entre muitos efeitos, ajudam a combater a fadiga – o que "prova" que os espinafres podiam mesmo ajudar o marinheiro a vencer os seus desafios!

Faça em Casa

A experiência apresentada neste episódio (recolha do ferro metálico adicionado aos cereais) pode ser facilmente reproduzida em casa, embora exija um íman (ou magnete) potente para resultados mais evidentes. Os ímanes mais potentes são conhecidos como ímanes de Neodímio (na verdade, uma liga de neodímio, ferro e boro) e podem ser adquiridos comercialmente.

MATERIAL

- Íman (quanto mais forte, melhor!)
- Flocos de cereais
- Varinha mágica
- Copo
- Água

PROCEDIMENTO

1. Comece por deitar os flocos de cereais no copo e cubra com água deixando os cereais amolecer por alguns minutos. Utilize a "varinha mágica" (ou um garfo) para desfazer totalmente os flocos, criando uma "papa de cereais".
2. Mergulhe o íman nesta mistura, fazendo-o percorrer toda a mistura durante alguns minutos. (Nota: se o íman for bastante forte, vale a pena envolvê-lo com película transparente, de forma a tornar mais fácil a remoção da limalha de ferro recolhida).

RESULTADO

Minúsculos pedacinhos de ferro sólido recolhidos, prontos a oxidarem-se no estomago.

O QUE ACONTECEU

Ao desfazer os flocos de cereais em água, libertam-se muitos dos pedaços de ferro adicionados aos flocos, que são depois capturados pelo íman.

NOTA DE SEGURANÇA

Esta experiência utiliza apenas sólidos e líquidos comuns. As crianças deverão sempre ser supervisionadas por um adulto responsável. Os autores e a Universidade de Aveiro não assumem qualquer responsabilidade por danos ou prejuízos sofridos em resultado das experiências descritas.



↘ QdC@UA

O estudo da estrutura de proteínas e da sua actividade nos sistemas biológicos é uma das áreas de estudo do grupo de Bioquímica do Departamento de Química da Universidade de Aveiro.

Estes estudos envolvem normalmente a aplicação de diversas técnicas complementares, já que a complexidade dos sistemas é elevada. A descoberta da estrutura da proteína com ligação ao grupo heme designada por p22HBP, que tem um papel importante na prevenção da toxicidade celular, é um exemplo do trabalho desenvolvido nesta área pelos investigadores da Universidade de Aveiro. Na Figura 4.3, ao lado, a cadeia de aminoácidos que constitui a proteína é representada de forma simplificada como um "fio de arame", que em algumas zonas forma camadas paralelas designadas por folha beta (b) ou enrolamentos designados por hélices-alfa (a). A posição de ligação do grupo heme à proteína é salientada pela representação deste grupo com todos os seus átomos (o átomo de ferro ocupa a posição central, ligado a quatro átomos de azoto, representados a azul escuro).

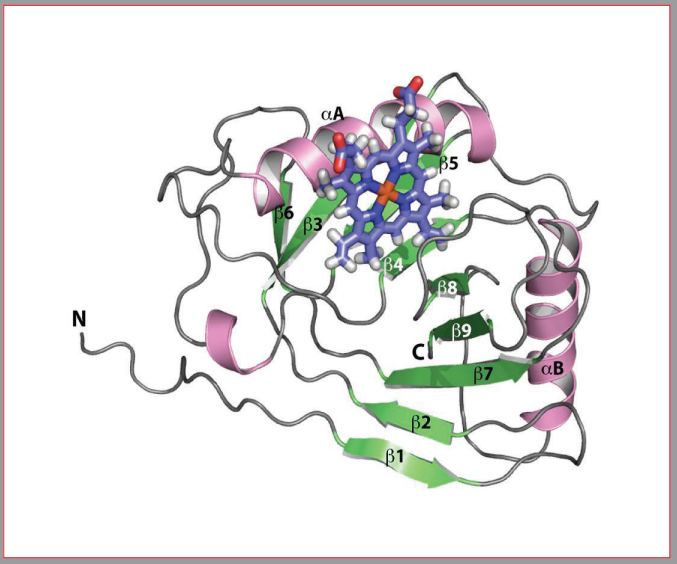


Fig. 4.3 Estrutura da proteína e a posição do grupo heme, Brian Goodfellow, Universidade de Aveiro.

CONTACTO

Prof. Brian J. Goodfellow
Departamento de Química / CICECO
Universidade de Aveiro