



**DEQ**  
DEPARTAMENTO  
DE ENGENHARIA QUÍMICA  
TÉCNICO LISBOA



**NEQIST**  
NÚCLEO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO



**NEMAT**  
NÚCLEO DE ESTUDANTES DE MATERIAIS



**Laboratórios Abertos 2017**  
**6 - 10 Fevereiro**

Laboratórios Abertos 2017

Editado por:

Departamento de Engenharia Química

Instituto Superior Técnico

Edição de:

Maria Amélia Lemos, Cristina Gomes de Azevedo, Dulce Simão

Com a colaboração de:

Núcleo de Engenharia Química



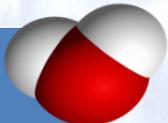
Fevereiro 2017

ISBN: 978-989-99508-4-9

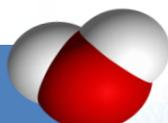
# Índice

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>3</b>
<b>PROGRAMA SECUNDÁRIO</b> .....	<b>4</b>
<b>PROGRAMA JÚNIOR (2º E 3º CICLO BÁSICO)</b> .....	<b>6</b>
<b>PROGRAMA KIDS (1º CICLO BÁSICO)</b> .....	<b>7</b>
<b>PREFÁCIO</b> .....	<b>8</b>
<b>PALESTRAS</b> .....	<b>9</b>
<i>Plásticos Luminosos e Painéis Solares</i> .....	10
<i>Amor &amp; Química: Uma visão sobre a Hipótese Psicoquímica</i> .....	16
<i>Sublimando a Química com a Arte</i> .....	22
<i>A Engenharia Química na Indústria Farmacêutica</i> .....	27
<i>Permafrost num Ártico em Mudança</i> .....	31
<i>O Mundo dos Cosméticos</i> .....	35
<i>Um Dia na Vida de um Eng.º de Materiais</i> .....	40
<b>CONVERSAS À VOLTA DE UM FILME</b> .....	<b>46</b>
<i>Viver Sem Química</i> .....	47
<i>A Vida Secreta dos Plásticos</i> .....	48
<b>EXPERIÊNCIAS NO LABORATÓRIO</b> .....	<b>53</b>
<i>Química Orgânica ao vivo e a cores</i> .....	54
<i>A Energia do Ar a Temperatura Muito Baixa</i> .....	77
<i>Doce Química</i> .....	81
<i>Encontro com a Engenharia Química</i> .....	91
<i>NEQIST e o Cálice de Fogo</i> .....	100
<i>“Quem é Quem na Tabela Periódica”: Localização, Ação, Reação!</i> .....	106
<i>Estação em Marte</i> .....	116
<b>EQUIPA</b> .....	<b>119</b>
<b>ESCOLAS PARTICIPANTES</b> .....	<b>121</b>
<b>PATROCÍNIOS</b> .....	<b>122</b>

# Programa Secundário

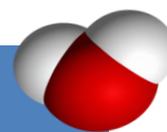


	Horário	Actividades
Manhã	9:30h	Palestra
	10:30 - 12:30h	Experiências nos laboratórios
Tarde	14:30h	Palestra
	15:30 - 17:30h	Experiências nos laboratórios



Palestras	9:30h	14:30h
-----------	-------	--------

6 Fev 2ª Feira	Plásticos luminosos e painéis solares <i>Ana Charas, IT</i>	Amor & Química Uma visão sobre a Hipótese Psicoquímica <i>João Paulo Telo, DEQ/IST</i>
7 Fev 3ª Feira	Sublimando a Química com a Arte <i>José Armando, DEQ/IST</i>	A Engenharia Química na Indústria Farmacêutica <i>Ruben Carvalho, Hovione</i>



Palestras	9:30h	14:30h
-----------	-------	--------

8 Fev 4ª Feira	Permafrost num Ártico em mudança <i>João Canário, DEQ/IST</i>	Da folha de caderno ao fabrico de papel <i>Carolina Belchior, Eng. de Processo de Papel</i>
9 Fev 5ª Feira	O Mundo dos Cosméticos <i>Carolina Marques, Lecifarma</i>	Um dia na vida de um Eng. de Materiais <i>Vera Pires, Frontwave</i>

### Experiências nos Laboratórios

Química Orgânica ao vivo e a cores	A energia do ar a muito baixa temperatura
Doce Química	Encontro com a Eng. Química
NEQIST e o cálice de fogo	Materiais inteligentes

# Programa Júnior (2º e 3º ciclo básico)

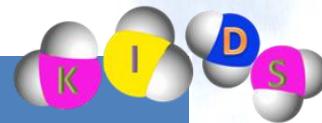


	Horário	Actividades
Manhã	9:00h	Conversas à volta de um filme
	10:00 – 12:00h	Experiências nos laboratórios
Tarde	14:00h	Conversas à volta de um filme
	15:00 – 17:00h	Experiências nos laboratórios



Experiências nos Laboratórios	
Química Orgânica ao vivo e a cores	A energia do ar a muito baixa temperatura
Quem é quem na Tabela Periódica localização, acção, reacção	Encontro com a Eng <sup>a</sup> Química
NEQIST e o cálice de fogo	Materiais inteligentes

# Programa Kids(1º ciclo básico)



	Horário	Actividades
Manhã	10:00 – 12:00h	Experiências nos laboratórios
Tarde	14:00 – 16:00h	Experiências nos laboratórios

Experiências nos Laboratórios	
Primavera	Outono
Verão	Inverno
Estação em Marte	

# Prefácio

Os Laboratórios Abertos do Departamento de Engenharia Química constituem uma iniciativa de divulgação de Ciência e Tecnologia nas áreas da Química, Engenharia Química e Engenharia de Materiais que se destina a dar a conhecer a importância que estes domínios assumem na nossa vida quotidiana e no desenvolvimento da nossa economia.

À semelhança dos anos anteriores o Departamento de Engenharia Química do Técnico convidou cerca de 2500 alunos, de vários níveis de ensino pré-universitário, a participar ativamente nesta descoberta através de um conjunto de palestras, conversas e experiências interativas. Estas atividades foram dinamizadas por Docentes, Não-Docentes e Estudantes do IST bem como por Engenheiros e Cientistas convidados.

Decorreram três conjuntos de ações, uma destinada aos alunos do Ensino Secundário, outra aos alunos do terceiro ciclo do Ensino Básico, os Laboratórios Abertos Júnior, e uma outra destinada a alunos do primeiro ciclo do Ensino Básico, os Laboratórios Abertos Kids. Este volume reúne os textos correspondentes a estes três conjuntos de atividades para que possam ser recordados por quem nos visitou mas também utilizados por todos os que se interessarem por estes temas.

A edição de 2017 dos Laboratórios Abertos do Departamento de Engenharia Química do Técnico teve lugar entre 2 e 5 de Fevereiro na Torre Sul no Instituto Superior Técnico.

# Palestras

Nesta edição dos “Laboratórios Abertos 2017”, para alunos do Ensino Secundário, manteve-se o formato de uma palestra temática, proferida por Engenheiros, Cientistas e Professores, seguida de um conjunto de atividades experimentais.

Nesta primeira secção deste volume incluem-se os resumos de todas palestras que cobrem um vasto conjunto de domínios que estão abertos aos Químicos, Engenheiros Químicos, Engenheiros de Materiais ou afins, que vão desde a fabricação de medicamentos até às relações entre a Química e a arte, ao desenvolvimento de materiais para painéis solares ou à importância da Química no Ártico.

# Plásticos Luminosos e Painéis Solares

Ana Charas

Instituto de Telecomunicações, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1, 1049 - 001 Lisboa, Portugal

## Polímeros que são condutores elétricos e emitem luz

Polímeros são moléculas constituídas por várias unidades que se repetem e estão ligadas entre si por ligações químicas, do tipo “ligação covalente”. O termo “polímero” tem origem grega; “Poly” significa “muitos” e “mero” significa “parte”. As “muitas partes” ligadas arranjam-se em cadeias compridas e por isso os polímeros são macromoléculas.

Os polímeros mais conhecidos, em termos de utilizações no dia-a-dia, são plásticos, como os usados em sacos de compras (polietileno), em roupas (poliéster e nylon) e em inúmeros e variadíssimos artigos, desde revestimentos para a construção civil até lentes de contacto. Muito importantes são também os polímeros de origem natural, como a borracha natural, a celulose e o algodão.

Os polímeros «tradicionais» são caracterizados pelas suas boas propriedades mecânicas, pela sua resistência à corrosão e pelo seu carácter de isoladores elétricos e, por isso, alguns até são utilizados em eletrónica, como revestimentos de metais.

Em 1977, três investigadores, Alan Heeger, Alan MacDiarmid e Hideki Shirakawa, realizaram uma descoberta excepcional acerca de um polímero – o poliacetileno [1] (Figura 1). Estes investigadores mediram condutividades elétricas no poliacetileno semelhantes às de metais, como o cobre, quando introduziram certos aditivos. Em 2000, o prémio Nobel da Química foi para os três cientistas “pela descoberta e desenvolvimento dos polímeros condutores”. As cadeias do poliacetileno são muito simples; são compostas por átomos de carbono ligados por ligações simples e duplas que se alternam.

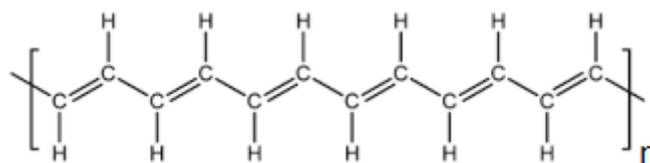


Figura 1 – Fórmula estrutural do poliacetileno (configuração “trans”).

Na realidade, as ligações são muito semelhantes, mas as simples são um pouco mais compridas e as duplas um pouco mais curtas. Os polímeros com uma estrutura de ligações simples e duplas alternadas chama-se “polímeros com conjugação  $\pi$ ” ou simplesmente “polímeros conjugados”. Numa cadeia

conjugada, os eletrões que formam a dupla ligação podem saltar entre os átomos de carbono vizinhos, obtendo-se assim eletrões em movimento, isto é; uma corrente elétrica, se os eletrões se deslocarem numa direção.

O interessante é que é possível criar facilmente um número elevado de eletrões móveis nos polímeros conjugados através de vários processos. Por exemplo, por reações de oxidação e redução (em que se removem ou adicionam eletrões às cadeias, respetivamente) ou reações ácido-base, mas também utilizando iluminação com luz visível, como a luz do sol, embora neste último caso, seja necessário um passo adicional para que resultem eletrões móveis.

A geração de condutividade elétrica causada por iluminação permite que os polímeros conjugados possam ser utilizados para converter energia solar em elétrica, em **células fotovoltaicas**. Por outro lado, a *via* oxidação-redução pode levar à formação de cargas positivas e negativas nas cadeias que, devido à sua mobilidade, podem chegar a encontrar-se, dando origem a estados de carga total nula (estados excitados neutros). Apesar de neutros, estes estados designam-se por “estados excitados” pois resultaram de uma «ativação» (excitação) ao polímero. Os estados excitados podem perder a sua energia em excesso, na forma de fotões, isto é, por emissão de luz. Por outras palavras, a injeção de cargas de sinal oposto no polímero, devido a reações de oxidação e redução, resulta em emissão de luz. Este processo é designado por **eletroluminescência**.

A eletroluminescência foi observada pela primeira vez num polímero conjugado em 1990 [2], num laboratório em Cambridge (Laboratório Cavendish, Reino Unido) e representou o segundo marco importante na investigação destes polímeros, pois impulsionou aplicações em dispositivos eletrónicos com enorme mercado mundial, como os ecrãs luminescentes conhecidos como OLED (*Organic Light Emitting Diodes*).

### A sua preparação e modos de aplicação

O primeiro polímero em que o fenómeno de eletroluminescência foi observado foi o poli(para-fenileno-vinileno) (PPV). Este polímero emite luz verde e pode ser utilizado a partir de soluções de um seu precursor em metanol (Figura 2). Aqui reside uma grande vantagem dos polímeros conjugados face aos materiais condutores tradicionais; podem ser utilizados em solução utilizando solventes comuns. Permitem, por isso, que se utilizem técnicas muito baratas para a sua deposição, como impressoras de jato de tinta e de rolo.

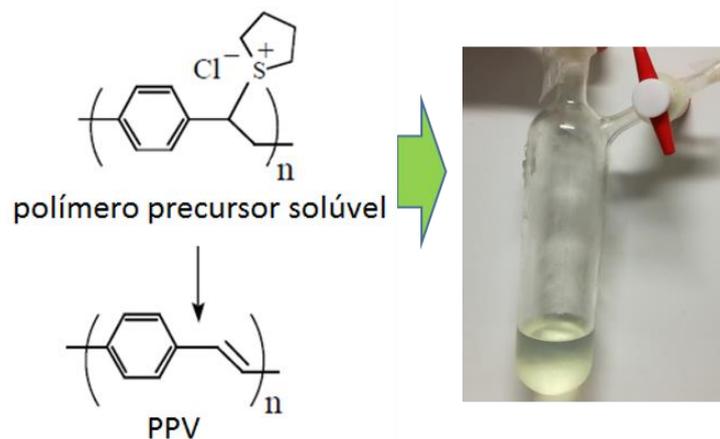


Figura 2 – Fórmula estrutural do polímero PPV e do seu precursor. Solução do precursor em metanol.

Após a exploração do PPV, foi necessário preparar polímeros que emitissem luz de cores diferentes, dada a sua potencial aplicação em ecrãs luminescentes, e também mais solúveis, de forma a evitar recorrer a soluções de intermediários. Esta última característica é facilmente conseguida se se ancorarem cadeias longas e flexíveis, como grupos laterais, às cadeias conjugadas. O polímero conhecido por MEH-PPV, por exemplo, é análogo ao PPV, mas contém dois grupos laterais por unidade repetitiva, o que aumenta a flexibilidade do polímero e lhe confere solubilidade em solventes como o clorofórmio, tolueno, etc. (Figura 3). O MEH-PPV também difere do PPV nas propriedades óticas, pois emite luz na região do laranja. Tal é também devido às diferenças de composição química ou estruturais das suas cadeias, em relação às do PPV. Os grupos laterais do tipo “alcóxido” em que os átomos de oxigénio estão ligados diretamente às cadeias conjugadas têm um efeito indutor de eletrões no sistema  $\pi$  que resulta numa diferença menor entre a energia do polímero no estado excitado e no estado fundamental. Esta diferença menor traduz-se em luz emitida de menor energia, isto é, laranja (a luz verde é de maior energia que a laranja, assim como a luz ultravioleta é de maior energia que a luz infravermelha).

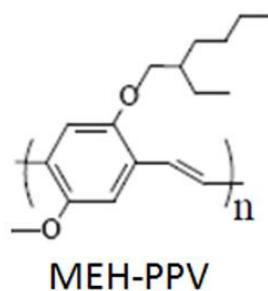


Figura 3 - Fórmula estrutural e solução do polímero MEH-PPV.

Com base em estratégias semelhantes, mas também um pouco mais complexas, têm sido preparados inúmeros polímeros conjugados diferentes, com propriedades muito diversas, desde emissão de luz de várias cores, solubilidade variada e potenciais de oxidação e redução diferentes. Os polímeros conjugados tornaram-se uma nova e importante classe de materiais para a eletrónica (a chamada “Eletrónica de plástico”).

Após a polimerização, em que as cadeias conjugadas são formadas, é necessária a purificação das mesmas de vários contaminantes, monómeros por reagir, cadeias muito pequenas, catalisadores e outros reagentes. A purificação adequada é crucial, pois a presença de impurezas, mesmo em baixa quantidade, ou de cadeias de comprimento muito diferente, pode afetar a condutividade elétrica e as propriedades luminescentes do polímero. Em geral, a purificação começa com a precipitação num mau solvente. Uma vez que as cadeias maiores são mais insolúveis estas precipitam enquanto as cadeias mais pequenas, mais solúveis, ficam em solução, juntamente com monómeros que não reagiram, catalisador e outros reagentes. O precipitado recolhido é então dissolvido num bom solvente e a solução é novamente adicionada a um volume grande de mau solvente. Este processo de precipitação – dissolução - precipitação é repetido algumas vezes. Por fim, tipicamente, o precipitado obtido é ainda purificado num extrator de Soxhlet (Figura 4). Neste processo, o polímero é lavado com um mau solvente sucessivas vezes. Este é um processo de extração sólido-líquido em que o solvente (líquido) extrai as cadeias mais solúveis. É possível obter assim polímeros com suficiente pureza para aplicações em eletrónica.

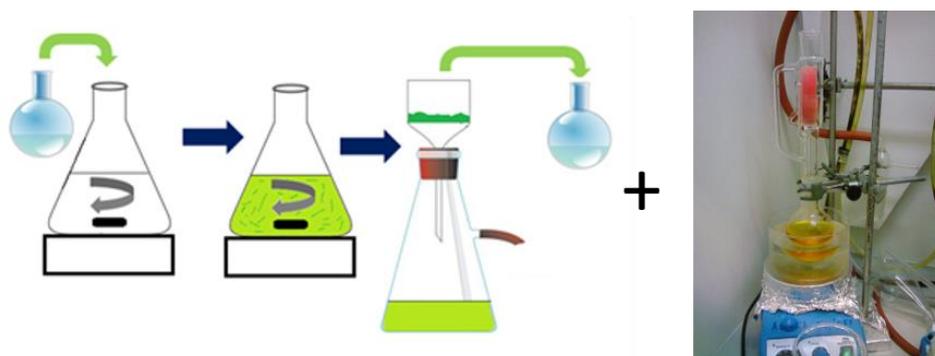


Figura 4 – Processo de purificação dos polímeros conjugados (um ciclo): precipitação–filtração–dissolução (esquerda). Após vários ciclos, o produto é lavado num extrator de Soxhlet (direita).

### Aplicações em ecrãs luminescentes

Os “componentes ativos” dos ecrãs luminescentes baseados na tecnologia OLED são dispositivos com muitas camadas finas (com menos de 1 micrómetro de espessura cada, isto é, menos de 0,001 mm) depositadas por cima umas das outras. Basicamente, num OLED de estrutura simples, a camada de

polímero eletroluminescente é depositada por cima de um substrato que contém um material que serve de eléctrodo e por cima do polímero é depositado outro eléctrodo (Figura 5). Pode dizer-se que é uma estrutura em “sandwich” em que o polímero está situado entre dois eléctrodos diferentes. Se aplicarmos uma diferença de potencial adequada entre os dois eléctrodos é possível oxidar o polímero (isto é, criar cargas positivas) junto de um dos eléctrodos e reduzir o polímero (isto é, criar cargas negativas) junto do outro eléctrodo. Como já referido, essas cargas possuem alguma mobilidade e por isso podem encontrar-se, especialmente de aplicarmos um campo eléctrico que favoreça o seu movimento para o eléctrodo de sinal oposto. As cargas de sinal oposto quando se encontram numa cadeia conjugada, formam estados excitados que podem resultar em emissão de luz, como já foi referido (Figura 5).

A superioridade dos LEDs de polímero relaciona-se principalmente com a possibilidade de depositar a camada de polímero como se se tratasse de uma tinta, recorrendo, por exemplo, a impressoras, e sobre suportes flexíveis e dobráveis, como plásticos. Imagine-se por exemplo um televisor que se pode dobrar como um saco de plástico, e guardar numa gaveta. Já existem ecrãs de OLED no mercado, mas, apesar de finos e curvos, ainda existem problemas por resolver até chegar a produtos que beneficiem totalmente das propriedades únicas dos polímeros.

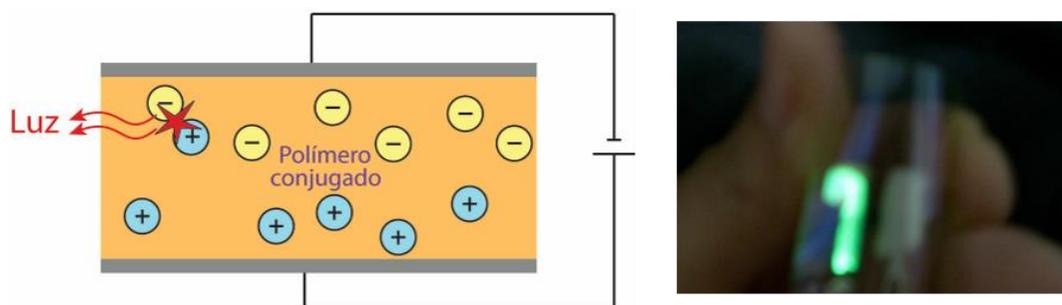


Figura 5 – Estrutura de um dispositivo OLED e OLED flexível de PPV com emissão de luz verde.

### Aplicações em células solares

Uma célula fotovoltaica que utiliza um polímero conjugado para captar a luz do sol é uma estrutura muito semelhante a um OLED, na qual a camada que contém o polímero se encontra também entre dois eléctrodos diferentes. No entanto pode dizer-se que funciona «ao contrário», isto é: o OLED gera luz por injeção de cargas eléctricas e a célula solar gera corrente eléctrica por ação de luz (Figura 6). No caso da célula solar, o estado excitado é causado pela luz do sol, isto é; o polímero absorve fotões da luz do sol, o que leva a transições de electrões que correspondem a cargas negativas e cargas positivas nas cadeias. O problema é que, devido à sua proximidade, estas cargas não estão móveis e, como tal, não é possível extrair diretamente uma corrente eléctrica do dispositivo. É necessário por isso

incorporar, junto do polímero, um segundo composto (que também pode ser um polímero conjugado) que favoreça a separação dos estados excitados em cargas «livres». No processo de separação, tipicamente o polímero funciona como o doador de elétrons e o outro material como o aceitador. Uma vez separadas, é possível «recolher» as cargas para o circuito exterior através dos elétrodos, obtendo-se uma corrente elétrica. Analogamente ao fabrico dos OLEDs, é possível fabricar células solares de polímero utilizando impressoras e produzir painéis solares flexíveis e muito leves «a metro». É muito provável que, nos próximos anos, dispositivos como estes atinjam os níveis de eficiência desejáveis para serem comercializados em grande escala e possamos usufruir mais e melhor da energia solar.

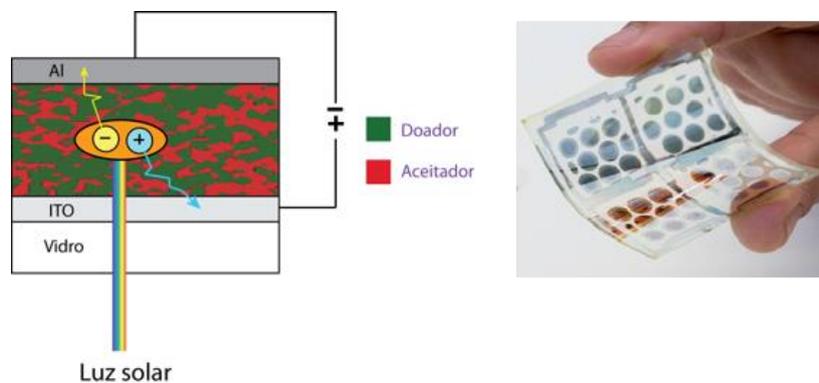


Figura 6 - Estrutura de uma célula solar orgânica e várias células depositadas num suporte flexível.

## Referências

- [1] H. Shirakawa, E.J. Louis, A.G. MacDiarmid, C.K. Chiang, A.J. Heeger, J. Chem. Soc. Chem. Commun. (1977) 578.
- [2] J.H. Burroughes, D.D.C. Bradley, A.R. Brown, R.N. Marks, K. MacKay, R.H. Friend, P.L. Burns, A.B. Holmes, Nature 347 (1990) 539.

## Amor & Química:

### Uma visão sobre a Hipótese Psicoquímica

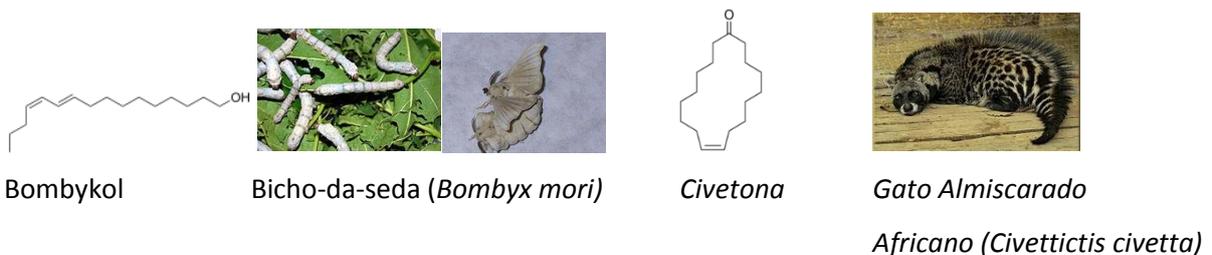
João Paulo Telo

Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa

#### Serão o amor e as emoções controlados pela química?

Os Alquimistas consideravam que toda a matéria tinha uma componente espiritual e vice-versa. A Hipótese Psicoquímica sugere que a maioria das emoções humanas, mesmo as consideradas mais sublimes como a paixão, o amor, o afeto, assim como o bem-estar emocional e a animosidade, são controladas por substâncias químicas produzidas no cérebro chamadas neurotransmissores.

A sexualidade dos insetos e de alguns animais superiores é controlada por Feromonas (aromas). A fêmea do bicho-da-seda produz o químico Bombykol para atrair os machos, por exemplo. O mesmo acontece nalguns mamíferos. O gato almiscarado africano marca o território com o químico Civetona, um aroma "musk" (almíscar em português) usado em perfumaria. Foi relatado que fotógrafos da natureza espalham o perfume " Obsession For Men" (Calvin Klein) para atrair jaguares e assim melhor os fotografar. Este perfume contém Civetona, o que lhe dá as notas de "musk", e aparentemente esses felinos usam o seu apurado faro para detetar e caçar o gato almiscarado. [1]

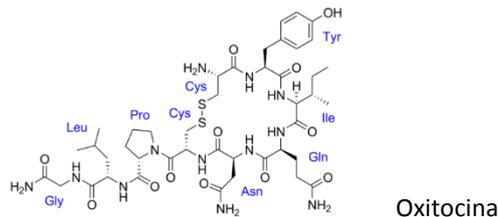


Apesar dos esforços da indústria dos perfumes, nunca foi descoberta uma feromona humana. Nos humanos, o principal estimulador da paixão amorosa parece ser a visão e não o olfato.

#### Hipótese Psicoquímica (HPC) e neurotransmissores.

Paixão, amor, afeto, bem-estar emocional, animosidade, etc, são controlados por neurotransmissores, que são moléculas endógenas que permitem a comunicação entre neurónios e entre estes e outras células. A descoberta da neurotransmissão química na 1ª metade do sec. XX mudou o paradigma do "cérebro elétrico" para um "cérebro químico". A produção e a quantidade de um dado

neurotransmissor afeta e condiciona o nosso comportamento e as nossas emoções. Entre os vários neurotransmissores envolvidos no prazer e no bem-estar encontram-se aminoácidos, como o ácido gama-aminobutírico (GABA), óxido nítrico (N=O), neuropéptidos como a oxitocina e várias neuroaminas.[2]



Durante o parto são produzidas grandes quantidades de Oxitocina. Esta molécula induz a entrada em "trabalho de parto", aumenta a lactação e, segundo a Hipótese Psicoquímica, é responsável pelo afeto mãe-filho. Há também produção de neuroaminas durante o parto e a aleitação. Isto pode ter resultado de um mecanismo biológico adaptativo de proteção da espécie, já que quanto maior a "paixão" entre a mãe e o filho, mais hipóteses a cria tem de ser protegida pelos progenitores em caso de perigo. Contudo, níveis elevados de oxitocina ou neuroaminas causam ansiedade, obsessões e paranóia. Será o amor uma "obsessão"?



**“Mães recentes têm mais sintomas de obsessão e compulsão” (Diário de Notícias, 6 de Março de 2013).** *“As mães recentes (...) têm mais sintomas de obsessão e compulsão que a população em geral, indicou um estudo. Os investigadores descobriram que 11 por cento das mulheres entre as duas e as seis semanas depois do parto experimentam significativos sintomas obsessivo-compulsivos, em comparação com dois a três por cento da população em geral.”*

Há também produção de oxitocina, mas principalmente de neuroaminas, durante a fase da paixão amorosa. As neuroaminas têm normalmente um efeito excitante, e são responsáveis por sintomas como o elevado ritmo cardíaco, falta de atenção e ansiedade, durante a fase de paixão amorosa. Tal como algumas drogas estruturalmente semelhantes (ver abaixo), são aditivas, e a eventual diminuição da sua produção causa uma espécie de “ressaca” (depressão, irritabilidade) na ausência do objeto da paixão (saúde). Há também um efeito de saturação, já que ao fim de algum tempo precisamos maiores quantidades de neuroaminas para manter os mesmos efeitos, pelo que eventualmente “desapaixonamo-nos”. Este efeito também explica a "depressão pós-parto", a qual resulta de alguma maneira de uma "ressaca" devido à diminuição abrupta de produção de neurotransmissores. Mas os

românticos podem ficar descansados: nas relações de longo prazo (amor ?) o perfil químico dos neurotransmissores muda, sendo produzidas menos neuroaminas, mas mais oxitocina. Esta não é um excitante, tem até efeitos calmantes. Verificou-se que a administração de oxitocina durante uma

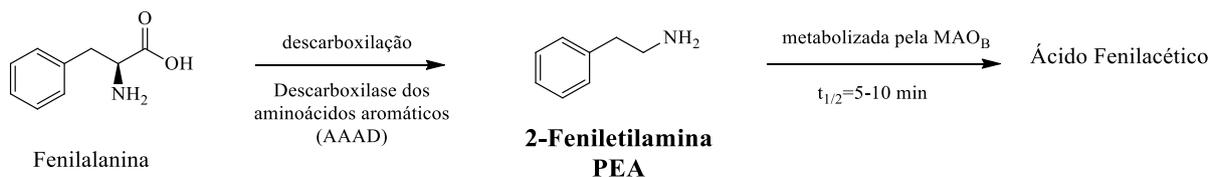


discussão violenta ou em momentos de stress acalma e reduz os conflitos. [3]

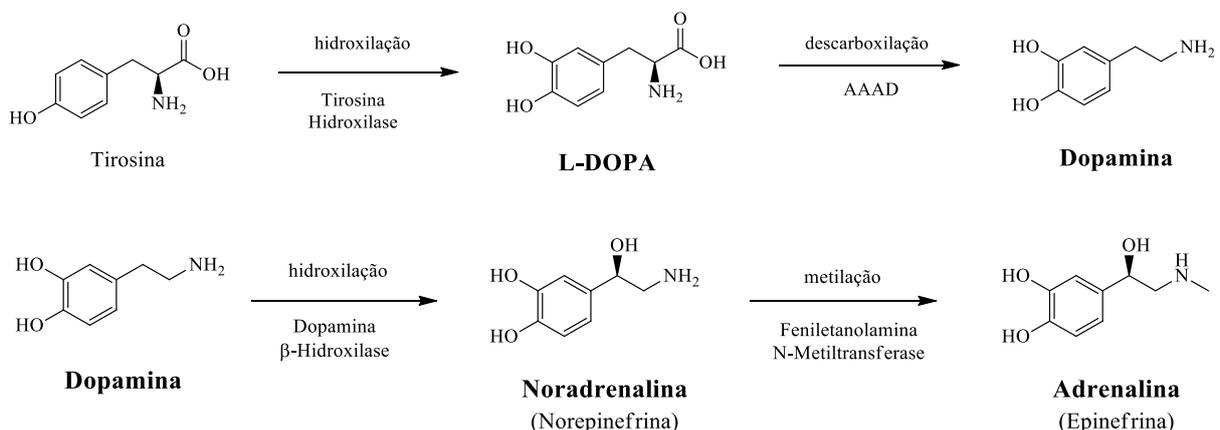
Quando uma pessoa faz festas a um cão há libertação de oxitocina em ambos, o que resulta numa diminuição da tensão arterial.[4]

## Neuroaminas

Neuroaminas são uma classe de neurotransmissores sintetizados nas células do sistema nervoso central (SNC) a partir dos aminoácidos aromáticos (componentes das proteínas) através da enzima AAAD. A neuroamina estruturalmente mais simples é a Fenetilamina (2-feniletilamina, PEA). A PEA promove o afeto nas relações e o bem-estar emocional, estando também implicada no bem-estar físico depois da prática de exercício. [5]



É metabolizada pela enzima MAO<sub>B</sub> (MonoAmina Oxidase) e excretada na forma de ácido fenilacético (ou melhor, do seu anião fenilacetato). Existem duas formas de MAO, uma que atua rapidamente (a MAO<sub>B</sub>), e outra de efeito mais lento (MAO<sub>A</sub>). A PEA é metabolizada pela MAO<sub>B</sub>, sendo o seu tempo de meia vida no organismo da ordem dos minutos. São, portanto, infundadas as alegações que a presença de PEA no chocolate e noutros alimentos é responsável pelo bem-estar físico depois da sua ingestão. Para além disso a PEA não atravessa a barreira sangue-cérebro, pelo que os seus efeitos no sistema nervoso central seriam mínimos, mesmo se a concentração no plasma sanguíneo fosse significativa.



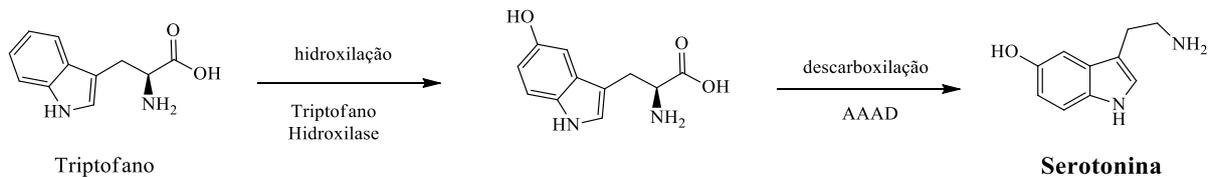
Várias neuroaminas são sintetizadas *in vivo* a partir do aminoácido Tirosina. A Dopamina está envolvida no sentimento de felicidade e na motivação para a aprendizagem. Baixos níveis de Dopamina resultam em pouca “alegria de viver”, falta de sentido de aventura e estão envolvidos na Doença de Parkinson (para a qual o L-DOPA é um medicamento comum) e na hiperatividade nas crianças. Contudo, altos níveis de Dopamina levam a comportamentos obsessivos, esquizofrenia e paranoia. A Adrenalina e a Noradrenalina são hormonas de “stress”, ativadas pelo medo ou excitação. Aumentam o ritmo cardíaco, a produção de glucose, o fluxo de sangue nos músculos e a oxigenação do cérebro. Baixos níveis de Noradrenalina causam depressão. A adrenalina, tal como a maioria das neuroaminas, é algo aditiva. A habituação a altos níveis de adrenalina ("adrenaline junkies") explica certos comportamentos, como a



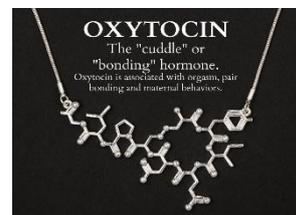
prática compulsiva de desportos radicais (na figura: "bungee jumping") e a permanente procura de situações violentas e hooliganismo (cena do filme "a



laranja mecânica" de Stanley Kubrik).



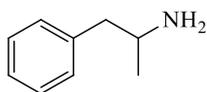
A Serotonina é derivada do aminoácido triptofano e regula o humor, o sentimento de felicidade, o apetite e o sono. Está também envolvida nalgumas funções cognitivas, como a memória e a aprendizagem.



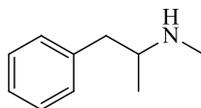
### Aminas exógenas ativas no Sistema Nervoso Central

Como afirmado acima, a PEA é rapidamente metabolizada e penetra mal a barreira sangue-cérebro por ser demasiado polar, pelo que a sua administração oral ou mesmo intravenosa pouco efeito teria ao nível do sistema nervoso central. Embora estruturalmente muito semelhante, tal não acontece com a Anfetamina, a qual é um potente estimulante do sistema nervoso central quando administrada

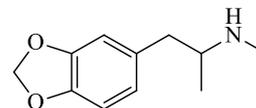
oralmente. Os seus efeitos incluem euforia, ansiedade, aumento da concentração e da autoestima, mas também irritabilidade, comportamentos obsessivos, paranóia e psicoses. É também um potente anorético (reduz a fome).



Anfetamina



Metanfetamina



MDMA  
("ecstasy")

Vários derivados da anfetamina são utilizados como drogas de abuso (ilegais). A metanfetamina (N-metilanfetamina, "crystal meth") é uma das drogas de abuso mais frequentes, com resultados física e socialmente catastróficos para os seus utilizadores. O MDMA ("ecstasy"), a chamada "droga do amor", é um estimulante que aumenta a empatia interpessoal, a emotividade e a sensibilidade. Induz euforia, sentido de intimidade e diminui a ansiedade. É frequente os utilizadores desta droga ilegal fazerem declarações apaixonadas e despropositadas a desconhecidos. Note-se a semelhança entre a estrutura do MDMA e da Dopamina.

### Nova versão de ecstasy pode vir a ser a melhor terapia para casais em crise

SOCIEDADE | 12.10.2016 às 8h24

1 Comment

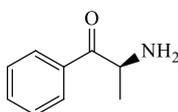


*"A garantia é de Katie Anderson, investigadora da Universidade South Bank, em Londres, que diz que o MDMA, a "droga do amor", como também é conhecida, proporciona uma aproximação do casal a ponto de deixar de haver segredos ou assuntos tabu. Falta desenvolver uma versão legal e terapêutica"*

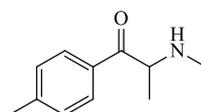
Uma característica estrutural comum às neuroaminas endógenas (produzidas no organismo) e às anfetaminas é a ocorrência de um anel aromático (benzeno ou outro) separado de um átomo de azoto por dois átomos de carbono. Muitos compostos naturais contendo azoto (alcalóides) que possuem esta característica estrutural são ativos no sistema nervoso central, isto é, são psicoativos.



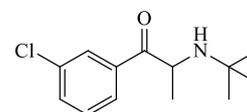
Yemenita mascarando Khat



Catinona



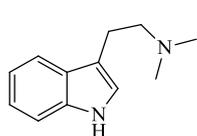
Mefedrona ("Bloom")



Bupoprión, Elontril  
(antidepressivo)

O Khat (*Catha edulis*) é uma planta originária da Etiópia e península arábica que contém o alcalóide Catinona, um estimulante semelhante à anfetamina que causa excitação e euforia. O hábito de mascar Khat é comum (e legal) no Yemen. A partir de 2003 apareceu no mercado ilegal um derivado sintético da Catinona mais potente, a Mefedrona ("Bloom"). O abuso desta droga resultou em inúmeros casos

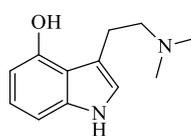
de psicoses graves e irreversíveis. Há, contudo, derivados da Catinona de uso clínico, como o antidepressivo Bupopron.



N,N-Dimetiltriptamina



*Mimosa tenuiflora*



Psilocina



*Psilocybe semilanceata*

Existem também alcaloides psicoativos semelhantes à Serotonina, como a Psilocina, presente nalguns tipos de cogumelos, e a Dimetiltriptamina, que ocorre em várias plantas. São alucinogênicos fortes, mas, tal como a PEA, são metabolizados rapidamente pela MAO<sub>B</sub>. O **Ayahwasca** é uma cerimônia religiosa tribal originária da América do sul, onde xamãs tomam uma mistura de duas ervas que induz um estado alucinogênico que "permite" aos envolvidos falar com os deuses. Curiosamente, apenas uma das ervas contém Dimetiltriptamina, vindo os químicos a descobrir que a outra contém Harmina, um inibidor da MAO.

### Conclusão e polémica

A hipótese psicoquímica afirma que as nossas emoções, incluindo as consideradas mais sublimes como o amor, a paixão e o afeto, são controladas pela química. Como o metabolismo destes neurotransmissores é comum pelo menos aos mamíferos superiores, podemos inferir que os sentimentos que eles provocam também o são. Uma chita amará tanto os seus filhos como uma mulher? Alguns animais são monógamos absolutos, isto é, têm apenas um parceiro sexual durante toda a vida, coisa que, todos o sabemos, não acontece com a maioria dos humanos. O que os une será o mesmo amor que, no nosso caso, é cantado pelos poetas? Há grandes objeções a esta ideia, a maioria de origem religiosa, já que na maioria das religiões o Homem é considerado um ser superior aos restantes animais. Mas também da parte dos "românticos incuráveis". Mas não será o Homem dominado pela natureza, quase escravo das suas pulsões naturais, uma das essências do ideal Romântico?

### Referências

- [1] <http://blogs.scientificamerican.com/thoughtful-animal/2013/10/10/youll-never-guess-how-biologists-lure-jaguars-to-camera-traps/>
- [2] S. Shaik, "Chemistry—A Central Pillar of Human Culture", *Angew. Chem. Int. Ed.* 2003, 42, 3208.
- [3] Kirsch P, Esslinger C, Chen Q, Mier D, Lis S, Siddhanti S, Gruppe H, Mattay VS, Gallhofer B, Meyer-Lindenberg A (December 2005). "Oxytocin modulates neural circuitry for social cognition and fear in humans". *The Journal of Neuroscience.* 25 (49): 11489–93.
- [4] Kuchinskas Susan, "The Chemistry of Connection: How the Oxytocin Response Can Help You Find Trust, Intimacy, and Love", p65.
- [5] A. Szabo, E. Billett, J. Turner, *Br. J. Sports Med.* 2001, 35, 342.

# Sublimando a Química com a Arte

José Armando Luísa da Silva

Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

## Introdução

Em Química, o conceito «sublimação» corresponde a uma mudança de fase entre os estados sólido e gasoso, sem passar pelo líquido. Por outro lado, «sublime» nas Artes está relacionado com a experiência de prazer transmitida através da percepção. Uma sensação comparável pode ocorrer na demanda do conhecimento em Química e por inter-relações entre as Artes e a Química procurar-se-á aprofundar essa via.

Embora as artes e as ciências sejam muitas vezes consideradas como culturas distintas, [1] ambas exigem treino, pesquisa e capacidade de relacionar temas para as suas realizações, [2] além de serem fruto da criatividade humana, portanto, têm confluências. De seguida, serão abordados alguns exemplos mais concretos de cruzamento entre um domínio mais restrito da Ciência, a Química, e as Artes.

## Cruzamentos

As Artes têm sido utilizadas como ferramentas auxiliares em diferentes níveis na aprendizagem de Química, geralmente para domínios específicos, como sumariamente se exemplifica, pela música, [3,4] ópera, [5] banda desenhada, [6,7] literatura [8-10] e cinema. [11] Este tipo de cruzamento é relativamente recente, resultando da progressiva massificação da Educação; porém, outras situações comprovam que a Química as Artes se têm inter-relacionado ao longo da História.

Começamos pelas «Corporações de Ofícios» que foram surgindo a partir da época medieval. No respeitante, às ligadas à pintura (na criação de obras artísticas), a aprendizagem passava pela preparação de pigmentos, o que requeria conhecimentos, na altura empíricos, daquilo que atualmente são do domínio da Química. Por outro lado, nos primórdios da Fotografia eram necessários conhecimentos mais ou menos empíricos, na escolha dos materiais para fixar a imagem, acerca de Fotoquímica, isto é, reações químicas promovidas pela luz, as quais precisavam também de ser estabilizadas para que o efeito obtido fosse guardado, ou seja, era fundamental conhecer como controlar a reatividade dos materiais escolhidos. Nesta mesma linha, refira-se ainda o Impressionismo como corrente artística em alguns domínios; no caso da Pintura, os trabalhos do químico centenário Michel Eugène Chevreul influenciaram esta corrente artística. Este cientista verificou que duas cores

distintas podem causar na nossa percepção um efeito diferente do de cada uma delas. Os pintores impressionistas usavam cores puras colocadas ao lado uma da outra para que a sua fusão ocorresse apenas ao nível do observador.

Outro tipo de cruzamentos são conhecidos e a concretização de algumas obras de arte pode ter sido estimulada pela experiência científica, como aconteceu com Elias Canetti, doutorado em Química e Prémio Nobel da Literatura em 1981. Este autor mencionou no seu livro de ensaios [12] a importância da sua atividade científica para ter sido escritor.

Chegou o momento de olharmos à nossa volta e verificarmos que a Natureza é pródiga em exemplos relacionados com criações artísticas, e que a Química e outros domínios científicos ajudam a entendê-los. Assim, as conchas dos *Nautilus* têm sido consideradas um símbolo de beleza. [13] A sua formação tem como base das suas proporções a sequência de Fibonacci, permitindo ao organismo crescer sem alterar a sua forma, ou seja, com poupança energética. Note-se que esta relação no âmbito da matemática tem estado associada ao longo dos séculos com várias expressões artísticas, como a pintura, a arquitetura ou a música. [14-16] Regressemos à Química! As conchas são maioritariamente constituídas por aragonite, um dos polimorfos dos minerais de carbonato de cálcio, apesar de a calcite ser termodinamicamente mais estável; desta maneira, os *Nautilus* desenvolvem ao longo das suas vidas uma estrutura melhor adaptada ao meio e, para tal, optam pelo polimorfo mais apropriado. O conhecimento destas vias de síntese são desafios que podem permitir novos conhecimentos na Ciência dos Materiais que na atualidade se expande na confluência com a Química. Um outro exemplo advém da laca que é obtida da árvore *Toxicodendron vernicifluum* (Stokes) F. Barkley. Este produto tem sido usado na China desde há mais de 3.300 anos para revestimento de madeira, bambu, etc. A cobertura dos materiais por esta substância torna-os resistentes a ácidos e bases fortes, a temperaturas até 200°C, a bactérias e insetos. Além disso, a laca é insolúvel na maioria dos solventes, incluindo a água. As características da laca dão aos materiais graciosidade, uma longa duração e poderem ser recuperados após algumas catástrofes, como as inundações, por terem uma barreira protetora (a laca) à ação da água. A sua utilização estendeu-se para outros países e um deles foi o Japão. Aí nasceu a arte Namban (termo que significa «bárbaros do Sul», e que foi cunhado após a chegada dos portugueses aos portos do Sul do Japão no século XVI). Esta corrente artística criou objetos que retratavam a vida comum, em contraste com os produzidos anteriormente. Por isso, dão-nos informações acerca do encontro das duas culturas, como seja, nos diferentes estilos de vestuário, [17] tal como a laca pode ser encarada tanto pela visão artística, assim como pela científica. Nesta há uma questão pertinente: como seca a laca? Por vezes, é erroneamente admitido que é por evaporação. Na realidade, é preciso referir a enzima lacase (cuja designação parte do étimo laca), EC 1.10.3.2. Esta metalobiomolécula contém um centro multinuclear de cobre que catalisa a oxidação de

fenois (ou compostos relacionados, incluindo difenois) com a redução de  $O_2$  a  $H_2O$ , segundo a Figura 1.

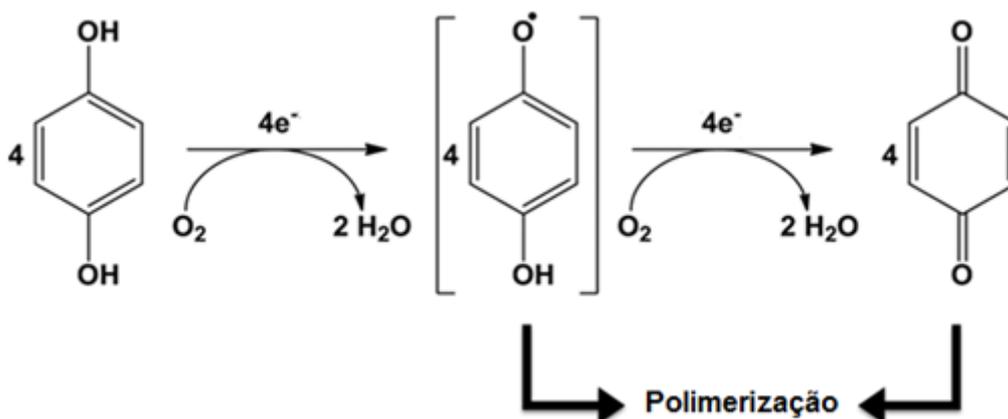


Figura 1. Reação de lacase usando um difenol como substrato

A secagem da laca é devida à atividade da enzima na presença de  $O_2$ , através de um mecanismo de polimerização (o qual permite formar camadas com as propriedades descritas acima) que requer a formação de radicais químicos (isto é, espécies químicas com uma ou mais orbitais de valência só com um elétron). Como o cobre muda seu estado de oxidação em apenas uma unidade (ou seja, envolvendo só um elétron) a sua participação na reação favorece esse tipo de mecanismo [18] e, na sequência, produz-se o efeito que conhecemos.

Passando para o domínio da saúde, é sabido que um excesso de ácido úrico nos seres humanos leva à gota, uma doença resultante da precipitação desregulada de urato de sódio nas articulações, produzindo-se uma resposta inflamatória e grandes dores nas regiões afetadas do organismo [19] como a pintura *The Gout* [20] de James Gillray (1799) parece sugerir. Esta doença era considerada como típica de gente rica e poderosa, e seria causada por seu consumo excessivo de alimentos caros, como marisco e carne (cujo teor de compostos químicos associados com os substratos da enzima é significativo). Esse facto inspirou artistas, como George Cruikshank (1792-1878) que representou ironicamente o Rei George IV, um paciente sofrendo de gota, em algumas das suas atividades diárias. [21] A isto está associado a um elemento químico (molibdénio), vestigial no ser humano, que ocorre na oxidase da xantina, EC 1.17.3.2, e atua no catabolismo das purinas, ver Figura 2; no entanto, pode também formar ácido úrico. Apesar da importância metabólica da enzima, esta pode causar efeitos nocivos caso atue de modo desregulado.

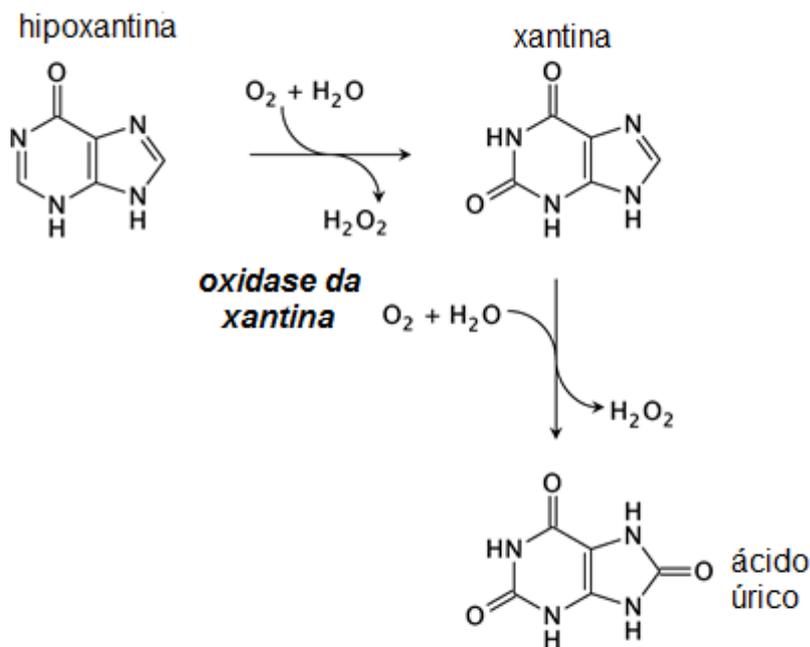


Figura 2. Reações da oxidase da xantina

### Comentários finais

Pelos exemplos anteriores há diversas zonas de confluência entre a Química e as Artes. A racionalidade é também requerida na abordagem artística, tal como a beleza pode acompanhar a Química e, em alguns momentos, estaremos como na transição impercetível entre a água e o céu ou mais especificamente entre o pássaro e o peixe em *Sky and Water I*, 1938, M. C. Escher. [22] Todavia, a nossa forma de encarar as situações não deve ser confundida com a realidade, tal como o fez a figura mitológica de Pigmaleão que desencantado com amor, esculpiu uma mulher ideal e apaixonou-se pela sua criação artística. Este mito tem inspirado vários artistas, como Bernard Shaw, cujo «Pigmaleão» foi adaptado para um musical e um filme, *My Fair Lady*, no qual o professor Henry Higgins dá aulas de dicção e regras de etiqueta à florista Eliza Doolittle, achando que a transformaria numa senhora da alta sociedade. Aprender Química cruzando-a com as Artes, ou vice-versa, é algo que deve ser incrementado, mas através de meios demasiado simplistas o resultado pode ser inadequado, tal como acontece pela aplicação do mito de Pigmaleão nas vertentes referidas acima.

### Referências

- [1] A.T. Schwartz, Chemistry education, science literacy, and the liberal arts. 2007 George C. Pimentel Award, *J. Chem. Educ.* 84 (2007) 1750-1756.
- [2] E. Koliijn, Observation and visualization: reflections on the relationship between science, visual arts, and the evolution of the scientific image, *Anton. Leeuw. Int. J. G.* 104 (2013) 597-608.
- [3] H.W. Kohn, Chemistry and music, *J. Chem. Educ.* 49 (1972) 728-729.

- [4] A.M. Last, Combining chemistry and music to engage students' interest. Using songs to accompany selected chemical topics, *J. Chem. Educ.* 86 (2009) 1202-1204.
- [5] J.P. André, Opera and poison: a secret and enjoyable approach to teaching and learning chemistry, *J. Chem. Educ.* 90 (2013) 352-357.
- [6] P. Di Raddo, Teaching chemistry lab safety through comics, *J. Chem. Educ.* 83 (2006) 571-573.
- [7] D. Kennepohl, H.W. Roesky, Drawing attention with chemistry cartoons, *J. Chem. Educ.* 85 (2008) 1355-1360.
- [8] T.G. Waddell, R.R. Sanderlin, Chemistry in "Moby Dick", *J. Chem. Educ.* 63 (1986) 1019-1020.
- [9] R.E. Southward, W.G. Hollis Jr., D.W. Thompson, Precipitation of a murder: a creative use of strychnine chemistry in Agatha Christie's *The Mysterious Affair at Styles*, *J. Chem. Educ.* 69 (1992) 536-537.
- [10] C.A. Lucy, Analytical chemistry: A literary approach, *J. Chem. Educ.* 77 (2000) 459-470.
- [11] J.G. Goll, B.J. Woods, Teaching chemistry using the movie *Apollo 13*, *J. Chem. Educ.* 76 (1999) 506-508.
- [12] E. Canetti, *Das Gewissen der Worte*, Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1975.
- [13] [https://pixabay.com/p-1079783/?no\\_redirect](https://pixabay.com/p-1079783/?no_redirect) (acedido em janeiro de 2017)
- [14] S.K. Rath, P.C. Naik, Fibonacci structure in conch shell, *Curr Sci* 88 (2005) 555-557.
- [15] R.R. Velázquez-Castillo, J. Reyes-Gasga, D.I. García-Gutierrez, M. Jose-Yacaman, Crystal structure characterization of nautilus shell at different length scales, *Biomaterials* 27 (2006) 4508-4517.
- [16] S. Marinković, P. Stanković, M. Štrbac, I. Tomić, M. Četković, Cochlea and other spiral forms in nature and art, *Am J Otolaryngol* 33 (2012) 80-87.
- [17] <http://web-japan.org/museum/byobu/byobu04/byobu042.jpg> (acedido em janeiro de 2017)
- [18] A.M. Mayer, R.C. Staples, Laccase: new functions for an old enzyme, *Phytochemistry* 60 (2002) 551-565.
- [19] T. Nishino, K. Okamoto, Mechanistic insights into xanthine oxidoreductase from development studies of candidate drugs to treat hyperuricemia and gout, *J Biol Chem* 20 (2015) 195-207.
- [20] [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/The\\_gout\\_james\\_gillray.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/The_gout_james_gillray.jpg) (acedido em janeiro de 2017)
- [21] E.G.L. Bywaters, Gout in the time and person of George IV: a case History, *Ann Rheum Dis* 21 (1962) 325-338.
- [22] [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sky\\_and\\_Water\\_I.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sky_and_Water_I.jpg) (acedido em janeiro de 2017)

# A Engenharia Química na Indústria Farmacêutica

Ruben Carvalho

Hovione, Sete Casas, 2674-506 Loures

## Engenharia Química

A Engenharia Química é o ramo da Engenharia que combina conhecimentos de Química, de Matemática, de Física, de Biologia e Informática para investigar, conceber, projetar e operar processos químicos de transformação de matérias-primas em produtos de valor acrescentado para a sociedade. Dessa forma, as áreas de atuação dos Engenheiros Químicos são as Industrias Químicas, integradas em unidades fabris onde ocorrem os referidos processos.

Os produtos provenientes das Indústrias Químicas mais conhecidos são: os combustíveis, os fármacos, os fertilizantes, o papel, os plásticos, os detergentes, entre outros.

## As Saídas Profissionais do Engenheiro Químico

Conforme referido anteriormente, os Engenheiros Químicos atuam preferencialmente nas Industrias Químicas, onde poderão intervir nas mais diversas áreas, como investigação, projeto, produção, ambiente, energia, manutenção e controlo de qualidade.

No entanto e tratando-se de uma educação superior multidisciplinar, polivalente e versátil, os conhecimentos e competências adquiridas são também valorizadas pelos empregadores para áreas de consultadoria, comércio ou serviços.

## Industria Farmacêutica: A Hovione

A Hovione é uma empresa farmacêutica Portuguesa de dimensão global que tem por base a química e que fornece serviços de Desenvolvimento e Produção para os seus Clientes: Biotechs e Empresas Farma de especialidade, de média e grande dimensão. É uma empresa familiar, fundada em 1959 com mais de 1300 colaboradores em todo o mundo.



Figura 1 – Localização da Hovione no Mundo. Fábricas em 3 continentes

Os produtos e serviços da Hovione são os seguintes;

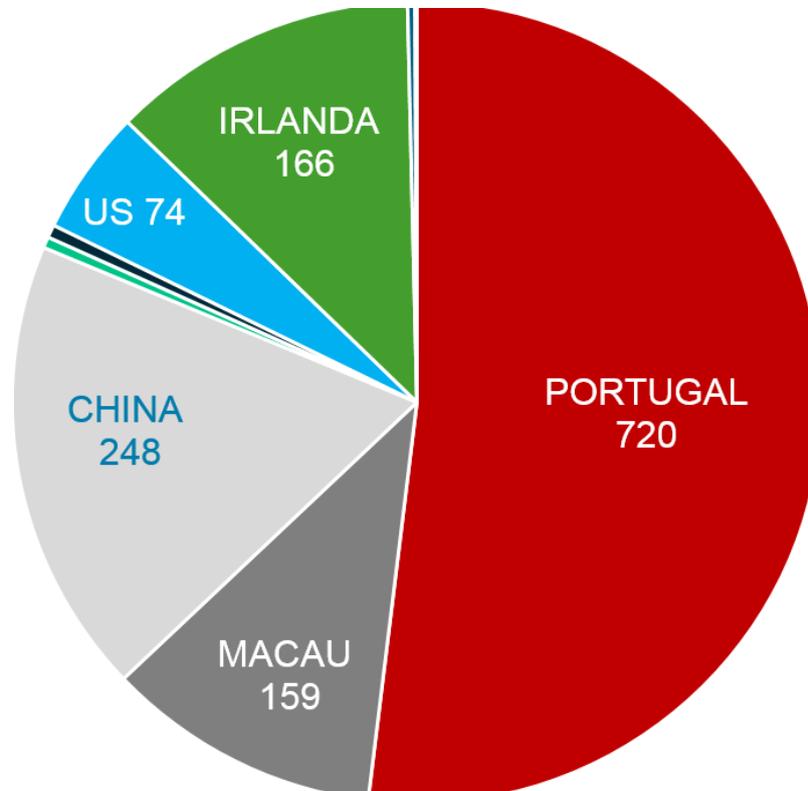
- **Serviços de Produção** – Princípio Ativo, Engenharia de Partícula e Produto Formulado;
- **Genéricos** – Antibióticos, Córtico (esteroides e agentes de contraste);
- **Licenciamento** – TwinCaps, PowdAir e Medicamentos



Figura 2 – Unidade Fabril de Síntese Química da Hovione na Irlanda

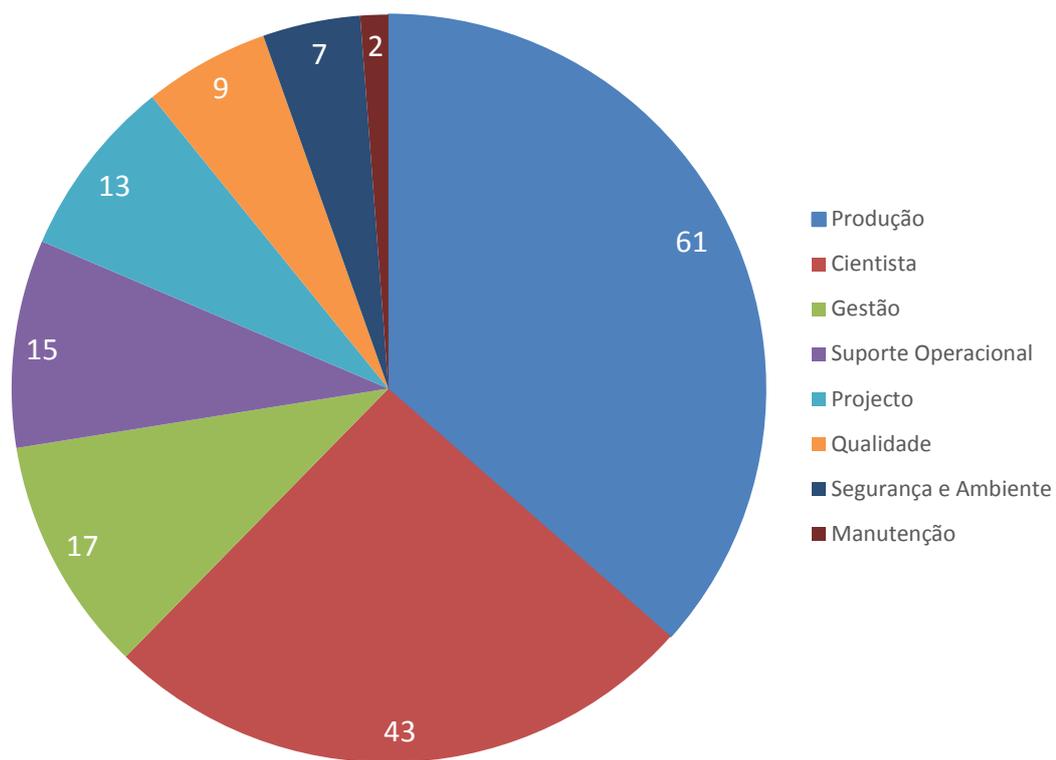
## Os Engenheiros Químicos na Hovione

Os colaboradores da Hovione dividem-se pelas diversas instalações da empresa da seguinte forma.



**Figura 3** – Distribuição de Colaboradores pelos Diversos Países onde existem Unidades da Hovione

Em Portugal, dos 720 colaboradores da Hovione, 167 têm formação superior em Engenharia Química o que corresponde a cerca de  $\frac{1}{4}$ . A distribuição por áreas é traduzida na figura 4.



**Figura 4** – Distribuição de Colaboradores pelos Diversos Países onde existem Unidades da Hovione

Por análise da figura 4, podem ser observadas as diversas áreas de intervenção do Engenheiro Químico numa empresa de referência no sector farmacêutico. Assim, cerca de 37% encontram-se dedicados às atividades de produção e ~26% estão a trabalhar na investigação e desenvolvimento de produtos. A diversidade de áreas apresentadas na figura 4 permite também verificar a multidisciplinaridade, polivalência e versatilidade do Engenheiro Químico até mesmo dentro de uma empresa de Indústria Química.

# Permafrost num Ártico em Mudança

João Canário<sup>1</sup> e Gonçalo Vieira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Química Estrutural & Departamento de Engenharia Química, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1, Lisboa.

<sup>2</sup>Centro de Estudos Geográficos, IGOT, Universidade de Lisboa, Rua Branca Edmée Marques, 1600-276 Lisboa.

O Ártico ou Região Ártica, que ocupa uma área com aproximadamente 21 milhões de quilômetros quadrados, é geralmente definido como aquele onde a temperatura média do mês mais quente é inferior a 10 °C [1]. A outra definição aponta o Ártico como sendo aquela zona circunscrita pelo Círculo Polar Ártico (Latitude: 66° 33' 44" N), e contendo o Oceano Ártico e o Pólo Norte [1].

Ao contrário da Antártida que é um continente rodeado de oceano, o Ártico é um oceano amplamente gelado rodeado de 3 continentes. Esta diferença é fundamental para se perceber, por exemplo, porque é que a Antártida é mais fria que o Ártico embora ambas as regiões sejam consideradas, como sabido, Regiões Polares.

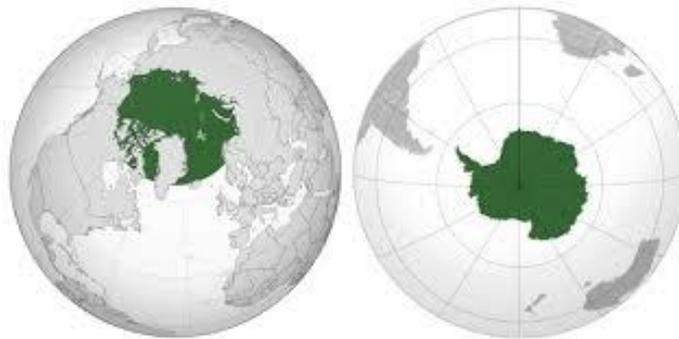


Figura 1 - Ártico (esquerda) e Antártida (Fonte: Australia's Science Channel)

As Regiões Polares são consideradas o ar condicionado do planeta. Estas regiões influenciam a distribuição de importantes correntes oceânicas e, sobretudo, o clima global. Desta forma, alterações nas regiões polares produzem efeitos climáticos à escala global.

Devido a serem frias, onde a neve e o gelo dominam a dinâmica ambiental, as Regiões Polares estão mais suscetíveis aos aumentos de temperatura que se tem registados nas últimas décadas.

Entre os efeitos que este aumento de temperatura tem provocado no Ártico destacam-se, entre outros, a diminuição da área e da espessura do gelo marinho, a fusão dos calotes de gelo em particular

na Gronelândia, o aumento do caudal dos rios e consequente erosão costeira e a fusão e degradação do permafrost.

O permafrost, ou solo permanentemente gelado, é definido como solo, sedimento ou rocha que se encontra a uma temperatura inferior a 0°C, pelo menos durante dois anos consecutivos [2].

A parte superficial do solo acima do permafrost, chama-se a camada ativa, que descongela no verão e congela no inverno. A espessura desta camada ativa depende de muitos fatores, entre os quais as características termo-físicas do solo, incluindo o seu teor em água/gelo, a topografia, a temperatura do ar ou a existência de neve ou de vegetação na superfície.

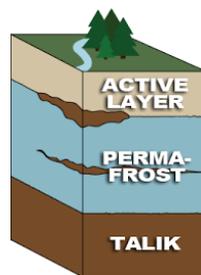


Figura 2 - Estrutura do permafrost (Fonte: [weatherunderground.com](http://weatherunderground.com))

O permafrost pode ser encontrado no Ártico, na Antártida e também em zonas de montanha nas latitudes médias, como os Alpes, ou mesmo nas altas montanhas subtropicais. Interessante, é o facto da composição do permafrost diferir entre as regiões polares: enquanto no Ártico o permafrost é geralmente extremamente rico em matéria orgânica, na Antártica o permafrost é muito pobre e essencialmente mineral. Este fator, que parece irrelevante é na verdade fundamental porque se considera que as alterações ao permafrost do Ártico poderão ser um importante fator na aceleração do aquecimento global. Na verdade, algum do carbono armazenado nesse solo esteve “congelado” por milhares de anos e com o aumento de temperatura começou a estar disponível para ser degradado pelas bactérias.

A fusão e degradação do permafrost produz uma serie de efeitos nefastos na tundra. Altera a paisagem e promove a erosão dos terrenos com consequências socioeconómicas muito relevantes. No entanto, uma das formas mais interessantes, do ponto de vista científico, é a formação dos lagos de termocarso. Estes lagos formam-se quando o gelo do solo funde e o terreno acaba por abater formando-se um lago, que consequentemente, como foi dito anteriormente, pode ser muito rico em matéria orgânica.



Figura 3 - Formação dos lagos de termocarso [3]

Ficando este material orgânico disponível, começa com o festim bacteriano que ao consumir este material, começa a libertar metano e dióxido de carbono para a atmosfera, gases estes, com efeito de estufa. E assim se inicia um “ciclo vicioso”: mais gases com efeito de estufa, aumento de temperatura, mais degradação do permafrost, maior formação de lagos, mais libertação de gases com efeito de estufa, etc. Por estas razões, a química dos lagos de termocarso é extremamente importante, quer a nível local, quer a nível global.

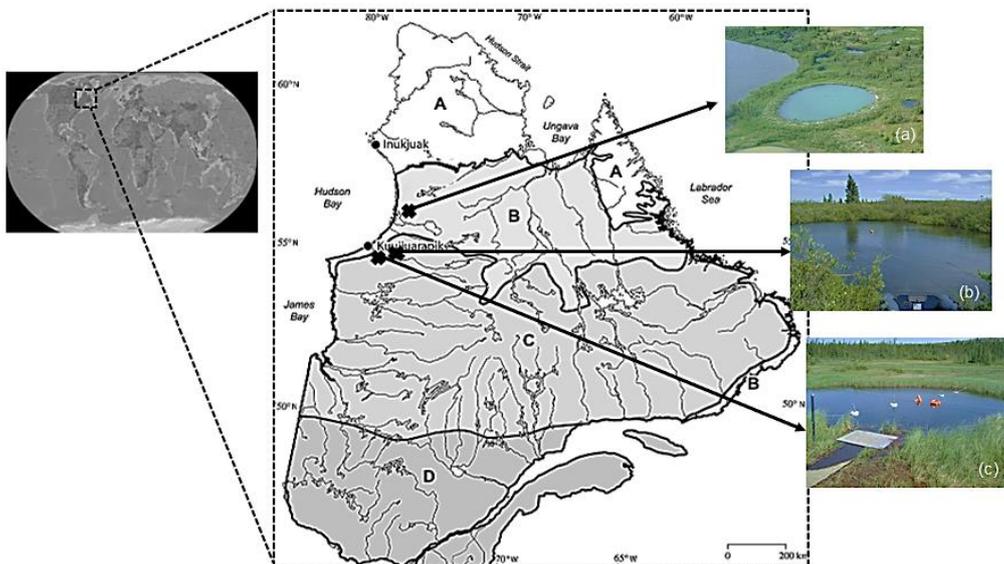


Figura 4 - Lagos de termocarso estudados por equipas portuguesas no norte do Quebec (Canadá).

Como foi explicado anteriormente a química dos lagos de termocarso gira à volta da química da degradação da matéria orgânica. Durante a sua degradação, para além da emissão de gases com efeito de estufa, a acidez da água dos lagos pode aumentar consideravelmente acompanhada por uma diminuição significativa da quantidade de oxigénio dissolvido, criando um ambiente anaeróbico. Este

ambiente redutor é ainda mais pronunciado no inverno quando a camada de gelo e neve impedem que o oxigênio atmosférico se dissolva na água.

As transições entre ambientes ricos e pobres em oxigênio podem ocorrer numa coluna de água de apenas 1.5 m, o que do ponto de vista químico é um laboratório perfeito para se estudar de que forma é que as transições entre ambientes num mesmo sistema pode influenciar a química de, por exemplo, metais dissolvidos na água. Com bases nestes estudos podemos ainda prever se um lago irá emitir dióxido de carbono ou metano (muito pior para o efeito de estufa) para a atmosfera.

A figura 5 mostra um modelo da química destes lagos e a forma de como a matéria orgânica afeta a química de outros metais (Me). Embora pareça um esquema complicado é na verdade muito simples.

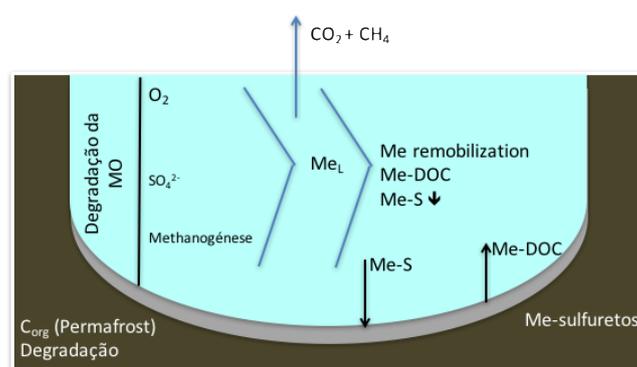


Figura 5 – Química de metais nos lagos de termocarso

Para além deste aspeto, o estudo da química destes lagos é de grande importância pois a sua água acaba por drenar para os rios e outros sistemas aquáticos arrastando consigo toda “a sopa” de matéria orgânica e metais, podendo conduzir à perda de qualidade das águas fluviais e costeiras e consequentemente produzindo fenómenos de poluição de origem natural.

Assim, as alterações climáticas têm conduzindo a efeitos nefastos no ambiente muito para além do aumento da temperatura. O efeito sentido no permafrost é muito mais do que a simples degradação do solo e da paisagem. Desta forma, é importante o seu estudo e fundamentalmente criar modelos que permitam prever os seus efeitos, quer a nível dos ecossistemas do Ártico quer a nível global. Neste aspeto, a química e fundamentalmente a química ambiental está a ser uma ferramenta essencial para conhecer e quantificar a dimensão deste fenómeno.

## Referências

- [1] International Arctic Science Committee webpage. <http://iasc.info>
- [2] International Permafrost Association webpage: <http://ipa.arcticportal.org>
- [3] Calmels, F., Allard, M., Delisle, G., 2008. Development and decay of a lithalsa in Northern Québec: A geomorphological history. *Geomorphology*, 97(3-4), 87-299.

# O Mundo dos Cosméticos

Carolina Caldeira Marques

Lecifarma, Loures

## Definição e Enquadramento Regulamentar

Um produto cosmético é definido como qualquer substância ou mistura destinada a ser posta em contacto com as partes externas do corpo humano (epiderme, sistemas piloso e capilar, unhas, lábios e órgãos genitais externos) ou com os dentes e as mucosas bucais, tendo em vista, exclusiva ou principalmente, limpá-los, perfumá-los, modificar-lhes o aspeto, protegê-los, mantê-los em bom estado ou corrigir os odores corporais [1]. Trata-se, assim, de uma definição cumulativa, que conjuga a zona de aplicação com a função do produto.

Os cosméticos abrangem um espectro muito amplo de produtos em várias categorias, englobando os produtos de higiene corporal, como sabonetes, geles de banho, champôs, desodorizantes, pastas dentífricas, e os produtos de beleza, como tintas capilares, vernizes e maquilhagem [2].



Figura 1 – Diferentes categorias de produtos cosméticos

Em Portugal, a Autoridade responsável pela regulação dos produtos cosméticos e de higiene corporal (PCHC) é o Infarmed (Autoridade Nacional dos Medicamentos e Produtos de Saúde, I.P). É a este Autoridade que compete verificar o cumprimento da legislação atual, através da vigilância do mercado, da realização de inspeções de controlo aos fabricantes / fornecedores e da análise das notificações efetuadas no portal CPNP (*Cosmetic Products Notification Portal*) [3]. Assim, o Infarmed tem por missão regular e supervisionar o mercado dos produtos cosméticos segundo os mais elevados

padrões de proteção da saúde pública, garantindo o acesso dos profissionais de saúde, dos utilizadores profissionais e dos consumidores a produtos cosméticos de qualidade e seguros [2].

De modo a introduzir um novo PCHC no mercado, é necessária a elaboração de um PIF (*Product Information File*). Este consiste num *dossier* que reúne toda a informação técnica respeitante ao produto cosmético. Trata-se de um documento obrigatório, de carácter dinâmico que deve ser mantido actualizado pela Pessoa Responsável, e guardado num lugar seguro durante no mínimo 10 anos após o último lote do PCHC ter sido colocado no mercado. Pode ser solicitado pelas Autoridades Competentes, devendo ser rapidamente disponibilizado.

O PIF é habitualmente estruturado em quatro categorias principais:

- Descrição do produto cosmético;
- Relatório de segurança do PCHC;
- Descrição do método de fabrico e prova de cumprimento com as BPF (Boas práticas de fabrico);
- Comprovativo dos efeitos alegados.

Um ponto de extrema importância num produto cosmético é a sua rotulagem, uma vez que se trata, muitas vezes, da única fonte de informação sobre o produto. Esta deverá ser clara e acessível para todos os consumidores, no idioma oficial do país onde é comercializado. Assim, são obrigatórias as seguintes menções:

- Nome Comercial completo do Produto (incluindo a Marca e a Função);
- Nome e endereço da Pessoa Responsável estabelecida na EU;
- Conteúdo Nominal, em peso ou volume;
- Durabilidade;
- Número de lote de fabrico;
- País de origem, no caso de produtos importados;
- Precauções Especiais;
- Lista de Ingredientes.

Para além das menções obrigatórias, existem também proibições no que diz respeito à rotulagem de produtos cosméticos, como, por exemplo, a menção a indicações terapêuticas ou atividade biocida, uma vez que os produtos cosméticos não podem possuir estas propriedades.

Também a publicidade a produtos cosméticos é alvo de regulamentação. Assim, as referências publicitárias não podem ser suscetíveis de induzir o consumidor em erro sobre a função do produto cosmético ou sobre as suas características.

## Cosmetovigilância

Quando aplicados em condições normais ou razoavelmente previsíveis de utilização, os cosméticos não devem prejudicar a saúde humana. No entanto, caso ocorra algum efeito indesejável após a aplicação de um produto cosmético, é essencial a sua notificação ao Infarmed, para que esta informação seja processada e se tomem as medidas necessárias à proteção da segurança dos consumidores.



Figura 2 – Reação alérgica à aplicação de um produto cosmético

## Indústria Cosmética

Todos nós, no nosso dia-a-dia, utilizamos produtos cosméticos, quase sem nos apercebermos. Desde a pasta de dentes, o creme facial, até ao gel de banho e champô utilizados no banho, são cosméticos que fazem parte de uma lista de inúmeros produtos que utilizamos na nossa rotina diária.

A distribuição dos produtos cosméticos é realizada maioritariamente através dos canais farmácia, grandes superfícies e parafarmácias/espços saúde. No entanto, existem alguns produtos cosméticos de uso exclusivo em consultório médico que são vendidos apenas directamente aos profissionais de saúde, nomeadamente os peelings químicos e outros produtos cosméticos acessórios a técnicas dermatológicas, como o laser, o IPL, a microdermoabrasão, etc. [5].

Os maiores mercados nacionais de produtos cosméticos e de cuidados pessoais na Europa são a Alemanha (13 mil milhões de euros), o Reino Unido (12,5 mil milhões de euros), a França (11,3 mil milhões de euros) e a Itália (9,7 mil milhões de euros) [5].

A indústria de cosméticos e cuidados pessoais traz, anualmente, pelo menos € 29 bilhões em valor agregado para a economia europeia. Assim, esta indústria apoia pelo menos 2 milhões de postos de trabalho [5].



Figura 3 – Postos de trabalho gerados pela indústria dos cosméticos na Europa

As seguintes categorias de produtos detêm a maior parte do mercado europeu: cuidados com a pele e produtos de higiene pessoal (19,9 mil milhões de euros), produtos para o cabelo (15 mil milhões de euros), perfumes (12,1 mil milhões de euros) e cosméticos decorativos (10,7 mil milhões de euros) [5]. A indústria de cosméticos e cuidados pessoais é um sector altamente inovador e orientado para a ciência, que faz grandes investimentos em R&D (*Research and Development*) [5].

### Conclusões e Desafios Futuros

Uma vez que há, cada vez mais, exigências de qualidade, segurança e eficácia deste tipo de produtos, têm sido feitas, nos últimos anos, muitas alterações ao enquadramento regulamentar dos PCHC. Há ainda, no entanto, muitas alterações a fazer, uma vez que os avanços tecnológicos permitem cada vez mais a produção de produtos cosméticos mais eficazes, com ingredientes com partículas de menor tamanho, que atingem a derme e a hipoderme, o que contradiz a definição atual de PCHC. Assim, são urgentes estas alterações regulamentares, de forma que a legislação possa acompanhar o rápido desenvolvimento tecnológico.

### Definições:

Pessoa Responsável: Entidade à qual é imputada a responsabilidade por tudo o que diga respeito ao produto cosmético dentro da UE. Pode ser o Fabricante, o Importador, caso a origem do produto seja externa à UE, o Distribuidor, caso este altere a rotulagem do produto (exclui a tradução) ou o mandatário, devidamente autorizado pelo Fabricante, para o efeito.

### Referências:

- [1] Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia. (2009). Regulamento (CE) N°1223/2009 Do Parlamento Europeu e do Conselho. *Jornal Oficial Da União Europeia*, 59–209.
- [2] Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde I.P. (2016). *Cosméticos*. Consultado a 08 de fevereiro de 2017, disponível em: <http://www.infarmed.pt/portal/page/portal/INFARMED/COSMETICOS>

- [3] European Comission. (2017). Cosmetic Product Notification Portal. Consultado a 07 de fevereiro de 2017, disponível em: [https://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/cnpn\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/cnpn_en)
- [4] Santos, A. L. R. (2013). *Produtos Cosméticos e de Higiene Corporal - Enquadramento Regulamentar*.
- [5] Cosmetics Europe. (2017). Cosmetics Industry. Consultado a 05 de fevereiro de 2017, disponível em: <https://www.cosmeticseurope.eu/cosmetics-industry/>

# Um Dia na Vida de um Eng.º de Materiais

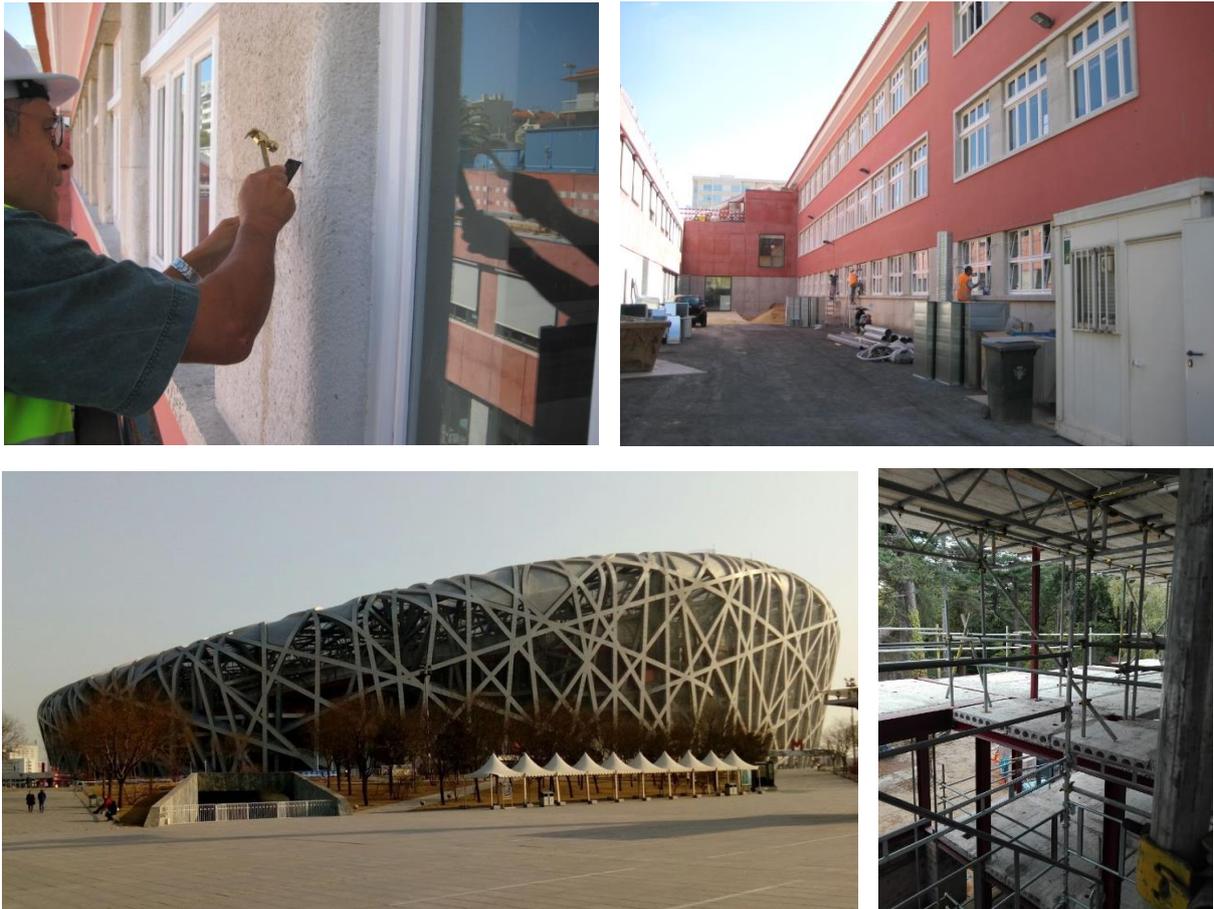
Vera Pires

Frontwave, Engenharia e Consultadoria SA, Borba.

O primeiro desafio de um engenheiro de materiais é explicar aos outros o que ele faz no dia-a-dia e o que é afinal a engenharia de materiais. Essa tarefa não é nada fácil, considerando que tudo o que conhecemos é feito nalgum material. Veja-se por exemplo a quantidade de diferentes materiais de é feito um carro ou uma bicicleta: materiais poliméricos - pneus, rodas, tablier, interiores; materiais metálicos - carroçaria, jantes, motor ou quadro; materiais vítreos - vidros; materiais têxteis ou sintéticos: estofos; materiais inorgânicos - tintas e vernizes. O mesmo exemplo pode ser aplicado à enorme quantidade de materiais que constitui uma casa: desde as fundações em aço (material metálico) até aos acabamentos em pedra (material natural, ladrilhos cerâmicos, janelas de vidro, caixilhos de alumínio) [1].



**Figura 1** - Exemplos de aplicação de materiais poliméricos, metálicos e compósitos em meios de transporte comuns como as bicicletas e os automóveis.



**Figura 2** - Exemplos de aplicação de materiais diversos na arquitectura e na construção: Tintas aplicadas como revestimentos; vidros nas janelas; materiais cerâmicos nos tijolos; materiais metálicos aplicados como revestimento e materiais metálicos como estrutura de uma futura habitação.

A Ciência e a Engenharia de Materiais apresenta um campo muito vasto com bases de química, física e ciência de engenharia. Esta área está relacionada com o design, produção e utilização de todas as classes de materiais (metais, cerâmicos, semicondutores, polímeros e compósitos), e com factores condicionantes da sua utilização como factores energéticos, ambientais, económicos e inerentes à produção. A Ciência e a Engenharia de Materiais é uma área crítica no bem-estar económico e ambiental da sociedade.

Os Engenheiros de Materiais têm normalmente grande facilidade de integração no mercado de trabalho, tendo em conta a diversidade do curso em áreas muito diversificadas de desenvolvimento, investigação e produção, em que se incluem empresas de certificação e garantia da qualidade, produção de produtos e equipamentos, avaliação de projectos, laboratórios de controlo de qualidade em empresas. De engenheiro de materiais espera-se não só que, perante um determinado problema de engenharia, faça uma análise macro tendo em conta os vários materiais intervenientes mas que também conheça as propriedades micro que podem ter influencia que na cause quer na solução do

problema. Nas figuras em baixo ilustram-se vários exemplos práticos de actividades diárias possíveis de um engenheiro de materiais: Controlo de qualidade numa fábrica, realização de ensaios em laboratório para avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos materiais, acompanhamento e validação de soluções numa obra, inspecções e avaliações sobre o comportamento dos materiais [1,2].



**Figura 3** - Exemplos de actividades diárias possíveis de um engenheiro de materiais: Controlo de qualidade numa fábrica, realização de ensaios em laboratório para avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos materiais, acompanhamento e validação de soluções numa obra, inspecções e avaliações sobre o comportamento dos materiais.

O engenheiro de materiais pode ser descrito como um profissional que faz engenharia de micro escala, ou seja, conhece, introduz, reduz, altera a presença de fases, componentes ou defeitos num material, modificando deste modo as suas propriedades. Assim, através de diferentes condições de fabrico ou de diferentes composições químicas para produzir um determinado material, o engenheiro de materiais consegue fazer combinações mais adequadas a cada aplicação. Um exemplo muito claro ocorre na produção de materiais cerâmicos: Se o objetivo é uma maior resistência mecânica, produz-se um material com reduzida porosidade (que são vazios no interior do material), enquanto se o objetivo for diminuir o peso do componente, a introdução desses vazios torna-se uma opção muito interessante.

No entanto, nem todos os materiais permitem igual nível de alteração. Alguns materiais naturais como a pedra ou madeira podem apenas sofrer acabamentos superficiais ou tratamentos superficiais que os tornem mais resistentes a alguns agentes como a água, humidade, pragas, entre outros.

De um modo simplificado é possível dizer que, a engenharia de materiais funciona baseada num tetraedro, em que um dos vértices é a estrutura e a composição química do material e os demais são a aplicação, o método de fabrico e as propriedades do mesmo.

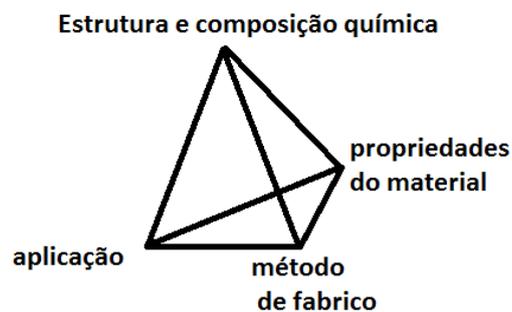


Figura 4 - A engenharia de materiais explicada num tetraedro.

A ideia do tetraedro é precisamente para mostrar como todos estes fatores se relacionam uns com os outros: para escolher um material para determinada aplicação (com determinadas exigências), é necessário que o material possua algumas características específicas. Para se obterem e se conhecerem as características do material, o material precisa estar organizado de determinada maneira em termos de estrutura, o que se consegue produzindo-o por uma determinada forma. Para outra aplicação, são necessárias outras propriedades, outra estrutura e portanto outro método de fabrico. E assim, com tudo isto em mente, o engenheiro de materiais trabalha com o objetivo de desenvolver materiais mais otimizados e ajustados para uma determinada aplicação ou na seleção de materiais já existentes para aquela aplicação em específico.

No entanto, nem sempre os métodos de produção vão resolver todos os problemas existentes na vida de um engenheiro de materiais, pode ser necessário modificar a composição química do material ou mesmo misturar mais dois materiais diferentes (materiais compósitos) [1].

De um modo genérico, podemos dividir os materiais nos seguintes grupos: metálicos, poliméricos e cerâmicos, compósitos e materiais naturais ou biomateriais cada qual com suas vantagens e desvantagens. Por exemplo: os materiais metálicos normalmente são os melhores condutores de eletricidade, mas são sensíveis à corrosão (a conhecida ferrugem no caso do ferro e dos aços). Os materiais cerâmicos, são muito resistentes a temperaturas elevadas, mas normalmente são pouco resistentes a impacto e são frágeis. Os polímeros são extremamente leves, mas não suportam temperaturas muito elevadas. Assim, para determinadas aplicações, é importante uma combinação de propriedades que não existe num único tipo de material, fazendo com que seja necessário juntá-los e com isso formar um material que designamos de compósito.



**Figura 5** - Dois exemplos de materiais compósitos: materiais compósitos de matriz polimérica para pisos e materiais compósitos laminares para revestimentos e pavimentos.

De uma forma muito resumida este é o mundo da engenharia de materiais. Há muitos engenheiros de materiais em empresas que desenvolvem polímeros, cerâmicos, ligas metálicas, aperfeiçoando esses materiais, tornando-os mais económicos e sustentáveis, e trabalhando no controlo de qualidade,

entre outros. No entanto, o mercado de trabalho não se restringe apenas às indústrias mencionadas. Muitos engenheiros utilizam o conhecimento que possuem na área para prestar consultoria e resolver problemas, outros optam por atuar na área de peritagem e inspeções, investigando falhas, anomalias, patologias e investigando as causas para os mesmos através de uma análise de falhas do material. Mesmo que muitas pessoas ainda desconheçam a engenharia de materiais, ela está inevitavelmente presente no nosso dia-a-dia. Poderíamos passar o dia inteiro a mostrar vários exemplos e aplicações onde a engenharia de materiais está presentes, mas vale lembrar que até em um garfo ou o chão que pisamos poderá ter sido desenvolvido nalguma etapa por um engenheiro de materiais. A engenharia de materiais está por trás dos objetos mais simples que temos em casa e existirá alguém que estudou e desenvolveu para que esses objetos existam, esse alguém é o engenheiro de materiais!

### Bibliografia

- [1] Smith, William F.; Principles of Materials Science and Engineering (Mcgraw Hill Series in Materials Science and Engineering), Mcgraw Hill.
- [2] <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/lemat>

# Conversas à Volta de um Filme

A visita aos [Laboratórios Abertos 2017 Júnior](#) vai iniciar-se com um conjunto de conversas em torno de filmes que pretendem demonstrar a importância da química, da engenharia química e da engenharia de materiais na nossa vida do dia-a-dia

O primeiro filme em discussão foi realizado pela Federchimica, uma associação das indústrias químicas em Itália, e que tem precisamente o título “Viver Sem Química”.

Depois deste, será visionado um Ted Ed, da autoria de Emma Bryce, sobre O Destino de Três Garrafas de Plástico. Vamos olhar para um aspeto específico do impacto da indústria química no nosso dia-a-dia e, mais do que isso, o impacto que a utilização, que os seres humanos dão a esses produtos da indústria química, tem no meio ambiente e como as disciplinas que estamos a apresentar podem ajudar a resolver os problemas que são criados.

Contamos com a participação de todos os presentes para a discussão destes importantes temas para a atualidade.

## Viver Sem Química

M. Abrantes<sup>a</sup>, F. Lemos<sup>b</sup>, M.A.N.D.A. Lemos<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Gabinete de Relações Internacionais, <sup>b</sup>CERENA

Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

O filme realizado pela Federchimica Italiana, põe a pergunta se “É Possível Viver Sem Química?”, e depois de o vermos podemos concluir que a Química no seu sentido mais lato, abrangendo a Engenharia Química e a Engenharia de Materiais, está presente praticamente em todos os objetos que utilizamos no nosso dia-a-dia.

No filme aparecem inúmeros exemplos do que aconteceria na nossa vida se os produtos da indústria química não existissem:

- Os medicamentos, que são na sua maior parte fabricados por reações de síntese química, descobertas por químicos orgânicos e passadas à escala de produção por engenheiros químicos;
- Os alimentos que são processados e embalados por processos da engenharia química, biológica e de materiais;
- As embalagens produzidas por reações químicas que são desenhadas por Químicos e Engenheiros Químicos, obedecendo a requisitos estritos de resistência que são da responsabilidade de Engenheiros de Materiais.

Mas hoje queremos chamar a atenção para outra atividade dos Engenheiros destas áreas na nossa vida e que é muito menos visível e não está coberta neste filme – a resolução de problemas ambientais originados pela utilização que a Humanidade dá aos produtos que a indústria química põe ao seu dispor.



Figura 1 – Garrafas de plástico (imagem de <https://www.theodysseyonline.com/problem-plastic-water-bottles>).

# A Vida Secreta dos Plásticos

M. Abrantes<sup>a</sup>, F. Lemos<sup>b</sup>, M.A.N.D.A. Lemos<sup>b</sup>

Com a colaboração de Dulce Belo<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Gabinete de Relações Internacionais, <sup>b</sup>CERENA, <sup>c</sup>C<sup>2</sup>TN

Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

A nossa viagem pelo mundo da química segue a vida secreta de uma garrafa de plástico, após ter contido água, um refrigerante, etc.

Os plásticos assumiram um papel muito relevante na nossa vida quotidiana quotidiana porque têm várias propriedades uteis, tais como:

- ✓ Ser leve
- ✓ Ser resistente
- ✓ Ter uma grande durabilidade
- ✓ Ser barato
- ✓ Ser moldável
- ✓ Ser um isolante

Foi a indústria química e depois a indústria alimentar que a fez chegar às mãos de quem a utilizou, mas a vida desta garrafa não termina depois do seu conteúdo ter sido consumido. Podemos mesmo dizer que é nessa altura que começa a sua vida mais longa; os plásticos que servem de embalagem a produtos alimentares têm, na realidade, uma vida útil relativamente curta – desde a embalagem até ao seu consumo. Na verdade, a sua vida mais longa pode começar precisamente no momento em que o produto alimentar que continha for consumido e a embalagem, por exemplo uma garrafa de água, se transforma oficialmente num resíduo (sim, há uma definição oficial para um resíduo!).

Evidentemente, o utilizador deixa de ter interesse na garrafa assim que a deitou fora mas, na realidade, o impacto da ação que for realizada no momento em que a garrafa é deitada fora é muito grande e pode afetar não só quem a deitou fora, mas toda a humanidade.

Os problemas que podem surgir com uma garrafa de plástico, na realidade com todos os plásticos que são convertidos em resíduos, estão intimamente ligados a algumas das propriedades que os tornam materiais com tão grande utilidade:

- ✗ Ser leve
- ✗ Ser resistente
- ✗ Ter uma grande durabilidade

Para a sua utilização inicial é importante que o plástico seja leve, isso contribui para que o nosso telemóvel ou recipiente em que transportamos a água sejam leves, mas isso acarreta um conjunto de problemas ao chamado “plástico em fim de vida”. Por um lado, o ser leve implica que o seu transporte ocupa muito volume, o que o torna mais dispendioso. Por outro lado, se for deixado na Natureza será facilmente transportado para longe pelo vento (quantas vezes vemos sacos de plástico a “voar ao vento”) ou pela água, onde flutua.

No filme vamos ver que esta sua propriedade é responsável pelo facto dos plásticos que são utilizados por todo o mundo se irem acumulando nos chamados “giros oceânicos”, enormes vórtices gerados pelas correntes marítimas e que existem em todos os oceanos do planeta, como se encontra representado na figura 1.

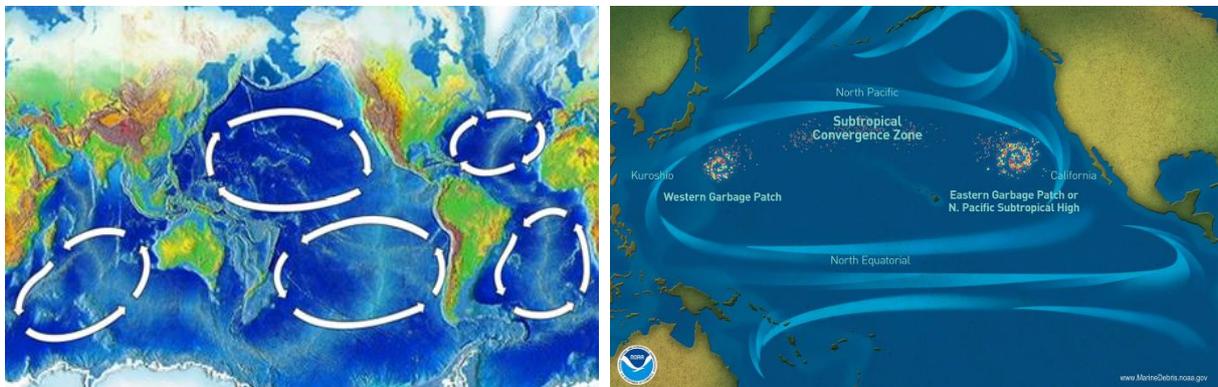


Figura 1 – Representação dos Giros Oceânicos gerados pelas correntes marítimas em todos os oceanos do planeta (imagens de <https://sites.google.com/site/correnteoceânica/home/giros-oceânicos> e <https://marinedebris.noaa.gov/info/patch.html>).

A estas acumulações de lixo no oceano chamam-se as “Grandes Manchas de Lixo” ou “Grandes Ilhas de Lixo” e correspondem a enormes acumulações claramente visíveis, como representado na figura 2.



Figura 2 – Manchas de lixo no Oceano Pacífico (à esquerda) e no Oceano Atlântico (à direita) (imagens de <http://www.yalescientific.org/2013/12/mythbuster-the-truth-about-the-great-pacific-garbage-patch/> e <http://planetsave.com/2010/04/16/second-garbage-patch-confirmed-in-atlantic-ocean/>).

Outras das suas propriedades, que é de enorme importância para a sua utilização prática - a sua enorme resistência e durabilidade - é também responsável pelos problemas que o plástico provoca em fim de vida. Esta importante propriedade faz com que, quer nos oceanos, quer nos aterros, os plásticos se degradem somente de forma muito lenta, pelo que a contaminação provocada pelos plásticos se mantém durante longos períodos de tempo. Nos oceanos, esta propriedade provoca a sua acumulação e nos aterros causa uma ocupação grande do espaço e durante muito tempo.

Os plásticos são na realidade muito resistentes e, por exemplo, bonecos de borracha que caíram ao Oceano Pacífico num “derrame” em 1992 ainda apareceram em boas condições em 2011 em praias da Inglaterra. No entanto, os plásticos no oceano, apesar de não se degradarem quimicamente acabam por se fragmentar em milhões de pedacinhos, os chamados micro-plásticos, com consequências ainda mais nocivas para o meio ambiente; como vimos no filme, estes pequenos fragmentos de plástico são confundidos com comida por animais marinhos que os ingerem com consequências graves para o seu bem-estar e sobrevivência.

O que podemos, então, fazer?

As alternativas são muitas. Para além da redução do consumo, que é a primeira linha de combate a este tipo de poluição, há que ter cuidado com a utilização destes materiais, como de muitos outros.

O plástico, em boas condições, deve ser reutilizado, sempre que possível e quando atingir o seu limite de utilidade deve ser enviado para reciclagem.

A indústria química tem atualmente um conjunto alargado de ferramentas que lhe permite lidar com todo o plástico em fim de vida. Estas ferramentas vão da *reciclagem mecânica*, em que os plásticos podem ser fundidos sem degradação (os chamados termoplásticos) e são recuperados para a fabricação de novos produtos.



Figura 3 – Produtos fabricados a partir de plástico reciclado (imagens de <http://www.recycledplasticbuildingmaterials.co.uk/> e <https://pt.pinterest.com/tedpate/recycled-plastic-products/>).

As garrafas de plástico em fim de vida são frequentemente recicladas para a produção de produtos tão variados como fibras para roupas ou madeira sintética para mobiliário, em particular para mobiliário de exterior (ver figura 3).

Mas, se nos lembrarmos que os plásticos têm origem no petróleo, temos uma nova gama de opções que nos estão acessíveis, através da *reciclagem química*. Através de processos térmicos e/ou catalíticos é possível decompor os plásticos por forma a obter compostos químicos que podem ser novamente utilizados pela indústria química para produzir novos produtos. Estes compostos químicos podem ser a “simples” recuperação dos monómeros que compunham o plástico (o que se pode designar por despolimerização) ou a obtenção de outros produtos químicos que podem ser utilizados para fins diferentes. Um exemplo claro deste último é a *reciclagem química* de polietileno ou polipropileno, os plásticos mais comuns no consumo, que podem ser utilizados para produzir combustíveis líquidos como gasolina ou gasóleo (ver figura 4).



Figura 4 – Combustíveis líquidos obtidos a partir de resíduos plásticos (imagens de <http://www.recyclinginternational.com/recycling-news/10006/plastic-and-rubber/global/multi-million-dollar-growth-recycled-plastics-amp-plastic-oil-market>).

Também temos que ter em conta que nem sempre é possível recuperar os plásticos em fim de vida em condições adequadas para a sua recuperação por reciclagem quer mecânica quer química. Os plásticos estão frequentemente muito contaminados com outras substâncias (por exemplo os plásticos que são utilizados como contentores de lixo doméstico). Neste caso, há ainda uma última linha de tratamento que pode ser utilizada – a recuperação energética. Também, para esta via há diversas opções, que caem fora do âmbito desta “conversa”, mas a mais comum atualmente é a incineração em centrais térmicas para produzir energia elétrica e calor. Na Europa, incluindo em Portugal, existem inúmeras unidades a utilizar resíduos para produção de energia, como se vê no pequeno filme da Confederation of European Waste-to-Energy Plants que se pode encontrar em [http://www.cewep.eu/information/whatiswastetoenergy/filmalittlelight/782.A\\_Little\\_Light\\_-\\_Portuguese\\_version.html](http://www.cewep.eu/information/whatiswastetoenergy/filmalittlelight/782.A_Little_Light_-_Portuguese_version.html).

# Experiências no Laboratório

Para ilustrar a importância central da Química e das Ciências de Materiais na compreensão do nosso Mundo e como a sua aplicação, sob a forma de Engenharia Química e Engenharia de Materiais, são fulcrais para a Economia e o Bem-Estar da Humanidade, apresentámos um conjunto de experiências interativas em que os nossos visitantes puderam participar.

Esperamos que este conjunto de experiências, desenhados por professores, investigadores e alunos do Técnico tenham conseguido transmitir uma imagem de como estas disciplinas são apelativas, constituem uma excelente opção de carreira para os jovens e desempenham um importante papel no bem-estar de que gozamos em termos saúde, mobilidade e conforto.

# Química Orgânica ao vivo e a cores

Dulce Simão

Centro de Química Estrutural, *Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.*

A Química Orgânica é a química dos compostos de carbono e é a base de toda a vida na terra. O átomo de carbono tem uma extraordinária capacidade de constituir cadeias mais ou menos longas e de simultaneamente estabelecer ligações com vários elementos, como o oxigénio, o enxofre, o azoto, o fósforo e os halogénios, entre outros dando origem a milhões de compostos. Os compostos orgânicos podem ser obtidos a partir de produtos naturais por extração, ou a partir de outros produtos químicos por reação, conhecida como síntese orgânica. Deste modo podem obter-se novas moléculas, úteis no desenvolvimento de novos materiais, fármacos e outras biologicamente activas. Muitos destes compostos podem apresentar aroma agradável, cores intensas ou emitirem luz e devido a essas propriedades têm aplicações específicas no nosso dia-a-dia. Nas seguintes experiências mostra-se como se isolam compostos orgânicos de produtos naturais e como se obtêm por transformação (reações), ilustrando alguns dos procedimentos habituais num laboratório de química orgânica. Mostram-se ainda alguns fenómenos que relacionam a química com a luz.

## Isolamento da carvona da hortelã

A hortelã verde (*Mentha spicata*) ou menta como é vulgarmente conhecida é uma das plantas aromáticas mais usadas no mundo como tempero em culinária e como aromatizante (Figura 1).



Figura 1 – Hortelã verde (*Mentha spicata*)

Remonta há muitos anos o uso medicinal e terapêutico desta planta. Além do uso das folhas frescas ou secas, também o seu óleo essencial é amplamente utilizado na indústria alimentar, farmacêutica, cosmética, perfumaria e aromaterapia<sup>1,2</sup> (Figura 2).



Figura 2 – Utilização da hortelã verde como aromatizante.

Este óleo contém 21 compostos orgânicos mas os principais responsáveis pelo aroma da hortelã verde, são: a carvona (73.29 %) e o d-limoneno (7.59 %) and di-hidrocarvona (3.83 %)<sup>3</sup> (Figura 3).

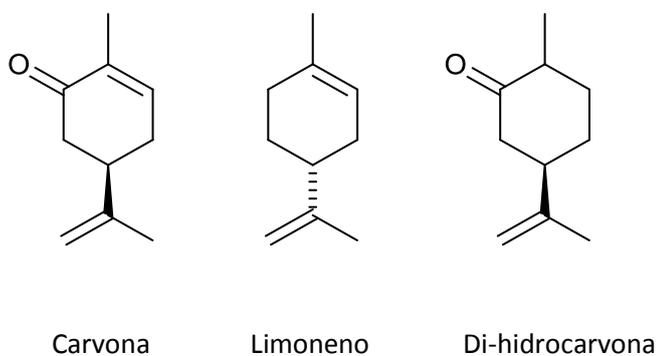


Figura 3 – Estruturas químicas de alguns dos compostos orgânicos presentes na hortelã verde.

Os teores destes e de outros compostos variam consoante as diferentes espécies de hortelã. O óleo de hortelã é obtido através de destilação por arrastamento de vapor<sup>3-6</sup>. Neste tipo de destilação produz-se vapor de água numa caldeira que depois é introduzido na montagem (Figura 4). Esta destilação só pode ser realizada quando os componentes que queremos isolar não são solúveis em água, neste caso os 3 compostos orgânicos referidos anteriormente e outros compostos em menor quantidade (óleo essencial)



Figura 4 - Destilação por arrastamento de vapor das folhas de hortelã verde.

O destilado (água e óleo essencial) é passado para uma ampola de decantação. Como a quantidade destes compostos existente na planta é relativamente pequena procede-se a uma extração líquido-líquido desta fase aquosa, adicionando um solvente orgânico (diclorometano) (Figura 5). Através de decantação separam-se os dois líquidos imiscíveis e com diferentes densidades.

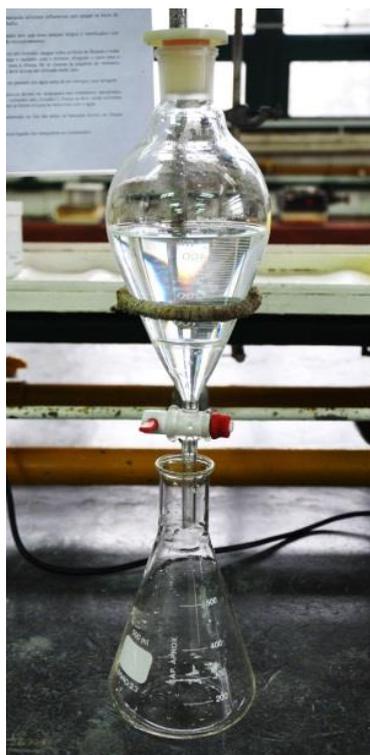


Figura 5 - Extração líquido-líquido com separação do óleo de hortelã em diclorometano (fase orgânica) da fase aquosa.

Para obter o óleo essencial de hortelã é ainda necessário separar o solvente por destilação a baixa pressão, recorrendo a um rotavapor ou evaporador rotativo (Figura 6).



Figura 6 – Destilação do diclorometano num rotavapor

O solvente é evaporado e condensa no refrigerante, sendo recolhido num balão. A baixa pressão diminui o ponto de ebulição e aumenta a rapidez de destilação. No final desta destilação obtém-se o óleo essencial de hortelã constituído principalmente por carvona.

## Referências

- 1 - <https://chempics.wordpress.com/2014/01/23/spearmint-mentha-spicata/> acedido em 14 Jan 2017
- 2 - <http://www.oleos essenciais.org/oleo-essencial-de-hortela-verde-mentha-spicata/> acedido em 14 Jan 2017
- 3 - J. U. Chowdhury, N. C. Nandi, M. U. e M. Rahman, *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.* 42(1), 79-82, 2007.
- 4 - <https://infohost.nmt.edu/~jaltig/SteamDistill.pdf> acedido em 14 Jan 2017
- 5 - <https://academic.macewan.ca/saberim/261exp8.pdf> acedido em 14 Jan 2017
- 6 - [http://www.ipharmsci.org/article/S0095-9553\(15\)33327-8/pdf](http://www.ipharmsci.org/article/S0095-9553(15)33327-8/pdf) acedido em 14 Jan 2017

## Extração do licopeno do tomate

O licopeno faz parte de uma família de compostos orgânicos conhecida como carotenóides e é responsável por exemplo pela cor vermelha do tomate, melancia, goiaba ou por exemplo o pimento vermelho (Figura 7)<sup>1</sup>.

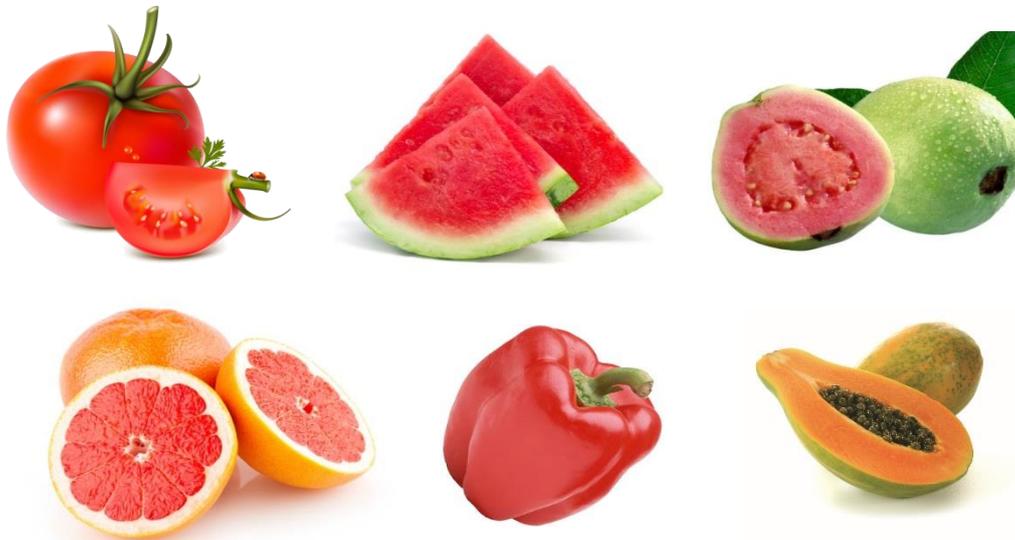


Figura 7 – Fontes naturais de licopeno



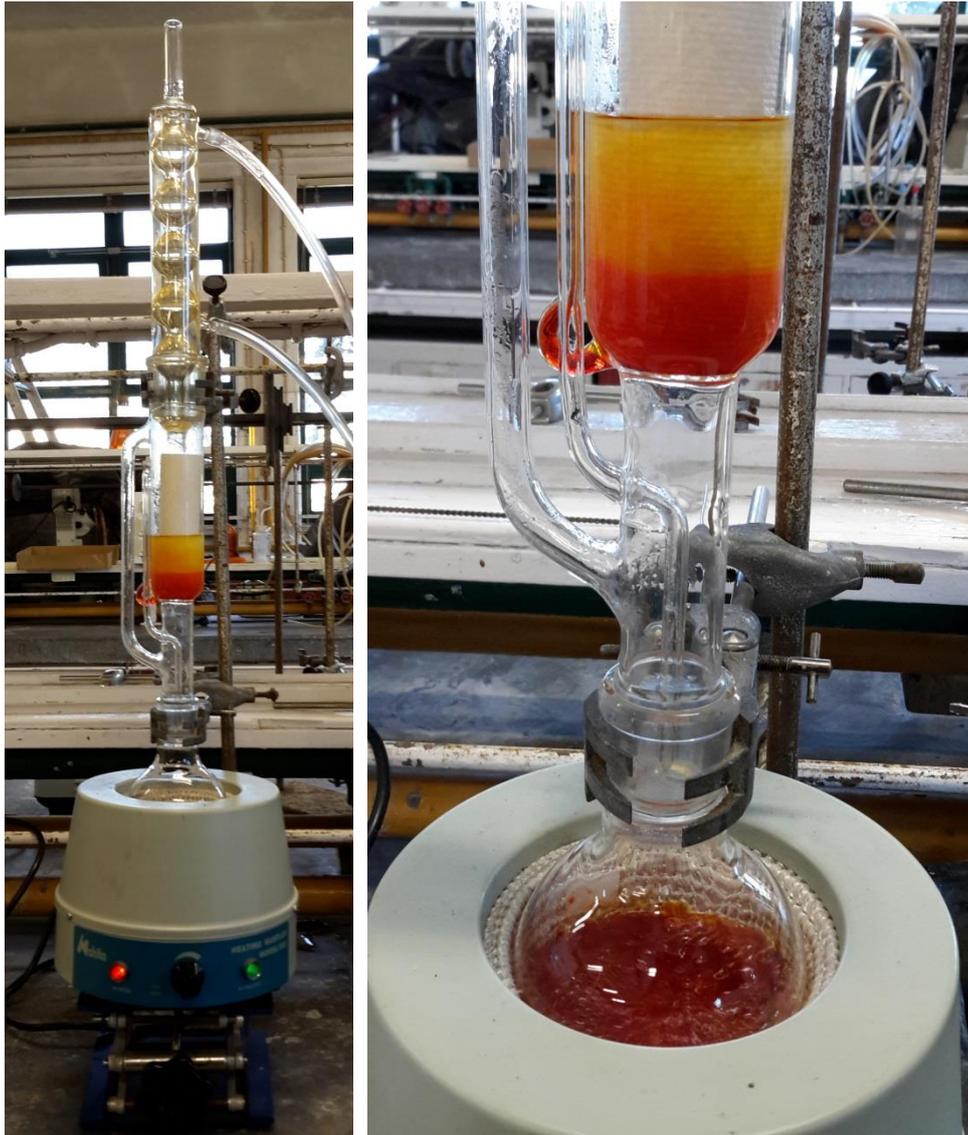


Figura 10 – Extração do licopeno em soxhlet com acetato de etilo

Para isolar o licopeno, é agora necessário remover o solvente por destilação e o modo mais rápido é recorrendo ao evaporador rotativo ou rotavapor (Figura 11).



Figura 11 - Destilação do acetato de etilo num rotavapor

## Referências

- 1 - <https://www.healthaliciousness.com/articles/high-lycopene-foods.php> acedido em 14 Jan 2017.
- 2 - <http://www.foodnavigator-usa.com/Regulation/FDA-approves-tomato-lycopene-to-color-processed-meats> acedido em 14 Jan 2017
- 3 - J. Shi, M. Le Maguer, *Critical Reviews in Biotechnology*, 20(4), 293-334, 2000.
- 4 - J. Shi, M. Le Maguer, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), 1-42, 2000.
- 5 - <https://www.researchgate.net/publication/263672292>  
[A simple method for the isolation of lycopene from \*Lycopersicon esculentum\*](#) acedido em 14 Jan 2017
- 6 - <https://www.researchgate.net/publication/257084304> [Lycopene extraction from tomato peel by-product containing tomato seed using supercritical carbon dioxide](#) acedido em 14 Jan 2017
- 7 - <http://www.ijejournal.com/papers/Vol.4-Iss.8/A0480105.pdf> acedido em 14 Jan 2017
- 8 - <https://pdfs.semanticscholar.org/a690/808b6292ecceb35df533194331959d153ac4.pdf> acedido em 14 Jan 2017
- 9 - <http://researchcommons.waikato.ac.nz/bitstream/handle/10289/8983/thesis.pdf?sequence=3> acedido em 14 Jan 2017

## Preparação de um composto fluorescente

Para obter um composto orgânico através de uma transformação química é necessário pôr em contacto 2 ou mais reagentes em certas condições, chamadas condições reacionais. A figura 12 exemplifica duas montagens típicas para fazer reações.



a)

b)

Figura 12 a) – Montagem para reação na ausência de umidade e com agitação magnética.

12 b) – Montagem para reação na ausência de oxigênio e com agitação mecânica.

O *trans*-9-(2-feniletinil)antraceno é um composto orgânico que pertence à classe dos alcenos. Apresenta-se na forma de cristais amarelo dourado e é fluorescente e quimiluminescente como poderão ver na última experiência. A figura 13 mostra a fluorescência de uma solução do composto dissolvido em etanol.



Figura 13 – Fluorescência do *trans*-9-(2-feniletinil)antraceno dissolvido em etanol sob a lâmpada de UV.

Para preparar este composto, faz-se reagir um aldeído, o 9-antraldeído e um sal de fosfônio, o cloreto de benziltrifenilfosfônio na presença de uma base, o hidróxido de sódio (Figura 14). O solvente utilizado é diclorometano.

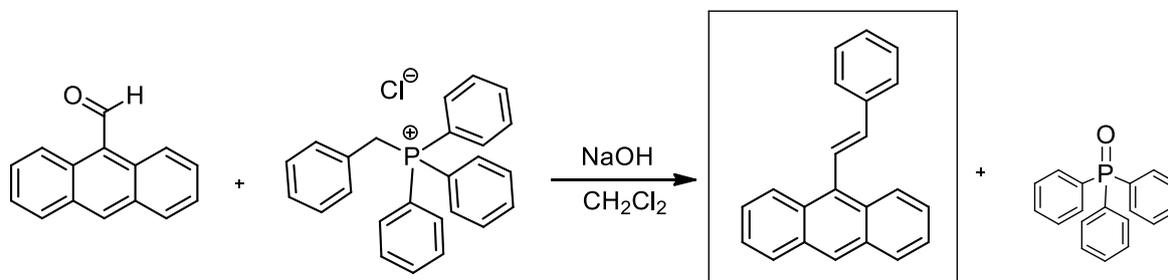


Figura 14 – Esquema reacional da formação do *trans*-9-(2-feniletinil)antraceno.

Uma solução aquosa de hidróxido de sódio é adicionada gota a gota, através de uma ampola de carga com igualizador de pressão e com agitação magnética, aos restantes reagentes e solvente (Figura 15).

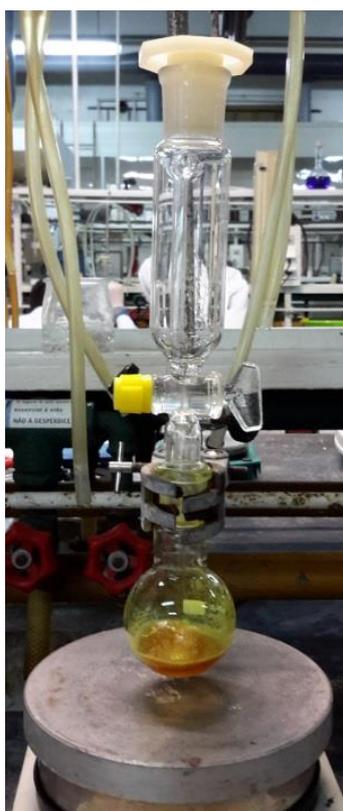


Figura 15 – Montagem para a reacção de formação do *trans*-9-(2-feniletinil)antraceno.

Depois de extraído numa ampola de decantação e removido parte do solvente num rotavapor, o produto é isolado por filtração a vácuo depois de arrefecido em gelo (Figura 16).



Figura 16 – Isolamento do produto por filtração a vácuo.

## Referências

- 1 - D. Simão, "100 experiências de química orgânica", ISTPress, Exp. 92, 199, 2011.
- 2 - Silversmith, E. F., *J. Chem Ed.*, **7**, 645, 1986.
- 3 - <http://www.scienceinschool.org/2011/issue19/chemiluminescence>, acedido em 12 Jan 2016.
- 4 - A. G. Hadd, D. W. Lehmpuhl, L. R. Kuck and Galen P. Mell, *J. Chem. Educ.*, **76**, 1237, 1999.

## Experiências com luz

### Refração e Difração da luz

*António Conceição*

*Centro de Química Estrutural, Unidade de Investigação, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.*

Foi Newton no século XVII, quem pela primeira vez descreveu o fenómeno da decomposição da luz branca por um prisma. O conjunto das sete cores obtidas com um prisma e visíveis ao olho humano é conhecido como espectro, e é constituído pelo violeta, anil, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho (Figura 17).

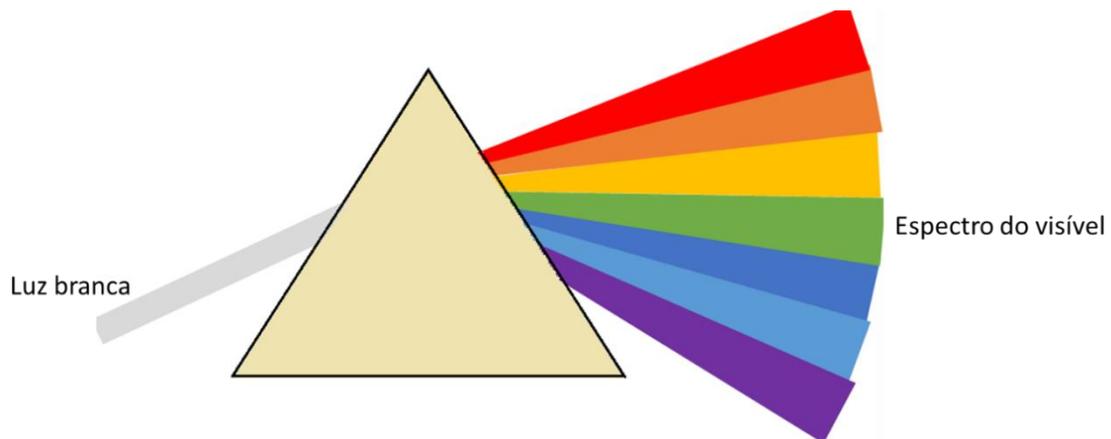


Figura 17 - Decomposição da luz num prisma

Na figura 18 pode observar-se a região do espectro visível pelo olho humano no conjunto da radiação electromagnética.

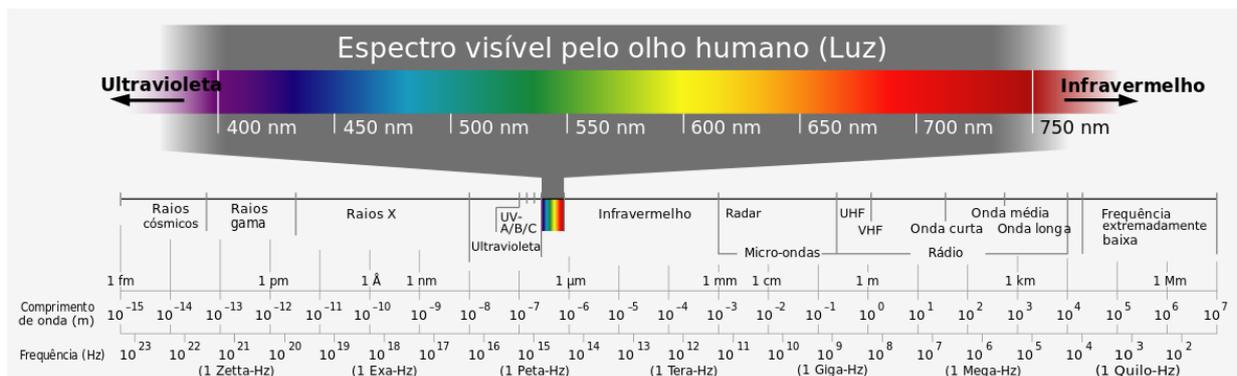


Figura 18 – Radiação electromagnética ([https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_vis%C3%ADvel](https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_vis%C3%ADvel))

Quando um feixe de luz monocromática passa de um meio para outro observa-se a refração da luz originando um ângulo de refração. Quando esse feixe de luz passa de um meio menos denso (ar) para outro mais denso (quartzo) aproxima-se da normal à superfície (Figura 19).

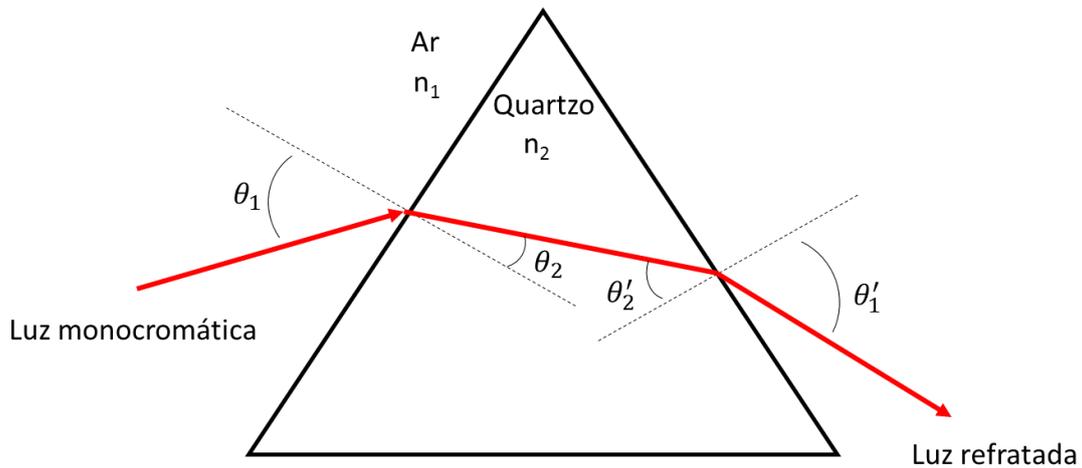


Figura 19 - Refração da luz monocromática num prisma de quartzo

Para a luz num dado meio, quanto menor o comprimento de onda maior será o índice de refração. Quando temos um feixe de luz policromática a incidir no mesmo prisma de quartzo, a luz decompõe-se em vários feixes dependendo do comprimento de onda (Figura 20).

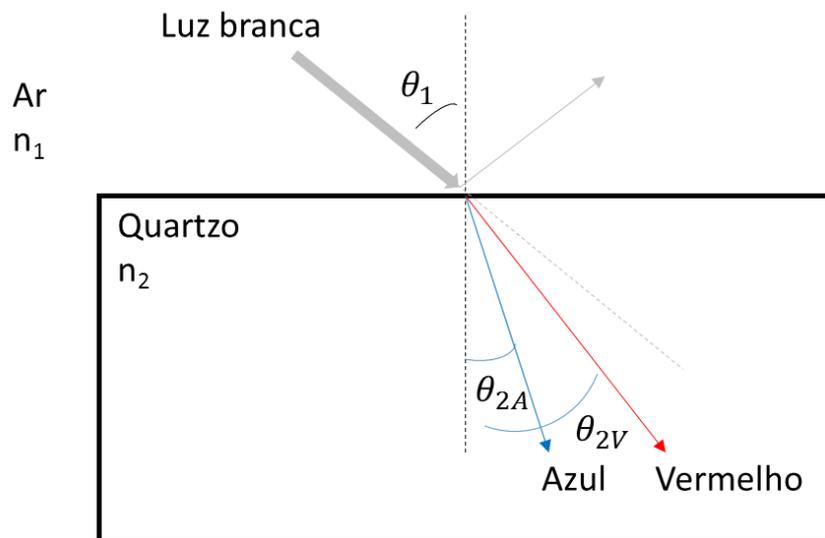


Figura 20 – Decomposição da luz branca

Na seguinte experiência vamos fazer incidir um feixe de luz branca de um retroprojector num prisma de quartzo e observar a decomposição da luz numa superfície branca (Figura 21).

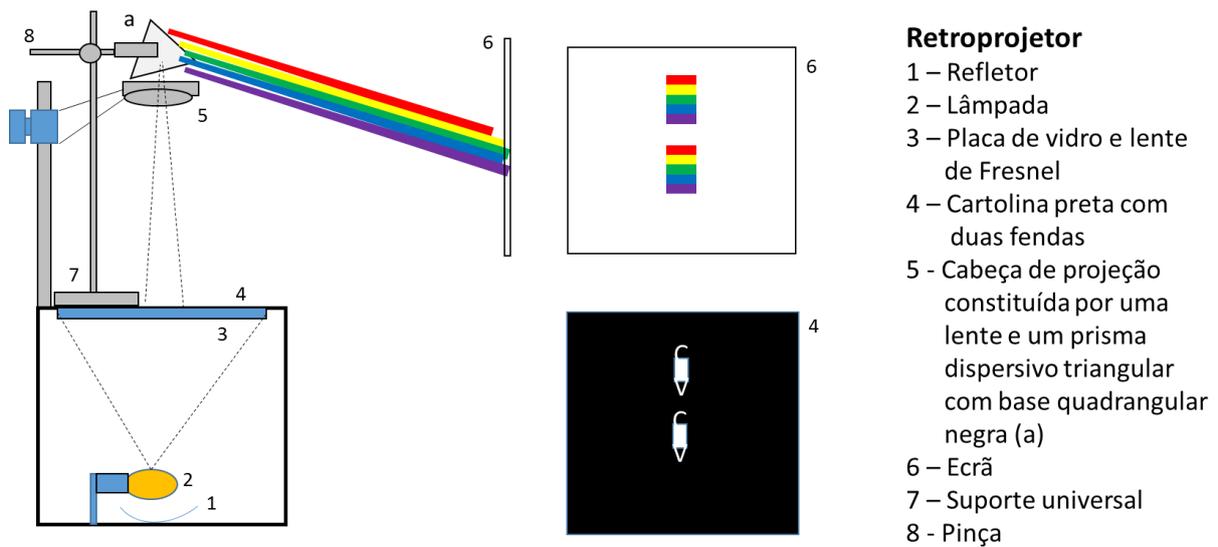


Figura 21 - Decomposição da luz branca num prisma de quartzo

A difracção da luz acontece quando os sulcos são da ordem de grandeza do comprimento de onda da radiação. Quando a luz é refletida por uma rede de difração cada sulco funciona como uma fonte de radiação. Cada feixe de luz monocromática incidente é refractado com um ângulo diferente (Figura 22).

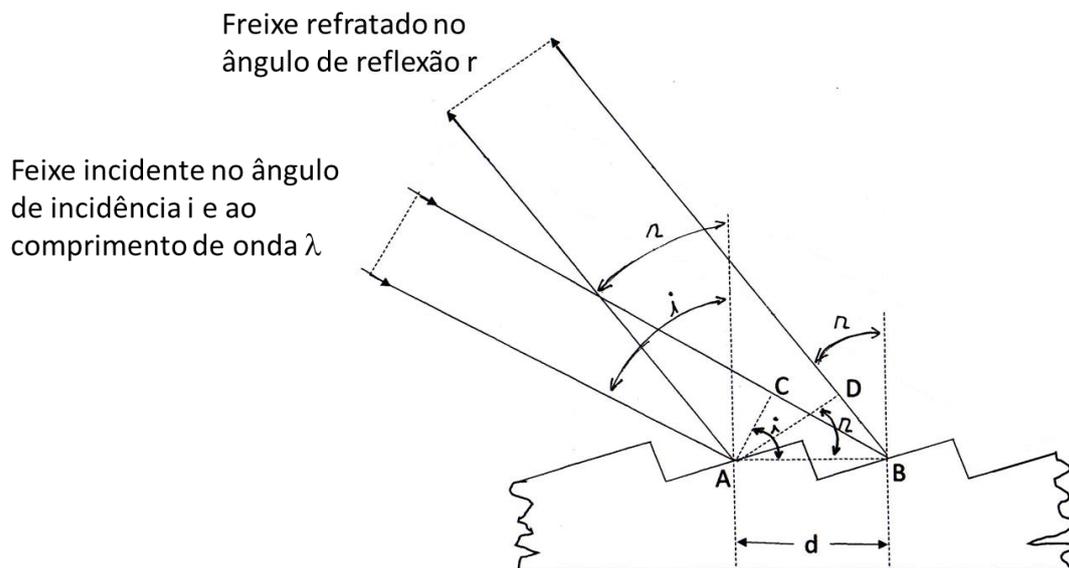


Figura 22 - Difração de um feixe monocromático

Para cada ângulo de incidência,  $i$  existe uma série de ângulos de reflexão,  $r$ . O ângulo de reflexão,  $r$ , depende do comprimento de onda da radiação. Radiação de menor comprimento de onda é refletida pela rede com um ângulo mais agudo.

Na seguinte experiência vamos fazer incidir um feixe de luz branca de um retroprojektor num DVD (rede de difracção) e observar a decomposição da luz numa superfície branca (Figura 23).

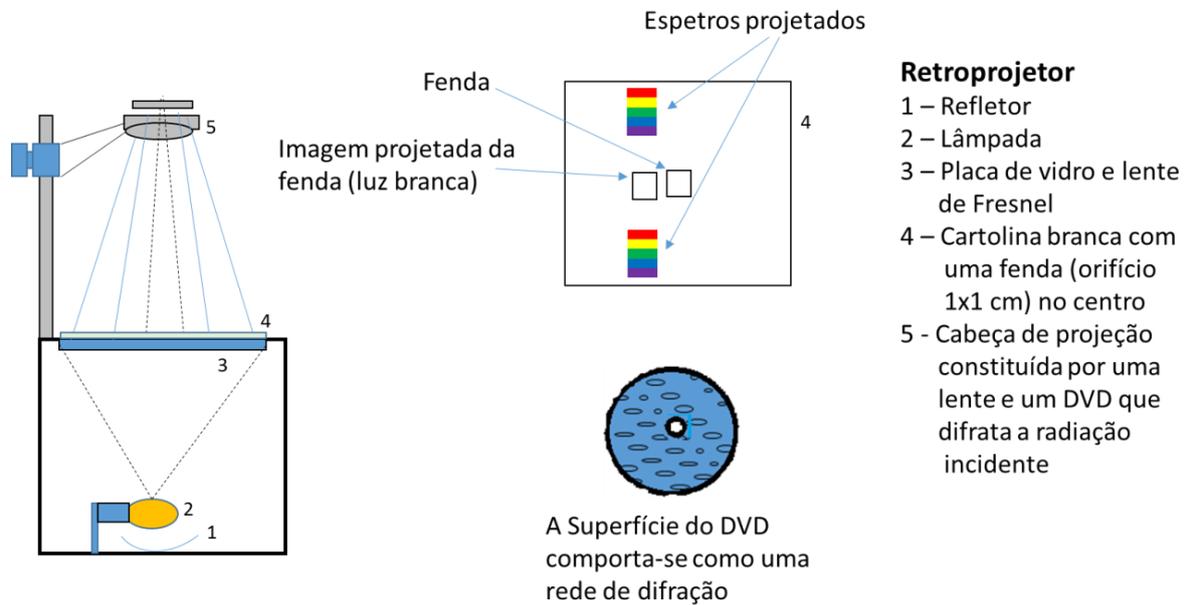


Figura 23 - Decomposição da luz branca num DVD

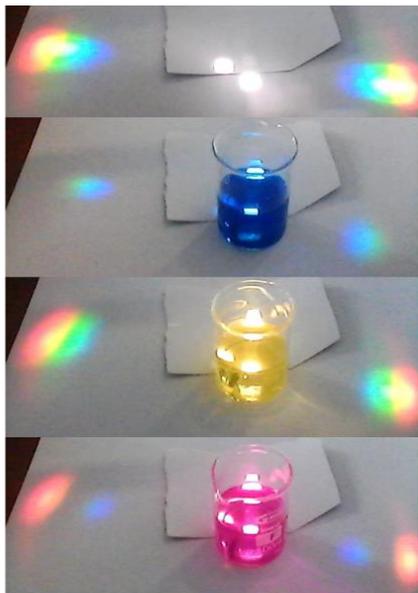
Quando uma molécula absorve um fóton a sua energia aumenta ficando num estado excitado. A luz visível (e também a radiação ultravioleta) provoca a transferência de eletrões para orbitais de maior energia. Quando um feixe de luz policromático incide sobre uma solução, esta absorve um certo comprimento de onda e a cor apresentada corresponde à cor complementar da absorvida.

Nesta experiência vamos colocar 3 soluções de cores diferentes (Figura 24) sobre um feixe de luz branca. O azul de bromotimol, que é azul ou seja absorve o complementar que é laranja. A solução de dicromato de potássio é laranja ou seja absorve o azul e a solução de fenolftaleína é vermelha ou seja absorve o verde. Depois do feixe de luz atravessar a solução incide num prisma de quartzo e é refractado observando-se numa superfície branca todas as cores exceto as que foram absorvidas pela solução.



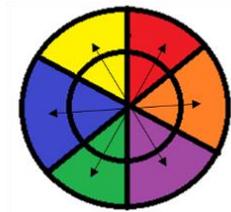
Figura 24 - Soluções de azul de bromotimol, dicromato de potássio, fenolftaleína

Se o prisma for substituído por um DVD, dá-se a difracção e reflexão da luz e observa-se o mesmo fenómeno mas noutra direcção (Figura 25).

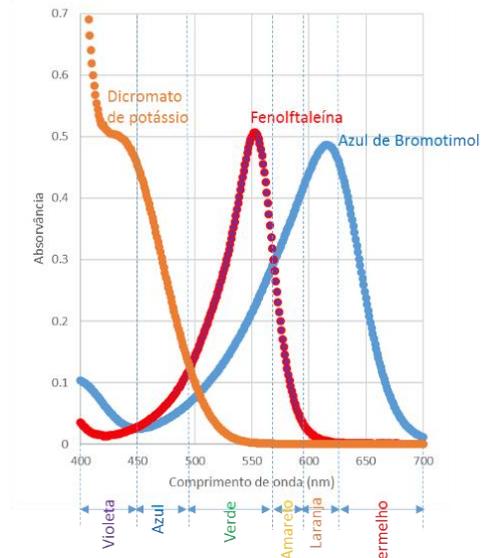


De cima para baixo espectros projetados da luz branca, do Azul de bromotimol, do cromato de potássio, e da fenolftaleína.

a)



b)



Espectros de absorção registados num espectrofotómetro

c)

Figura 25 – a) Difracção e reflexão do feixe de luz depois de atravessar as soluções; b) Círculo de cores complementares; c) Espectros de absorção das 3 soluções.

### Referências

D. C. Harris, "Quantitative Chemical Analysis", W. H. Freeman and Company, 7ª ed., 2007.

## Quimiluminescência

Já todos ouviram falar de “glow party”. É uma festa cheia de luz e cor, onde se utilizam muitos produtos fluorescentes e luminosos. Muitos dos artigos usados nestas festas, consistem em pequenos tubos de plástico que se podem apresentar como pulseiras, colares, que se dobram até partir e ficam luminosos durante bastantes horas<sup>1</sup> (Figura 26).



Figura 26 – “Glow Party”

Quando surgiram os primeiros produtos deste género, nos anos 70, os chamados “glow sticks” ou “cylume” tinham como principal função servir de luz de emergência. Hoje em dia são utilizados nas mais variadas situações uma vez que são à prova de água, toleram altas pressões, não necessitam de baterias ou pilhas, não geram calor e são muito baratos. São por isso muito utilizados pelas forças militares, campismo, mergulho, pesca, etc (Figura 27).

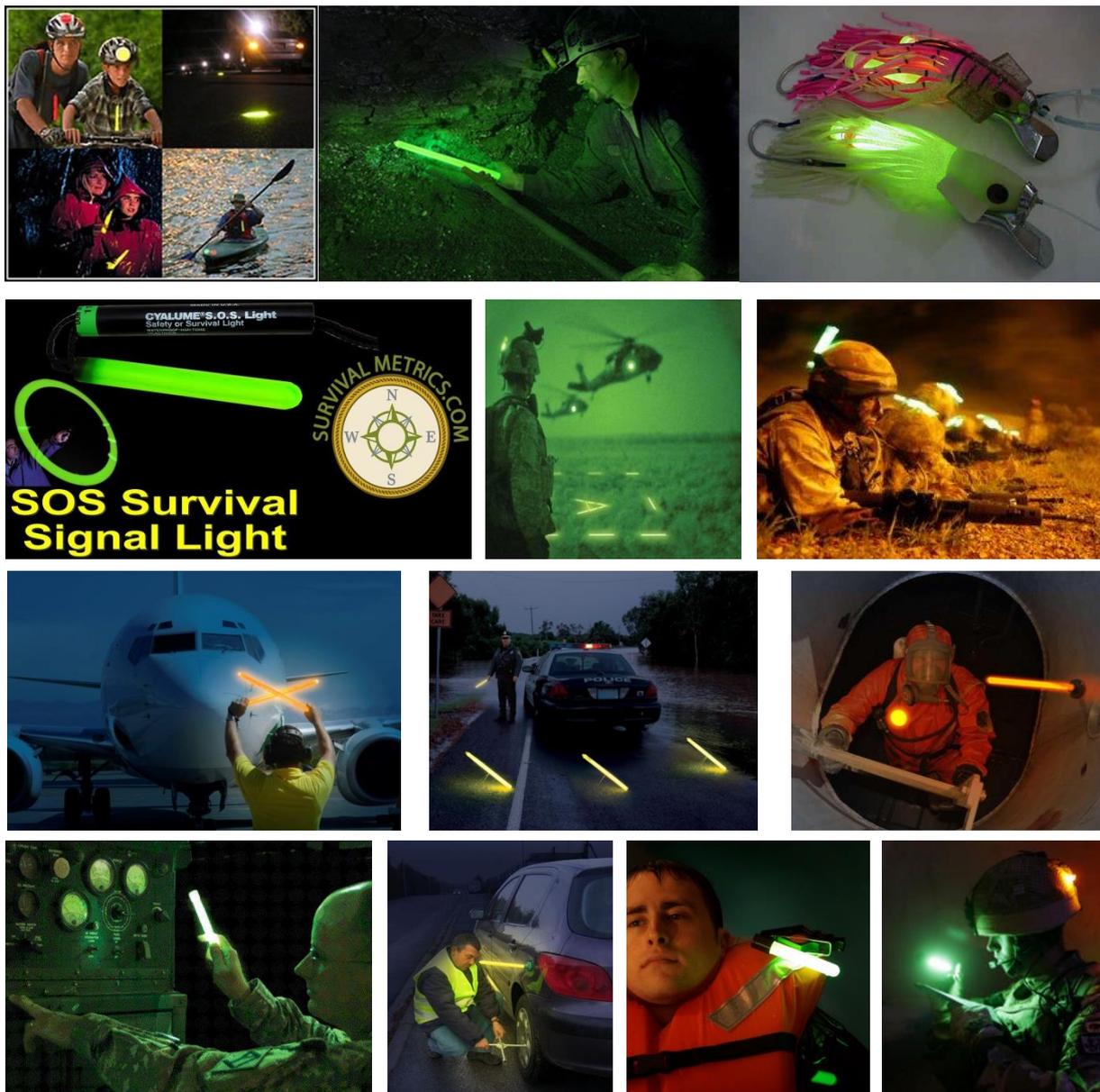


Figura 27 – Aplicações práticas dos “Glow sticks”

A luz emitida por estes produtos está relacionada com o fenómeno da quimiluminescência, ou seja com a emissão de luz devido a uma reação química<sup>2</sup>.

Quando se juntam determinados reagentes, uma das moléculas, (ativador - ACT), é eletronicamente excitada devido à reação, regressando depois ao seu estado fundamental emitindo nessa altura luz fluorescente. Nos “glow sticks”, os reagentes estão em 2 compartimentos separados. No momento em que se dobra, quebra-se um dos compartimentos, originando a reação com a consequente emissão de luz que dura várias horas (Figura 28).

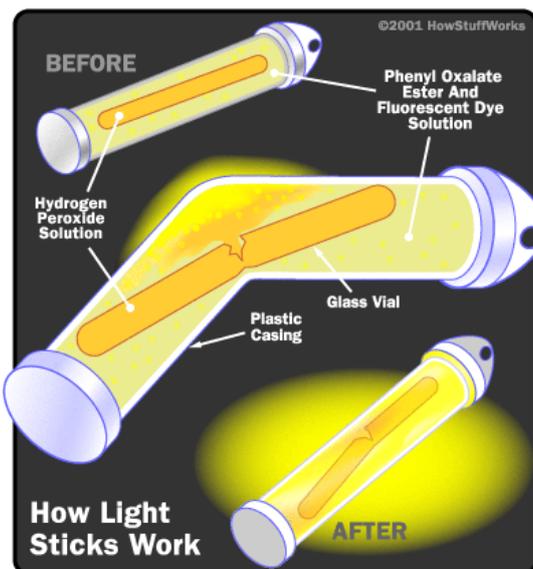


Figura 28 – Como funciona um “Glow stick”

<http://science.howstuffworks.com/innovation/everyday-innovations/light-stick2.htm>

Nesta experiência vamos mostrar este fenômeno da quimiluminescência, fazendo reagir o oxalato de 2,4,6-triclorofenilo (um éster) e a água oxigenada (peróxido de hidrogênio), formando um peróxido cíclico que interage com o ativador (ACT) ficando no seu estado eletronicamente excitado, o qual emite luz fluorescente ao voltar ao estado fundamental (Figura 29). Verifica-se também a liberação de dióxido de carbono<sup>3</sup>.

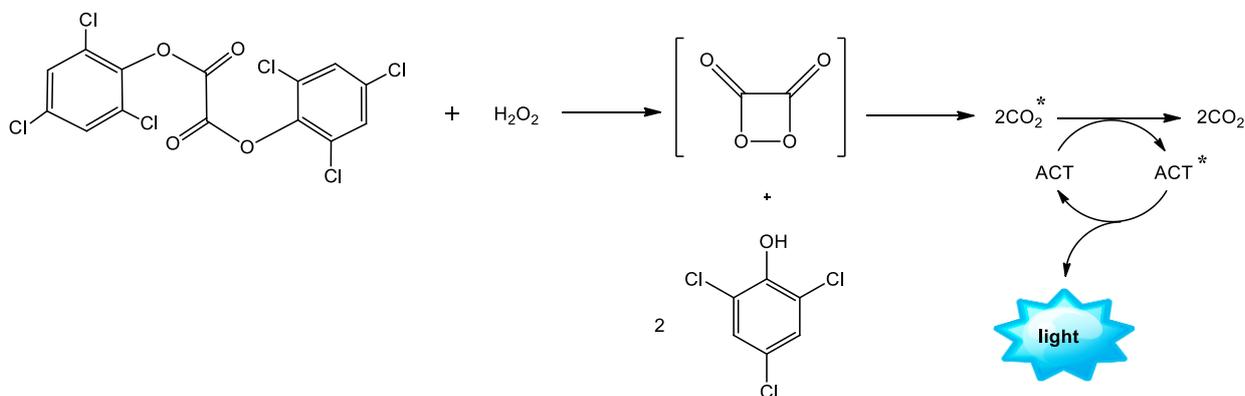


Figura 29 – Reação de quimiluminescência com um ativador (ACT)

A cor emitida dependerá do ativador utilizado<sup>4</sup>. Por exemplo com a rodamina a luz emitida é vermelha, com o trans-9-(2-feniletetil)antraceno<sup>5</sup> é azul, com a eosina é laranja e com o rubreno é amarela (Figura 30).

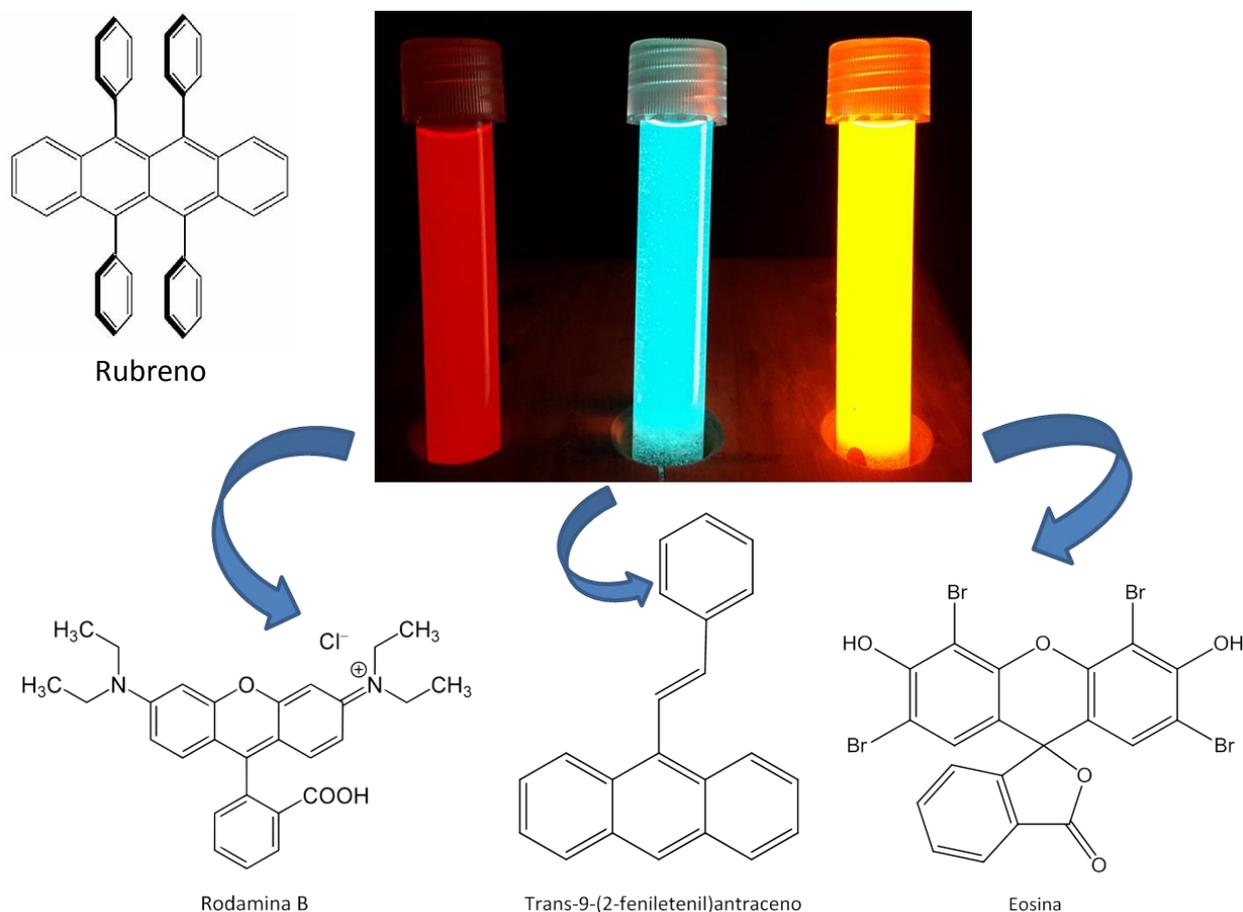


Figura 30 – Reações de quimiluminescência com vários ativadores.

Como aplicação prática deste fenómeno, vamos mostrar como se ativam os “glow sticks” (Figura 31).



Figura 31 – Ativação de um “Glow stick”.

## Fluorescência

Existem compostos orgânicos que são fluorescentes quando observados sob uma lâmpada de ultra violeta como por exemplo, o quinino existente na água tônica, a fluoresceína (Figura 32) muito utilizada para detecção de águas subterrâneas, exames oftalmológicos (angiogramas) e como marcador biológico, como por exemplo em química forense.



Figura 32 – Água tônica, solução de eosina e de fluoresceína sob luz ultra violeta.

Existem também compostos fluorescentes em notas, cartas de condução e outro tipo de documentos (Figura 33). Este tipo de análise é de igual modo usado em investigação criminal para verificação da validade de papel-moeda e de diversos documentos.

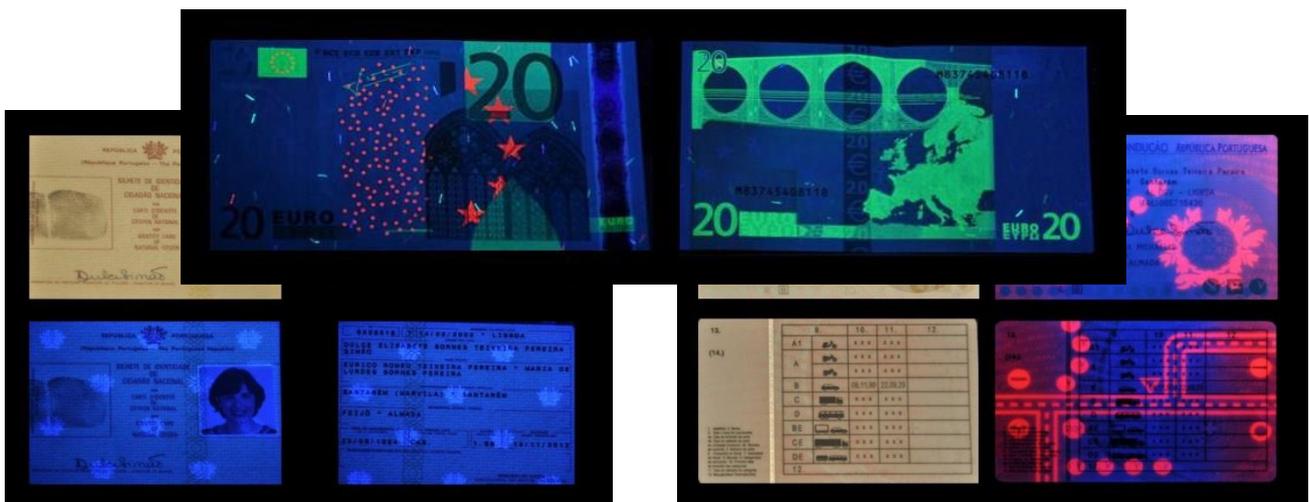


Figura 33 – Vários documentos e notas sob luz natural e sob luz ultra violeta.

## Referências

- 1 – <http://www.glow.pt/> (consultado em 18 de Jan 2015)
- 2 - R. Albertin et al, Química Nova, 21, 1998, 772.
- 3 - F. McCapra, Methods Enzymol., 2000, 305, 633 – 659.
- 4 – <http://www.youtube.com/watch?v=tItOOpyJP5k> (consultado em 18 Jan 2015)
- 5 - D. Simão, “100 experiências de química orgânica”, 2011, ISTPress, Exp.48, pág. 199.

## Fosforescência

Rita Pires e Vasco Bonifácio

Centro de Química-Física e Molecular e Instituto de Nanociência e Nanotecnologia, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

A fosforescência é um tipo de luminescência que ocorre em certos materiais. Neste processo o material absorve energia de radiação na zona do visível, a qual é depois emitida sob a forma de luz de forma lenta. O termo fosforescência tem origem na Antiguidade Clássica, uma vez que os materiais com estas propriedades eram designados por fósforo (do Grego *phosphoros*, portador de luz).<sup>1</sup> Um exemplo de materiais fosforescentes são as placas de sinalização de emergência, em cuja composição está presente o sulfureto de zinco dopado com cobre, que é composto químico responsável pelo brilho que observamos no escuro.



Figura 34 – Exemplo de objectos fabricados com materiais fosforescentes.

## O quadro mágico

Material:

- placa fosforescente (por exemplo uma placa de sinalização de saída de emergência)
- ponteiro laser de cor azul (ou telemóvel)

Esta actividade deverá ser realizada numa sala escura. Usando o ponteiro laser vamos tentar escrever uma mensagem ou fazer um desenho na placa. Será possível? O que acontece quando o raio laser toca na placa?

## Referências

1. Mário N. Berberan e Santos, Raios Químicos e Química Radiosa, *Química* **2015**, 139, 53-60.

## Agradecimentos

Agradeço à Técnica de laboratório, Carla Salvador e aos alunos de Engenharia Química, Biológica a preciosa colaboração e empenho, na procura de novos trabalhos, na sua realização e optimização.

# A Energia do Ar a Temperatura Muito Baixa

José Armando Luísa da Silva e Maria Fernanda N. N. Carvalho

CQE, Complexo I, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

## Introdução

As moléculas de oxigénio, nitrogénio, dióxido de carbono e água, entre outras, movem-se livremente no ar uma vez que têm espaço para “correr, saltar, dançar” dispersando a sua energia sem grandes colisões, como fazem as crianças no recreio. Quando regressam à sala de aula e se sentam nos seus lugares a agitação diminui, mas a sua energia não! Quando a aula termina, é vê-las de novo cheias de movimento e energia. Assim é também com o ar, quando lhe baixamos suficientemente a temperatura e aumentamos a pressão, obrigando-o a “acalmar”. As moléculas perdem agitação, “sentam-se” em estruturas mais ou menos organizadas, podendo passar ao estado líquido (e.g. nitrogénio, oxigénio) ou sólido (e.g. dióxido de carbono, água) e assim permanecer até que se lhes permita manifestar a sua energia mudando de estado. Associados à mudança de estado (calmo para agitado) estão o volume e a pressão, os quais variam enormemente!

Quando a temperatura sobe, os componentes do ar regressam ao seu estado natural (agitado) originando um aumento de pressão, que se ocorrer em ambiente fechado pode ocasionar o rebentamento ou explosão do recipiente em que estavam contidos. O aumento de volume é facilmente observável quando se enche um balão a partir de uns microlitros de nitrogénio ou oxigénio liquefeito.

Um exemplo sensível do aumento de volume correspondente à passagem do estado líquido ao estado gasoso é a variação do volume da água contida num copo de 150 mL (volume aproximado de uma bola de ténis), a qual no estado gasoso passa a ocupar o volume de cerca de 200 L ( $P=1 \text{ atm}$ ,  $T=25 \text{ °C}$ ), correspondente ao volume ocupado por cerca de 36 bolas de futebol (Figura 1). A aplicação da equação dos gases perfeitos ( $PV=nRT$ ) permite facilmente fazer os cálculos<sup>1</sup>.

Às temperaturas em que os principais componentes do ar liquefazem ( $N_2$ ,  $O_2$ ) ou solidificam ( $CO_2$ ) isto é, atingem um estado que lhes não é habitual, também os materiais tendem, em geral, a adquirir comportamentos não habituais. Assim, por exemplo, o plástico e as folhas das plantas quebram como se de vidro se tratasse, certos materiais adquirem propriedades supercondutoras e é possível fazer coisas surpreendentes como por exemplo martelos de papel e com eles pregar pregos.

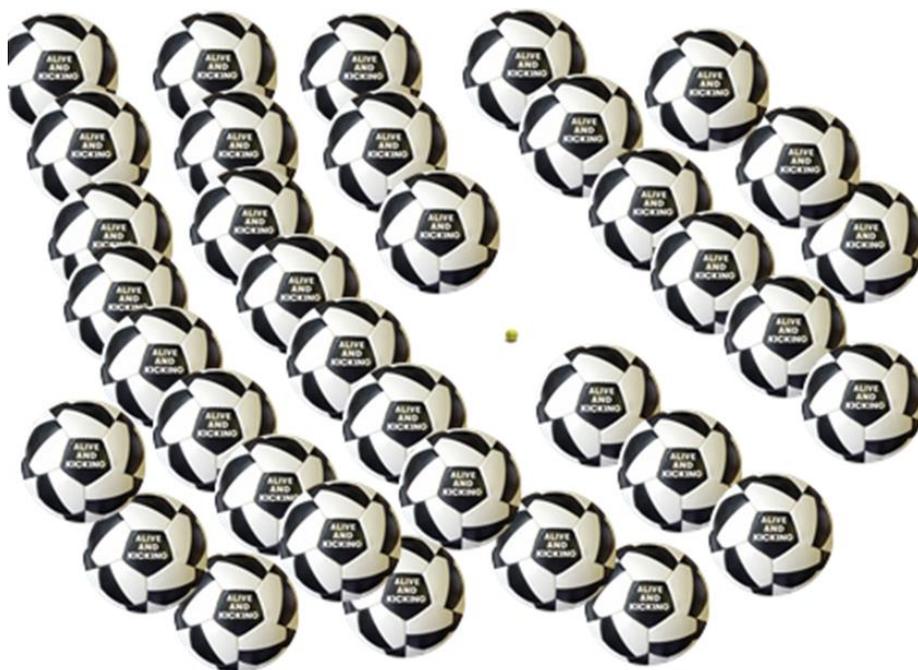


Figura 1. Relação entre o volume ocupado por ca. 150 mL água no estado líquido (bola de ténis) e o volume ocupado no estado gasoso (bolas de futebol).

## Experiências

### *Papel que vira «martelo amestrado»*

Aquilo que designámos por «martelo amestrados» pretende chamar a atenção para as improváveis propriedades dos materiais a temperaturas muito baixas. Os martelos amestrados, de que aqui se trata, são obtidos a partir de papel que é um material maleável e pouco resistente, ou seja o oposto do que se espera de um martelo.

Se procurarmos num dicionário convencional ou na Infopédia, qual o significado da palavra martelo encontramos descrições do tipo<sup>2</sup>: 1- ferramenta constituída por uma cabeça ligada a um cabo, utilizada para percutir, partir objetos, pregar pregos, etc., 2- componente do instrumento musical piano que permite a produção de som ao percutir as cordas, 3- peça utilizada para produzir som após bater no sino ou na campainha, 4- um dos pequenos ossos que fazem parte do ouvido; 5- conjunto constituído por uma esfera de bronze presa a um cabo de aço usada na prática de uma modalidade do atletismo. Pela descrição se vê que o martelo pode ter significados muito distintos. Fixemo-nos pois, no martelo enquanto ferramenta destinada a percutir, partir objetos, pregar pregos, etc.. Neste sentido espera-se que o martelo seja constituído por um material robusto, resistente e duro, do tipo: aço, ferro, madeira, etc.. Definitivamente não de papel! Assim, é à temperatura ambiente, em que o papel humedecido é pouco resistente, e seria impensável pregar um prego com um guardanapo molhado.

Contudo à temperatura do nitrogénio líquido as propriedades são muito diferentes e podemos mesmo pregar o prego!

Amestrando o papel e dando-lhe a forma de martelo conseguem-se martelos coloridos (dependendo da cor do guardanapo) e não apenas martelos cinzentos ou castanhos sem graça, como os tradicionais.

### Como fazer

Moldar guardanapos em forma de martelo (uma cabeça ligada a um cabo), usando fita-cola para consolidar as duas partes (Figura 2).



Figura 2. Guardanapos de papel colorido, moldados em forma de martelo e uso para pregar um prego.

Molhar o martelo com água da torneira. Em seguida, colocá-lo dentro de um recipiente com nitrogénio líquido. Retirar o martelo do nitrogénio líquido usando uma pinça de madeira e luvas apropriadas (i.e. luvas resistentes a líquidos criogénicos, pois o nitrogénio líquido está a uma temperatura próxima dos 197 °C negativos e pode provocar queimaduras muito graves).

Usar o martelo para pregar um prego, numa tábua de madeira.

A «magia» que converte papel em «martelos amestrados» capazes de pregar pregos com papel reside no facto de entre a celulose e a água se estabelecerem interações moleculares fortes, promovidas pela temperatura muito baixa resultante da imersão em nitrogénio líquido.

O martelo de papel mantém-se operacional e pode ser reusado muitas vezes desde que se conserve em gelo seco (CO<sub>2</sub> sólido) ou mesmo numa arca frigorífica com temperatura suficientemente baixa.

### Desvendando o mistério

O papel é essencialmente constituído por um polímero formado a partir da glicose ou glucose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), designado por celulose (Figura 3). A representação da estrutura da celulose torna evidente a possibilidade de formação de pontes de hidrogénio com a água (H<sub>2</sub>O). Baixando a temperatura a cerca de 0 °C a água solidifica, o que na ausência de celulose resultaria da formação de pontes de hidrogénio entre as moléculas da água. A água gelada (gelo) é frágil e estilhaça facilmente. Baixando a temperatura a cerca de -197 °C com nitrogénio líquido, na presença de celulose estabelecem-se pontes

de hidrogénio água-celulose capazes de reestruturar de tal forma o material que este adquire uma robustez capaz de pregar pregos.

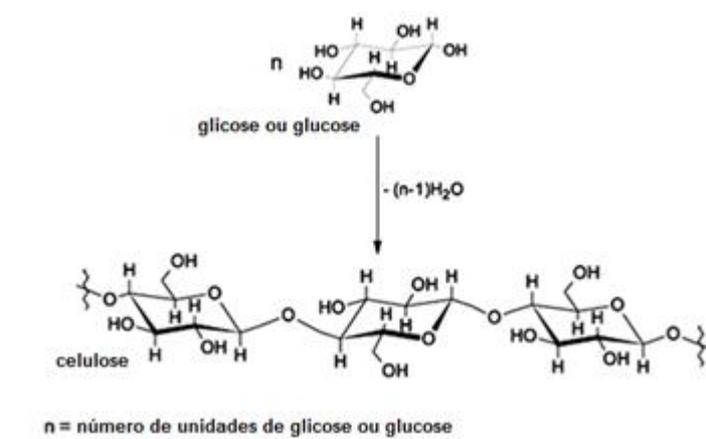


Figura 3. Esquema de formação da celulose a partir da glicose<sup>3</sup>.

Há muitas outras evidências para a modificação da estrutura e consequentemente as propriedades dos materiais, resultantes do abaixamento da temperatura por imersão em nitrogénio líquido. Algumas dessas modificações serão exemplificadas nos Laboratórios Abertos (DEQ 2017) usando folhas de árvores, flores do campo ou outros materiais sem valor comercial, que permitem o mesmo efeito lúdico do obtido com alimentos (frutas ou legumes) mas evitando desperdícios.

Serão ainda mostrados efeitos lúdicos promovidos pelas mudanças de estado do nitrogénio líquido, como por exemplo o caldeirão mágico, os balões que respiram, etc. já descritos anteriormente<sup>4</sup>, e que por isso não serão aqui repetidos.

## Agradecimentos

Às empresas Air Liquide - Criative Oxygen pelo donativo de nitrogénio líquido e gelo seco e à Enzymatic pelo donativo de reagentes. Ao Jorge Teixeira pelo apoio à preparação das demonstrações e aos alunos Diogo Mosteias, Patrícia Cotrim, José Justino e Rita Ribeiro entre muitos outros, do Mestrado integrado de Engenharia Química pela execução e apresentação das experiências.

## Referências

1. M.F.N.N. Carvalho, A.J.L da Silva, H. P. Diogo *Quim. Nova*, 2016, 39(9) 1136-1140.
2. Adaptado de <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/martelo> (consultado em janeiro de 2017).
3. S.A. de Moraes, E.A. Nascimento, D.C. de Melo, *Revista Árvore*, 2005, 29, 461-470.
4. a) M.F.N.N. Carvalho, A.J.L da Silva, *O ar que respiramos*, Laboratórios Abertos 2015, Ed. M.A. Lemos, C. Gomes de Azevedo, D. Simão, DEQ, IST, 77-81; <http://quimica.ist.utl.pt/LabAbertos/pdfs/2015/LivroJunior.pdf>; b) M.F.N.N. Carvalho, A.J.L da Silva, *Show-Ar*, Laboratórios Abertos Júnior 2015, Ed. M.A. Lemos, C. Gomes de Azevedo, D. Simão, DEQ, IST, 42 47; <http://quimica.ist.utl.pt/LabAbertos/pdfs/2015/LivroClassico.pdf>.

# Doce Química

Sílvia Chaves

Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.



## Introdução

O mundo doce dos rebuçados, gomas, gelatinas e pudins, que nos traz uma sensação de conforto deixando-nos saciados e mais bem-dispostos, é também um mundo regido pela química. Com efeito, na composição destes doces encontram-se diversos compostos químicos, tais como os corantes, os aromatizantes, os estabilizadores, os espessantes (pudins) e os antioxidantes (concentrados de frutas e plantas), para além dos açúcares, dos hidratos de carbono e das proteínas (leite, clara de ovo, gelatina). Estes compostos químicos podem ter origem natural ou sintética, se bem que todos os aditivos usados comercialmente se encontrem sujeitos a legislação rigorosa regularizadora da sua autorização, utilização e rotulagem. Ultimamente tem havido um esforço enorme no sentido de utilizar uma maior quantidade de compostos de origem natural, de que é exemplo o uso de corantes naturais em gomas, gelatinas e M&Ms [1]. Com efeito, alguns estudos estabeleceram uma relação entre a hiperactividade das crianças e alguns corantes artificiais, de modo que desde 2008 tem havido um esforço na Europa para eliminá-los de produtos alimentares. De facto, as cores amarelo (crocina do açafreão), laranja (beta-caroteno), vermelho (ácido carmínico) e, mais recentemente, azul e verde (extracto de spirulina das algas azuis-verdes), já foram introduzidas em diversos alimentos na Europa através da utilização de corantes naturais.

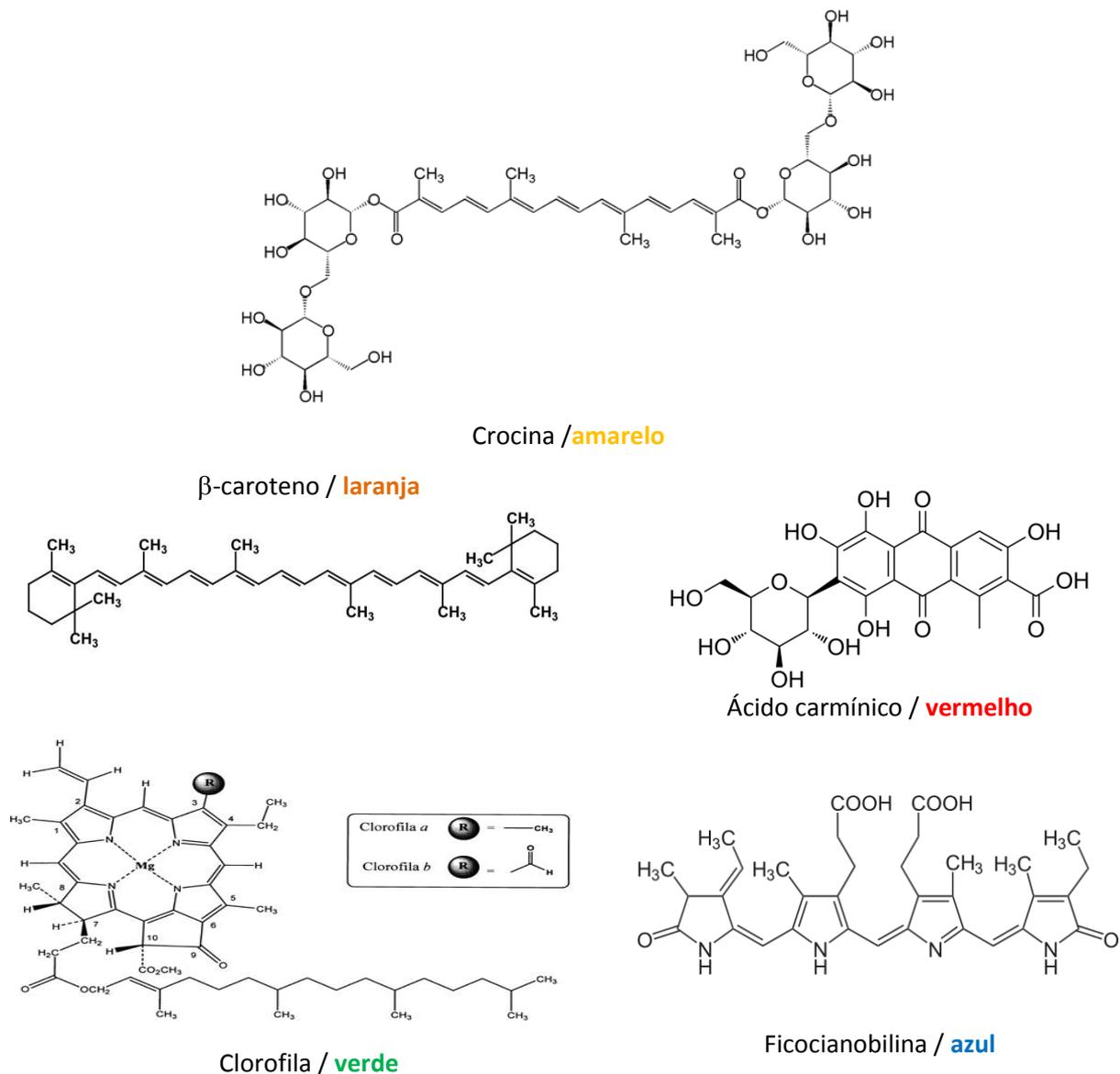


Figura 4 - Alguns corantes naturais e respectivas cores.

No presente módulo de experiências ir-se-á recorrer a testes simples, que se baseiam em reacções colorimétricas, tais como a detecção da presença de açúcares redutores, a análise da actividade antioxidante, o teste da presença de amido e a detecção de proteínas em diferentes amostras doces, sem necessidade de utilizar as técnicas instrumentais normalmente existentes num laboratório de Química Analítica.

As experiências envolvidas neste tópico são:

- Detecção de açúcares redutores
- Actividade antioxidante

- Teste da presença de amido
- Presença de proteínas.

### Detecção de açúcares redutores

Os hidratos de carbono, e mais concretamente os açúcares, são a principal fonte de energia para o nosso corpo, mas também desempenham um papel relevante no prazer que sentimos quando ingerimos alimentos, adicionando-lhes sabor doce, aroma e textura. Os hidratos de carbono produzem ainda efeitos fisiológicos, tais como o impacto na saciedade e esvaziamento gástrico, além da influência sobre a glicémia. Entre os diversos tipos de açúcar, o mais comum é a sacarose, produzida comercialmente a partir de cana-de-açúcar ou de beterraba, e vulgarmente usada como adoçante de bebidas e alimentos.

Os açúcares podem ser não hidrolisáveis, ou seja, **monossacarídeos** (glicose, ribose, frutose), ou hidrolisáveis, tais como os **dissacarídeos** (sacarose, maltose, lactose), que originam 2 moléculas de monossacarídeos por hidrólise, ou ainda os polissacarídeos (amido, celulose), que sofrem hidrólise produzindo vários monossacarídeos.

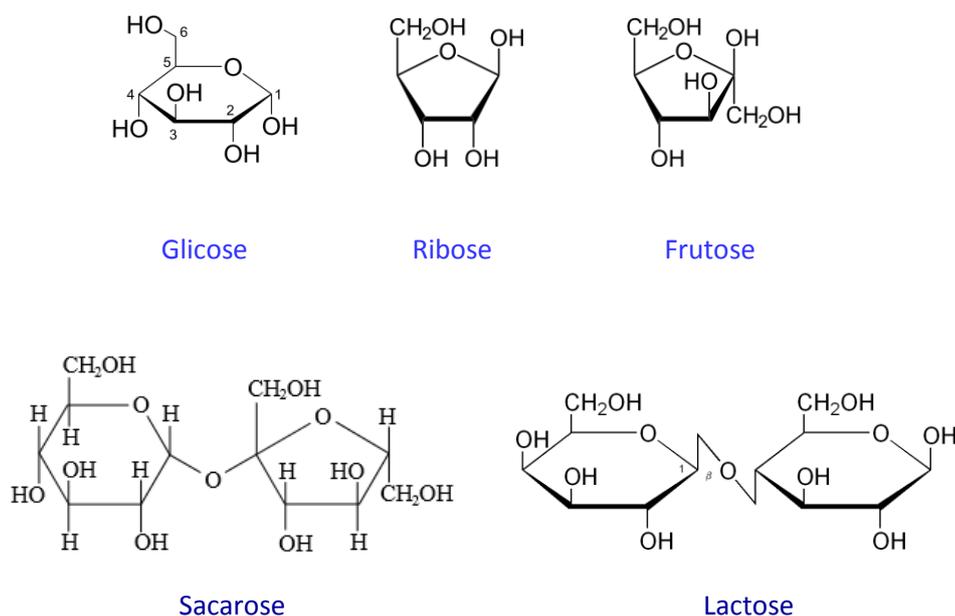
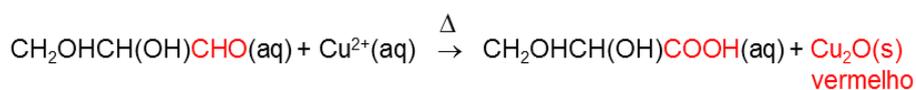


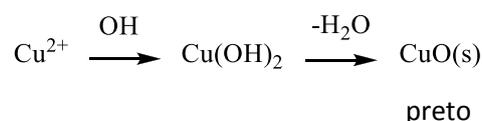
Figura 2 - Exemplos de monossacarídeos e dissacarídeos comuns.

Os açúcares que possuem um grupo OH livre na posição C-1 são bons agentes redutores e designam-se **açúcares redutores**. No teste de Benedict [2] é analisada a presença de açúcares redutores numa amostra, mediante a observação da redução de iões  $\text{Cu}^{2+}$  a  $\text{Cu}^+$ , em solução alcalina e sob aquecimento, com formação de um precipitado vermelho de  $\text{Cu}_2\text{O}$ .



Neste teste é adicionada uma amostra (rebuçado ou goma, cujo rótulo indica a presença de glicose) a uma mistura de uma solução contendo citrato em meio básico e de uma solução aquosa de sulfato de cobre, levando-se, seguidamente, a um banho de água próximo da temperatura de ebulição. Após cerca de 2-3 minutos, o desenvolvimento de uma cor vermelha indica a presença na amostra de açúcares redutores.

Para evitar a formação de um precipitado negro de CuO,



que mascararia o resultado final do teste de Benedict, é importante a presença do citrato, que garante a presença dos íons  $\text{Cu}^{2+}$  em solução mediante a formação de um complexo com  $\text{Cu}^{2+}$ .

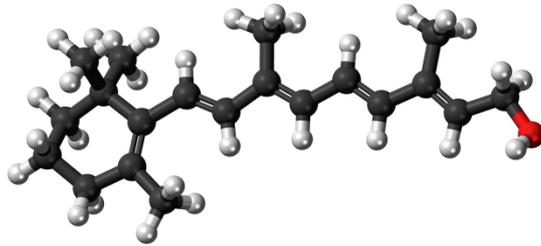


Figura 3 – Teste de Benedict para uma amostra de rebuçado (positivo) e de pudim (negativo), antes e após o aquecimento.

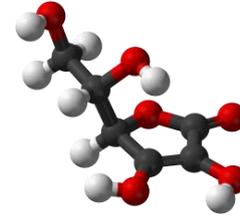
### Actividade antioxidante

Antioxidantes são compostos capazes de evitar a oxidação de moléculas simples a polímeros e biosistemas complexos, inibindo a formação de radicais livres. Se bem que o nosso organismo produza naturalmente radicais livres (importantes no combate a inflamações), quando aqueles são gerados em excesso são responsáveis por danos celulares e estão associados a várias doenças, tais como aterosclerose, diabetes e cancro, bem como a processos degenerativos tais como o envelhecimento [3]. Estudos recentes demonstraram que uma dieta rica em antioxidantes pode proteger o organismo de uma série de patologias.

A presença de antioxidantes em gomas e gelatinas de frutas pode ser devida à presença das vitaminas A e C, bem como carotenóides e flavonóides dos sumos de frutas (laranja, limão, groselha, framboesa, uva, maracujá, manga, kiwi, melão, maçã) e de outros extractos vegetais (cenoura, abóbora, espinafre, urtiga). O ácido cítrico, que é adicionado como regulador de pH, actua também como antioxidante.



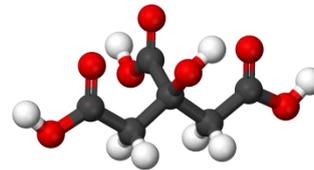
Retinol (vitamina A)



Ácido ascórbico (vitamina C)



Resveratrol (flavonóide)



Ácido cítrico



Luteína (carotenóide)

Figura 4 - Estruturas de alguns antioxidantes.

Os antioxidantes podem interferir no processo de oxidação, reagindo e neutralizando estes radicais livres, deste modo atrasando ou evitando danos provocados por estes.

É utilizado o método do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH\*) para assinalar a presença de antioxidantes em gelatinas (ananás e mirtilo), uma vez que o teste efectuado com gomas deu negativo. O método do radical livre DPPH\* [4] permite uma avaliação fácil e rápida da actividade anti-radicalar, sendo o efeito dos antioxidantes sobre o radical DPPH\* atribuído à capacidade que estes compostos têm de doar átomos de hidrogénio, ocorrendo a descoloração da solução violeta do radical livre DPPH\* quando é adicionada a amostra contendo antioxidantes.

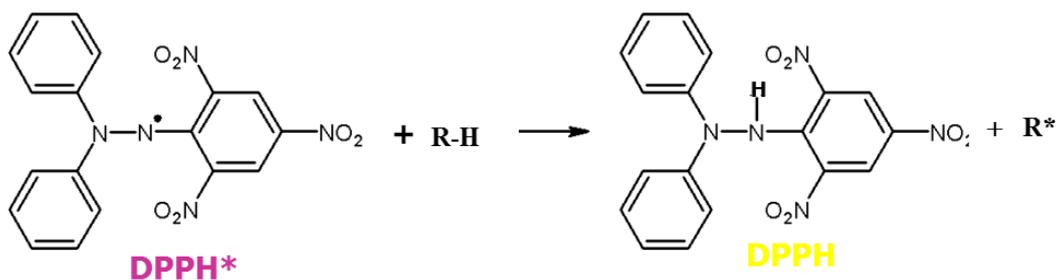
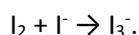


Figura 5 - Actividade antioxidante numa amostra de gelatina de ananás (positivo) e de pudim (negativo).

### Teste da presença de amido

O amido é sintetizado pelas plantas e serve como substância de reserva, uma vez que é uma fonte de glicose. Na realidade, o amido é uma mistura de dois polissacáridos, a amilose (10-20%) e a amilopectina (80-90%). A amilose é uma macromolécula com 250 - 300 resíduos de D-glucose, possuindo uma estrutura helicoidal. A amilopectina é menos solúvel em água do que a amilose e é constituída por cerca de 1400 resíduos de  $\alpha$ -glucose, possuindo uma estrutura ramificada (ligações  $\alpha$ -1,6). Ao adicionar uma solução de iodo ao amido, na realidade está a adicionar-se o anião triiodeto porque, em solução aquosa tem-se a reacção:



O anião triiodeto fica “aprisionado” no interior das hélices de amilose e aparece uma cor intensa azul acinzentada.

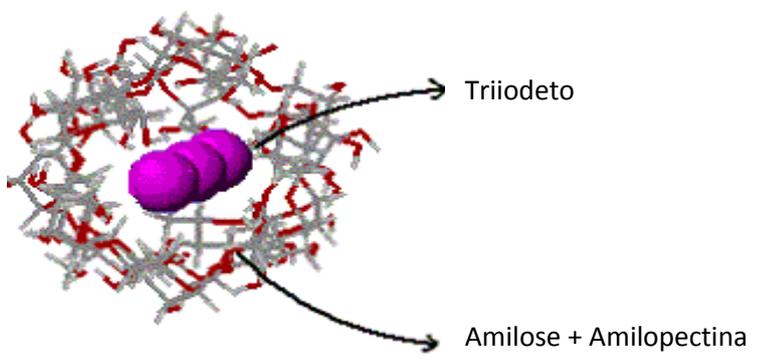
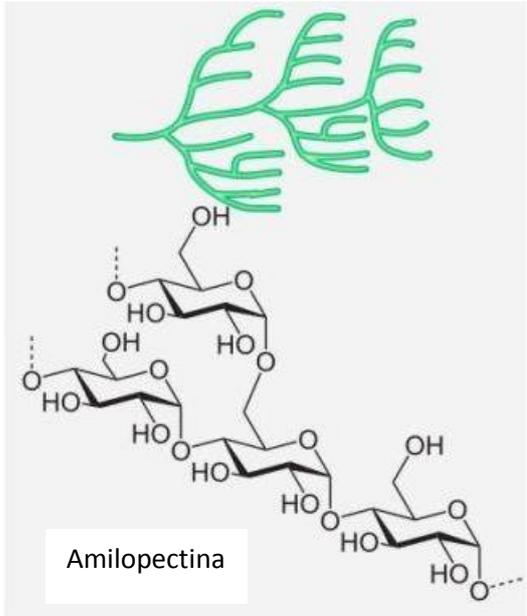
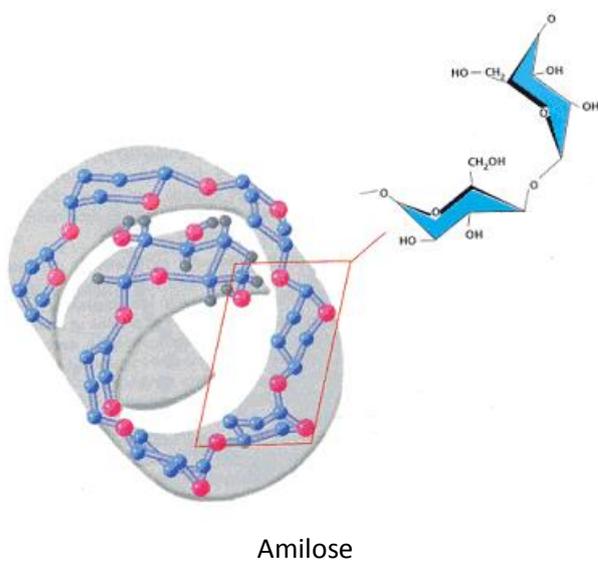


Figura 6 - Conformações espaciais da amilose, da amilopectina e do anião triiodeto ocluso (adaptado de [5,6]).

Este teste irá ser aplicado a duas soluções amostra, uma contendo pudim (que inclui amido de milho) e outra contendo rebuçado (branco), por adição da mesma quantidade de solução de iodo a ambas as soluções. No tubo que contém a amostra de pudim aparece uma coloração azul acinzentada, enquanto no da amostra sem amido (rebuçado) não se desenvolve cor.

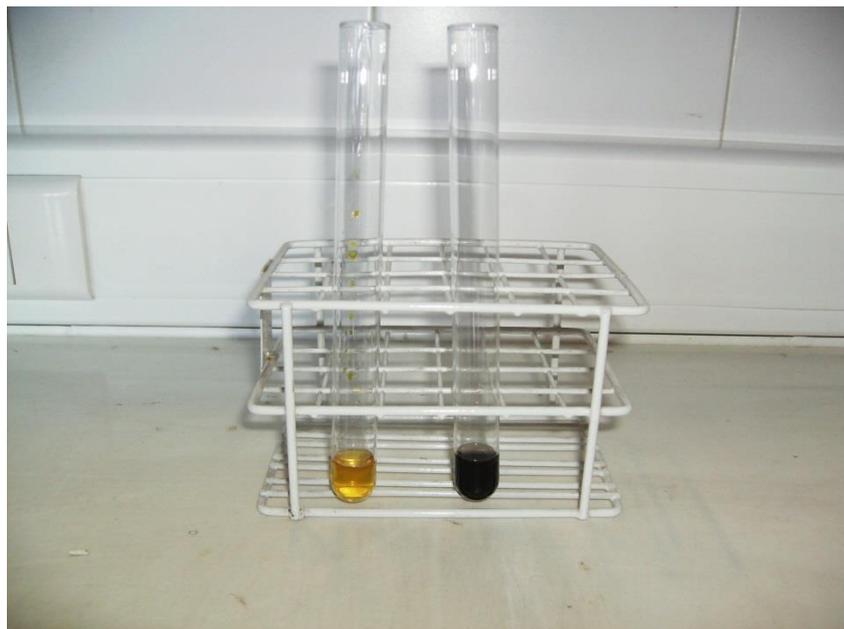


Figura 7 - Teste da presença de amido numa amostra de rebuçado (negativo) e de pudim (positivo).

### Presença de proteínas

As proteínas são macromoléculas constituídas por cadeias longas, que podem incluir centenas ou milhares de unidades estruturais (os aminoácidos). A gelatina e as gomas contêm na sua composição proteínas, se bem que em teor muito mais baixo do que as que existem na carne ou nos lacticínios, não podendo portanto ser consideradas uma boa fonte proteica. Existe gelatina de origem animal (usualmente encontrada nos supermercados) e de origem vegetal. A proteína (colagénio) da gelatina animal (mais comum) é extraída de ossos, pele, cascos, cartilagens e tendões de animais (vaca, porco), enquanto a gelatina vegetal é obtida a partir de algas como, por exemplo, agar-agar.

Na proteína da gelatina (colagénio) existem três cadeias de aminoácidos (cadeias de polipeptídeos) que se alinham e se enlaçam umas em torno das outras, formando uma estrutura helicoidal tripla (ver *Fig. 8*) unida por ligações fracas que se estabelecem entre os aminoácidos localizados dentro dessa estrutura.

Nesta experiência irá ser realizado o teste do biureto para detecção de proteínas em gomas e gelatinas. Este teste baseia-se no facto de soluções alcalinas que contêm biureto (composto resultante da decomposição da ureia a 180°C) desenvolverem uma cor violeta na presença de sulfato de cobre, devido à formação de um complexo entre o ião cobre e os átomos de azoto do biureto.

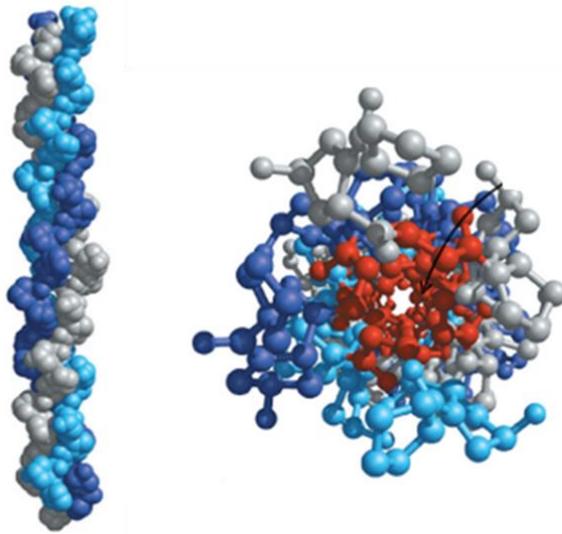
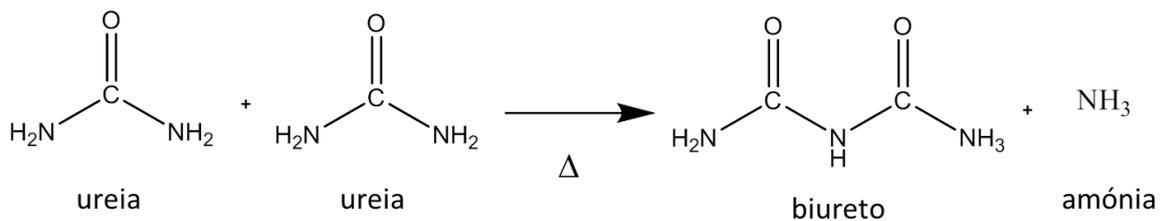


Figura 8 - Estrutura helicoidal tripla do colagénio, evidenciando os resíduos de glicina (vermelho) no centro da hélice (adaptado de [7]).



Na Fig. 9 é possível verificar a semelhança entre as ligações existentes na molécula de biureto ao cobre e as correspondentes ligações peptídicas estabelecidas para os aminoácidos nos peptídeos e proteínas.

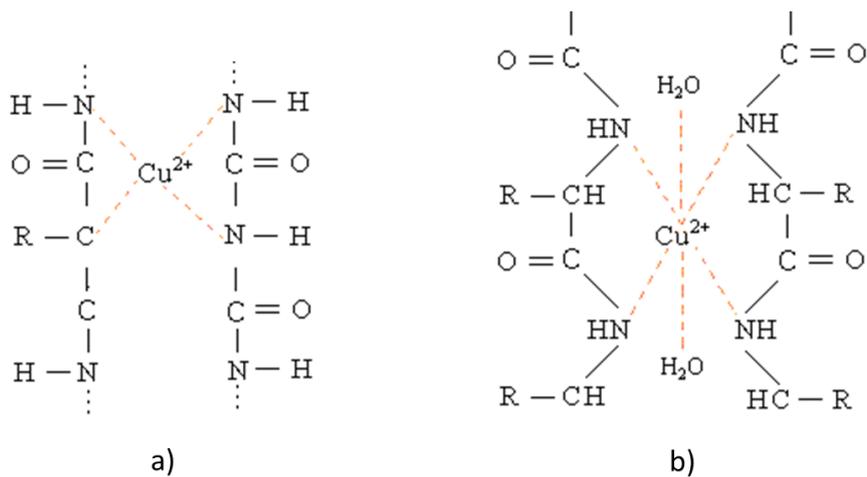


Figura 9 - Formação de complexos de cobre com o biureto (a) e com ligações peptídicas numa proteína (b).

Por essa razão, a identificação de proteínas é feita usando sulfato de cobre em meio básico e este teste de identificação é chamado teste do biureto. Se a mistura reaccional resultante adquirir uma cor violeta, então é porque a amostra contém proteínas.



Figura 10 - Teste positivo do biureto para uma amostra de goma.

## Referências

- [1] <http://cen.acs.org/articles/92/i6/Choices-Natural-Colors.html> (consultado em 13 de Janeiro de 2017).
- [2] [http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas\\_ch/benedict.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/benedict.htm) (consultado em 16 de Janeiro de 2017).
- [3] O.V. Brenna, E.L.M. Ceppi, G. Giovanelli, Food Chem. 115 (2009) 119-123.
- [4] G. C. Yen, P. D. Duh, "Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species", J. Agric. Food Chem. 42 (1994) 629-632.
- [5] [http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas\\_ch/teste\\_amido.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm) (consultado em 18 de Janeiro de 2017).
- [6] <http://www.laproteina.es/tienda/920-amilopectina-electrolitos-2-kg.html> (consultado em 18 de Janeiro de 2017).
- [7] [http://bioquimicaufal.blogspot.pt/2012/11/aula-01\\_15.html](http://bioquimicaufal.blogspot.pt/2012/11/aula-01_15.html) (consultado em 18 de Janeiro de 2017).

## Agradecimento

Agradeço à Técnica de Laboratório Ana Isabel Vicente a sua colaboração na optimização deste módulo e na realização das fotografias que documentam as respectivas experiências.

# Encontro com a Engenharia Química

Fátima Rosa, Licínio Ferreira

Centro Cerena-Centro de Recursos Naturais e Ambiente, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

Queremos mostrar que a Engenharia Química está presente no nosso dia a dia e que desempenha um papel importante na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, inovação e divulgação no apoio à indústria nacional.

## Técnicas de tratamento de água - Teste dos jarros

A água é um recurso natural indispensável à Vida. Diariamente, usamos a água nas mais diversas actividades: alimentação, higiene pessoal, rega, limpeza, indústria e agricultura.

A água para consumo humano é considerada de qualidade – água potável - quando não oferece riscos para a saúde, isto é, considera-se própria para consumo quando os valores de determinados parâmetros, nomeadamente físico-químicos, microbiológicos e radioactivos respeitam limites previamente definidos Fig. 1.



Figura 5 - Água potável



Figura 2 - Represa



Figura 3 - Rio

Pela observação das figuras 2 e 3 verifica-se que a água pode apresentar substâncias dissolvidas ou em suspensão, detritos, necessitando de tratamento para que fique limpa e sem sabores ou odores estranhos, própria para consumo.

A qualidade de água captada varia ao longo do tempo e de acordo com a época e regime de chuvas. A água da chuva e das regas ao passar pelos campos carrega elementos do ar, solo e elementos potencialmente provenientes da poluição causada pelo homem e confere aos cursos de água diferentes características, tornando necessários diversos processos para o seu tratamento em instalações adequadas.

Tipicamente, um processo de tratamento de água passa por diferentes etapas:

- 1 - Pré-cloração. Adição de cloro que facilita a eliminação de matéria orgânica e metais.
- 2 - Pré- alcalinização. Adição de cal para ajuste de pH.
- 3 - Coagulação. Adição de sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante.
- 4 - Floculação. Mistura lenta da água com um floculante.
- 5 - Decantação. Separação dos flocos formados na etapa anterior
- 6 - Filtração. Retém o que restou da decantação.
- 7 - Pós alcalinização. Ajuste do pH para evitar corrosão ou incrustações nas canalizações.
- 8 - Desinfecção. Adição de cloro para garantir que a água fica isenta de bactérias e vírus.
- 9 - Fluoretação. Adição de fluor para prevenir cáries.

## Teste dos jarros



Figura 4 - Teste dos jarros

O teste dos jarros é um processo utilizado nas estações de tratamento de água para a determinação do pH ideal e das quantidades de floculante e coagulante mais adequadas.

Através da coagulação, as partículas coloidais são neutralizadas e aglutinadas em partículas de maiores dimensões, sendo coagulantes mais comuns os sais de ferro e alumínio. Para que todo o coagulante se dissolva na água, a mistura deve ocorrer com agitação.

O processo de coagulação depende de vários parâmetros: pH do meio, quantidade de coagulante, variabilidade e quantidade de partículas suspensas e velocidade de agitação da mistura.

A seguir ao processo de coagulação segue-se a adição de um floculante para promover a agregação das partículas formadas na coagulação. No início da floculação a velocidade deve ser maior pois as partículas ainda se encontram dispersas na água mas deve diminuir em seguida, pois como há um aumento considerável dos flocos uma grande agitação pode quebrá-los.

Após a floculação e coagulação a água sofre uma decantação, processo de separação das partículas sólidas em suspensão que se vão depositando pela acção da gravidade e que resultaram pela floculação e coagulação em flocos de maior dimensão e mais densos que a água.

Pela observação da figura 4, verifica-se que o primeiro copo, onde não se adicionou nem floculante nem coagulante, continua com coloração. No segundo copo, juntou-se coagulante e pode verificar-se alguma deposição de partículas, mas a água ainda apresenta turvação, indicador da presença de material em suspensão. No último copo adicionou-se floculante e coagulante. Formaram-se flocos de maiores dimensões, a decantação foi mais rápida e a água ficou com um aspecto mais límpido.

A água resultante da decantação passa por filtros (Figura 5) formados por camadas de carvão, areia e pedras que irão reter as impurezas restantes da fase anterior. Finalmente é ajustado o pH e para garantir a pureza da água adiciona-se cloro e fluor.



Figura 5 - Filtro de areia

Uma estação de tratamento de água pode esquematicamente representar-se como na Figura seguinte:



Figura 6 - Estação de tratamento de água<sup>1</sup>.

A velocidade de sedimentação de uma partícula é muito importante na limpeza da água visto que partículas com velocidade de sedimentação baixa tendem a flutuar à superfície, enquanto que partículas com velocidade de sedimentação alta tendem a depositar-se no fundo formando uma camada.

A velocidade de sedimentação de uma partícula é função de vários parâmetros, como sejam a sua densidade, diâmetro, forma e esfericidade, bem como a densidade e viscosidade do fluido.

Na natureza, a dimensão das partículas sedimentares é muito variável, podendo encontrar-se elementos da ordem de algumas micras a metros de diâmetro. Em função disso, assim se utilizam floculantes e coagulantes diversos, para formar partículas maiores e mais facilmente removíveis.

## Ultrafiltração

A filtração por membrana é uma das modernas tecnologias utilizadas para a clarificação, concentração e separação de componentes, dessalinização e purificação de uma grande variedade de bebidas. É também aplicada com o objectivo de melhor garantir a segurança alimentar de muitos produtos pois reduz a contaminação microbiana e elimina substâncias indesejáveis, dispensando o recurso a tratamentos mais invasivos, nomeadamente térmicos.

Esta técnica utiliza uma barreira física sob a forma de membrana porosa ou filtro para separar as partículas num fluido, como pode ver-se na figura 7. Estas partículas são separadas com base no seu tamanho e forma, utilizando o efeito da pressão e membranas especialmente desenhadas com esse objectivo, com poros de diferentes diâmetros

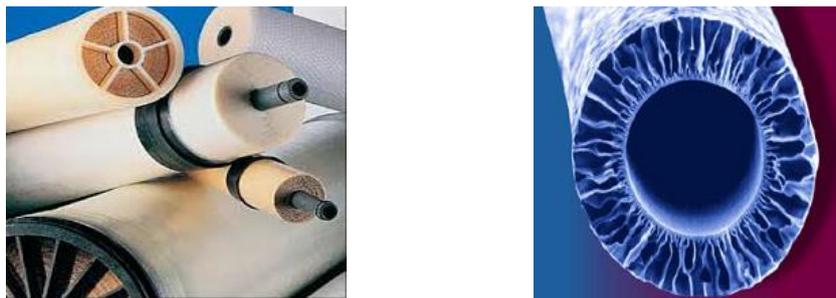


Figura 7 - Membranas de ultrafiltração <sup>2</sup>

Embora haja diferentes métodos de filtração por membrana (osmose inversa, nanofiltração, ultrafiltração e microfiltração, em ordem crescente do diâmetro dos poros da membrana), todos eles visam a separação ou concentração de substâncias num líquido.

A ultrafiltração é um processo intermédio no que refere ao tamanho dos poros, retendo tipicamente moléculas com massa molar entre 500 e 500 000 Daltons.

A ultrafiltração do leite representa a primeira verdadeira inovação na história da confecção do queijo, oferecendo vantagens consideráveis<sup>3</sup>. Durante o processo de fabrico de queijo, alguns dos nutrientes presentes no leite são perdidos no soro (hidratos de carbono, vitaminas solúveis e minerais). A ultrafiltração revelou-se um meio eficaz para recuperar estes subprodutos, que podem ser utilizados posteriormente.

Também no tratamento de efluentes a aplicação da técnica de ultrafiltração tem sido amplamente utilizada, não só evitando contaminações de diversa ordem, nomeadamente ambientais, mas também com o objectivo de recuperação de compostos presentes na corrente descarregada, para possível reutilização.

As águas residuais da indústria têxtil, dado o alto teor de corantes que normalmente apresentam, proporcionam um exemplo representativo. Muitos destes efluentes e seus subprodutos, para além da toxicidade para o Homem, podem também, sem o devido tratamento, ser altamente prejudiciais para a fauna e flora aquáticas. A eliminação ou diminuição destes impactos para níveis seguros, permitindo a reutilização da água, tornam estes processos de separação com membranas de grande utilidade.

Na ultrafiltração, a força que promove o transporte é a pressão que actua sobre a solução de alimentação, fazendo-a passar tangencialmente sobre a membrana de ultrafiltração. As macromoléculas são retidas enquanto o solvente passa livremente. A solução de alimentação dá origem a duas correntes, sendo uma designada por rejeitado, constituída pelos solutos que ficam retidos na membrana e outra, designada por permeado, que é constituída pelo solvente, como pode ver-se na foto seguinte (Figura 8) de uma mini instalação piloto.

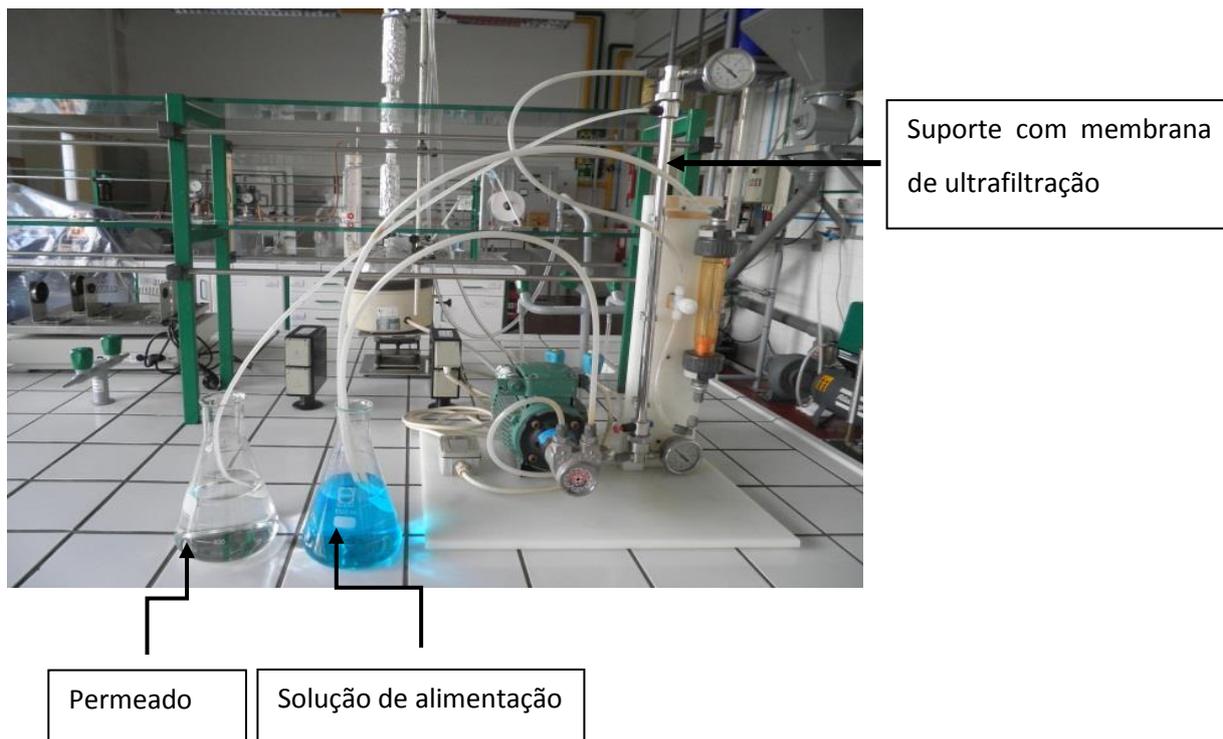


Figura 8 - Mini instalação piloto

## Polímeros Superabsorventes

Os polímeros são materiais macromoleculares de grande importância socio-económica, cuja crescente utilização se deve essencialmente à grande diversidade de propriedades e aplicações. Na sua composição podem entrar uma ou várias unidades químicas, os monómeros.

Os polímeros que apresentam uma grande capacidade de absorção – polímeros hidrofílicos capazes de absorver grandes quantidades de fluidos por alojamento entre as moléculas- são conhecidos como polímeros superabsorventes. Cada grama de polímero pode absorver cerca de 100 a 1000 vezes o seu peso em água. Esta capacidade depende da estrutura da rede dos polímeros, que por sua vez é resultado dos monómeros utilizados e do processo de produção<sup>4</sup>.

Os superabsorventes têm sido habitualmente produzidos pela polimerização de ácido acrílico  $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ , ésteres acrílicos, acrilamida  $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$  e outros monómeros insaturados pela técnica de polimerização radicalar.



Figura 9 - Montagem laboratorial para produção de polímeros

No seu estado seco as longas cadeias de polímero são enroladas (Figura 10<sup>a</sup>). Quando absorvem líquido elas desenrolam e a rede expande. O líquido é então armazenado nos espaços da rede molecular e o material forma um gel (Figura 10<sup>b</sup>).

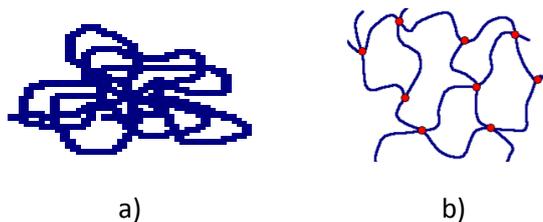


Figura 10 - a) Cadeias de polímero enroladas e b) Cadeias de polímero desenroladas

É interessante verificar que, dada a sua pequena dimensão, medir uma pequena partícula de polímero seco com uma régua é muito difícil. Só depois de se adicionar água se consegue, consequência da sua grande capacidade de absorção (Figura 11).

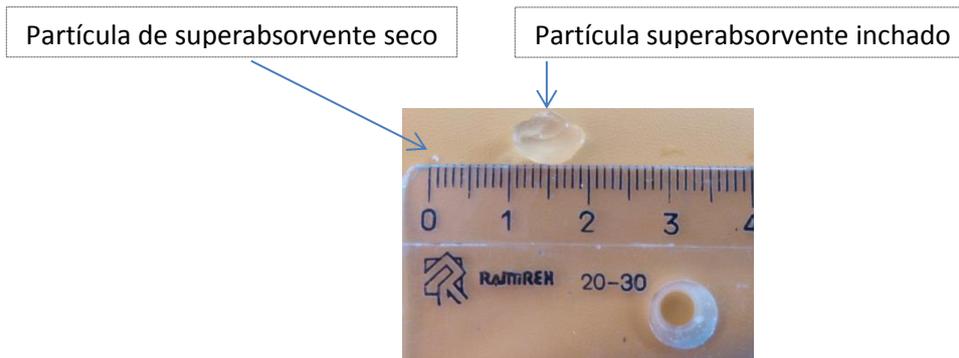


Figura 11 - Dimensões de partícula de polímero

Várias aplicações têm-se revelado de particular interesse, sendo que uma parte significativa do actual mercado se relaciona com produtos de cuidados higiénicos, nomeadamente fraldas. Usam-se também em áreas tão diversas como a agricultura, medicina, em processos de separação de soluções diluídas de materiais orgânicos ou biológicos, como por exemplo para remover a água do soro do queijo, etc. Aplicam-se também em combustíveis para remover a água como contaminante e no tratamento de efluentes.

Por exemplo nas fraldas, a utilização de partículas de material superabsorvente permite simultaneamente diminuir a quantidade de algodão a utilizar, uma vantagem económica, e reduzir a espessura da fralda, aumentando o bem-estar do utilizador.

Pesar uma fralda seca e uma certa quantidade de polímero antes e depois de os termos introduzido numa tina de água, permite-nos estimar o sucesso da aplicação destes materiais em termos de capacidade de absorção, como se observa na Figura 12.



Figura 12 - Capacidade de absorção de um polímero numa fralda

Na Agricultura, permite uma melhoria das condições ecológicas em áreas desertificadas ou em vias de desertificação, diminuição dos efeitos de seca por aumento da retenção de água à superfície dos solos, ficando mais disponível para a planta, permitindo assim um melhor desenvolvimento das culturas.

## Referências

1 – <http://www.soq.com.br/conteudos/ef/agua/p8.php> acedido em 16 de Janeiro de 2017

2 – <http://www.directindustry.com/pt/fabricante-industrial/membrana-ultrafiltracao-94568.html>

3 – Minhalma, M., and Norberta de Pinho, M. Flocculation/Flotation/Ultrafiltration Integrated Process for the Treatment of Cork Processing Wastewaters. *Environmental Science and Technology* 35, 4916-4921, 2001

4 – F. Rosa, J. Bordado, M. Casquilho, J. *Polym. Sci. Pt. B: Polym. Phys.* 42, 505–514, 2004

### Agradecimento

Agradeço à técnica do Laboratório de Tecnologia, Eng<sup>a</sup> Isabel Leiria, a preciosa colaboração e empenho na preparação e montagem dos trabalhos.

# NEQIST e o Cálice de Fogo

Beatriz Duarte, Beatriz Forte, Diana António, João Barras, Maria de Fátima Calixto, Miguel Guedes, Sara Vieira

Alunos de Mestrado Integrado em Engenharia Química do NEQIST, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

## Fogo Colorido

### Introdução

É inegável a espetacularidade desta experiência e é certo que impressiona sempre, tanto miúdos como graúdos! Mas há muita química, e de interesse, por detrás dela. Para o “mundo da Química”, esta experiência tem o nome de “Teste de Chama” e usualmente é utilizada para descobrir determinados elementos numa substância, tendo por base duas premissas, o efeito oxidante da chama e o modelo atómico de Bohr.

### Material e Reagentes

- Espátulas
- Goblé
- Vidro de relógio (para cobrir o goblé)
- Pipeta
- Isqueiro
- Recipiente apropriado para conter fogo
- Combustível: Metanol
- Ácido bórico
- Cloreto de Cobre
- Cloreto de Potássio

### Procedimento Experimental

Esta experiência tem como procedimento três passos bastante elementares:

1. Deve-se colocar o sal que se pretende comburir num recipiente apropriado;
2. Cobrir o sal com um agente que permitirá a ignição e a combustão do mesmo. Por exemplo, o etanol ou o metanol;
3. Deitar-se fogo.

Como é perceptível por estes três pontos, o procedimento é relativamente elementar. No entanto, é necessário ter em conta alguns aspetos:

1. Todo o procedimento deve ser efetuado na hotte e não devem existir elementos inflamáveis por perto, devido ao uso de chama.
2. Não existem quantidades estipuladas de reagentes a usar. Porém, deve-se adicionar tanto mais sal quanto mais tempo se quer que a chama dure. O reagente que permitirá a ignição deve ser adicionado para que permita que todo o sal seja comburido. No entanto, uma adição em excesso de etanol ou metanol, poderá fazer com que a chama apresente a cor característica da queima destes álcoois em vez de apresentar a cor de chama do sal.

### Explicação

Segundo o modelo atómico de Bohr, os eletrões de um determinado átomo rodeiam o núcleo deste átomo em órbitas que têm níveis de energia quantificados. Quando estes eletrões absorvem energia, aumentam de nível, ou seja, passam para um estado excitado. Este eletrão tende agora a voltar para o estado mais estável onde se encontrava, o estado fundamental. Ao fazer isto, liberta energia na forma de ondas eletromagnéticas no espectro do visível, sendo que a frequência destas ondas são características de cada átomo. É este facto que permite que diferentes elementos possam emitir diferentes cores durante o “Teste de Chama”.

Nesta experiência utiliza-se Ácido Bórico, cuja cor esperada é o verde. Cloreto de Cobre que emitirá uma cor azulada, e por fim, Cloreto de Potássio cuja cor característica é o Lilás. Porém, existem outros compostos que poderiam ser utilizados e que teriam um efeito similar, como o Cloreto de Sódio que apresenta uma cor amarelada ou o Cloreto de Magnésio que apresentaria uma cor branca brilhante.



Figura 6 – Fogo colorido usando (da esquerda para a direita): ácido bórico, Cloreto de Cobre e Cloreto de Potássio.

### Referências

[1] - <http://www.infoescola.com/quimica/teste-da-chama/>

## “Black Snake”

### Material e Reagentes:

- Bicarbonato de Sódio
- Açúcar
- Etanol (Esguicho)
- Recipiente apropriado para conter o fogo

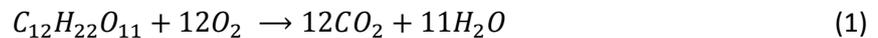
### Procedimento experimental

O procedimento desta experiência é bastante simples e é feita em três passos:

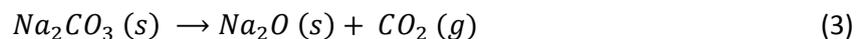
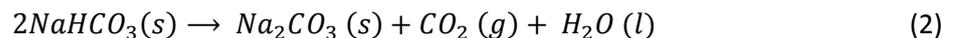
- 1º - Mistura-se açúcar e bicarbonato de sódio numa proporção de 4:1;
- 2º - Cobre-se com álcool;
- 3º- Deita-se fogo.

### Explicação

Quando se deita fogo sobre a mistura dá-se as combustões completa (equação 1) e incompleta da sacarose presente no açúcar. Durante a combustão completa há libertação de Dióxido de Carbono e de água, enquanto na combustão incompleta se forma Carbono, um dos principais constituintes do carvão que dá a tonalidade preta à cobra.



Ao mesmo tempo, o bicarbonato de sódio sofre decomposição térmica, segundo as equações 2 e 3:



O dióxido de carbono libertado tanto na combustão como na decomposição térmica faz com que a estrutura se encha de gás e dê o efeito da cobra subir.



Figura 7 – Reação de combustão a ocorrer à medida que o “Black Snake” se forma.

### Cuidados a ter

A experiência exige o uso de uma chama pelo qual é necessário garantir que não se encontram substâncias inflamáveis por perto. A reação é feita sob proteção da hotte devido à liberação dos gases.

### Referências

[2] [https://www.youtube.com/watch?v=Z2\\_rwr\\_qEkA](https://www.youtube.com/watch?v=Z2_rwr_qEkA)

[3] <http://www.manualdomundo.com.br/2014/01/como-fazer-a-serpente-do-farao/>

## A vela que levanta a água

### Introdução

A seguinte experiência está relacionada com os efeitos da variação da pressão e volume dos gases com a Temperatura.

### Material

- Um prato fundo
- Uma vela
- Água
- Corante
- Fósforo ou Isqueiro
- Garrafa de vidro

## Procedimento Experimental

1. Fixa-se a vela no centro do prato
2. Coloca-se água no prato e tingem-se a água com o corante;
3. Acende-se a vela;
4. Coloca-se a garrafa de vidro ao contrário sobre a vela;
5. Observa-se o que acontece.

A intensidade da vela irá diminuir até se apagar, momento no qual o nível da água irá subir significativamente no interior da garrafa.

## Explicação

Quando se coloca a garrafa sobre a vela, esta fica cheia de ar quente. Após a vela se apagar o ar arrefece rapidamente, baixando assim a pressão no interior da garrafa. Isto faz com que a pressão no seu interior seja menor que a pressão atmosférica, o que provoca a subida do nível da água dentro da garrafa.

## Referências

[4] <http://azeheb.com.br/blog/experimento-de-fisica-a-vela-que-levanta-a-agua/>

## Bolhas de sabão gigantes

### Material e Reagentes

- Água;
- Detergente da loiça;
- Glicerina;
- Alguidar;
- Arame;
- Mangueira;
- Fita-adesiva.

### Procedimento experimental

Num recipiente, de preferência com o diâmetro necessário para se colocar o objeto com que se vai fazer as bolhas, adicionou-se 100 mL de água, 50 mL de detergente e 20 mL de glicerina. Deve-se esperar de preferência algumas horas para se obter melhores resultados.

Construiu-se uma argola, tendo por base arame envolto numa mangueira unida por fita adesiva (com resistência à água). Por fim, colocou-se a argola na mistura e deslocou-se a argola no ar, formando bolhas de sabão gigantes.

### Explicação

O detergente permite diminuir a tensão superficial da água, permitindo assim a formação das bolhas. Já a glicerina diminui a evaporação da água, tornando as bolhas mais duradoras, visto que assim não rebentam tão rapidamente.

### Referências

[5] <https://www.youtube.com/watch?v=JMmhSluqyws>

# “Quem é Quem na Tabela Periódica”:

## Localização, Ação, Reação!

Ana Knittel<sup>a</sup>, Cristina Gomes de Azevedo<sup>b</sup>, Marta Coelho<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Aluna do Mestrado Integrado em Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

<sup>b</sup> Centro de Química Estrutural, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

<sup>c</sup> Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

### Introdução

A vida na terra baseia-se em compostos nos quais intervêm essencialmente quatro elementos químicos: o carbono, o nitrogénio, o hidrogénio e o azoto. Juntamente com pouco mais de uma centena de outros elementos químicos naturais, que podem juntar-se em infinitas combinações, permitem justificar a imensa diversidade de materiais que nos rodeiam.

Embora os químicos do séc. XIX não conhecessem ainda a estrutura dos átomos, reconheceram tendências periódicas nas propriedades físicas e químicas dos elementos conhecidos, que procuraram sistematizar. As tentativas de organizar os elementos químicos resultaram da necessidade de reunir o máximo de informação, da forma mais simples para ser consultada. Ou seja, reunir toda a informação disponível acerca das características das substâncias elementares, e do reconhecimento de uma regularidade periódica nas propriedades físicas e químicas dessas substâncias.

A sistematização é uma forma de organização imprescindível nas mais variadas áreas do conhecimento. E a Química oferece-nos hoje umas das mais belas e úteis classificações conseguidas na história da ciência, que vamos estudar: **a Tabela Periódica dos elementos químicos**.

Embora tivessem surgido várias tabelas de elementos químicos desde o final do sec. XVIII, a primeira tabela periódica que deu origem à tabela atual foi pensada por Mendeleiev. Este químico russo elaborou aquela tabela para evidenciar a variação periódica das propriedades dos 66 elementos químicos, conhecidos até à altura.

Atualmente a tabela periódica (figura 1) é constituída por mais de uma centena de elementos químicos (uns naturais, outros sintetizados) agrupados de acordo com as suas propriedades físicas e químicas, em 18 grupos ou famílias (linhas verticais) e 7 períodos (linhas horizontais).

Os elementos do grupo 1 são chamados *metais alcalinos*, os do grupo 2 são os *metais alcalino-terrosos*, os do grupo 17 são os *halogéneos* e os do grupo 18 são conhecidos por *gases nobres*, *raros* ou *inertes*. Os elementos dos grupos 1 e 2 constituem o *bloco s* e os do 13 ao 17 formam o *bloco p*. Juntos constituem os *elementos representativos*. Nos grupos 3 ao 12 encontram-se os *metais de transição*. Existem ainda os *lantânídeos* e *actinídeos*.

Os elementos da tabela periódica agregam-se formando entidades mais complexas, as moléculas. A **localização** de um determinado elemento na tabela periódica, e consequentemente as suas propriedades, vai refletir-se nas moléculas que forma, condicionar a sua **ação** e induzir as **reações** em que participa.

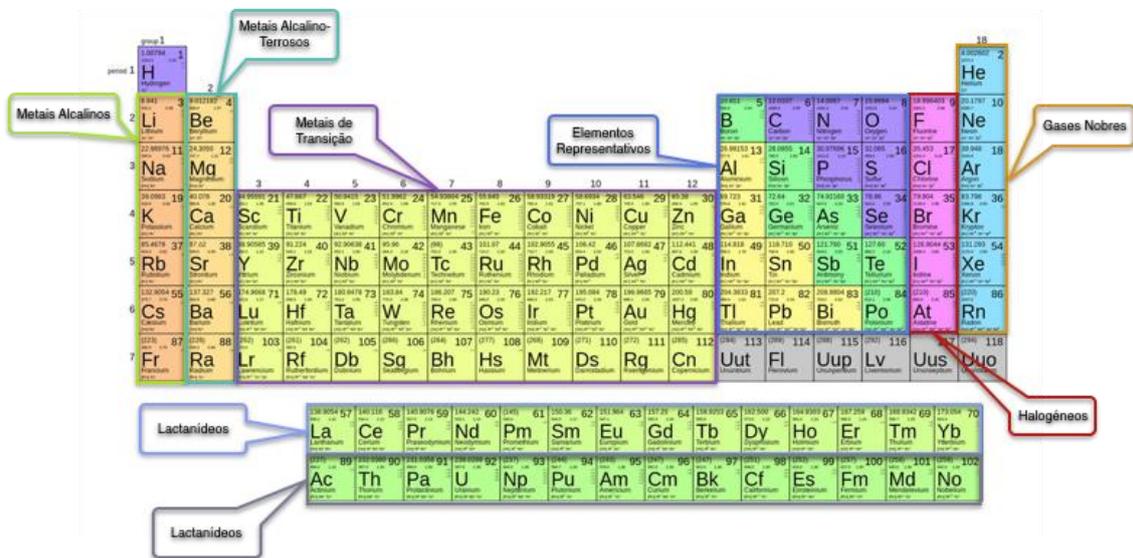


Figura 1 – Tabela Periódica

### Localização

Todos já assistimos maravilhados a um espetáculo de pirotecnia, ou seja, o famoso fogo-de-artifício (figura 2). De onde veem tantas cores e tanta luz?



Figura 1 - Fogo de artifício

Não é de admirar que este assunto esteja relacionado com a constituição do átomo – na vida (e aqui em particular, na química) tudo começa no átomo! Os átomos são partículas elementares constituintes de toda a matéria.

A olho nú um átomo não é visível! Têm dimensões tão reduzidas que só podem ser observadas mediante meios de observação sofisticados, com poderes de ampliação muito superiores ao de qualquer microscópio ótico.

O átomo é constituído por um núcleo, região central onde se concentram partículas denominadas prótons e neutrões, e pelos eletrões, que se encontram distribuídos em torno dele formando uma nuvem eletrónica. Os eletrões não têm todos a mesma energia e essa energia não varia de forma contínua, ou seja, apenas determinados valores de energia são permitidos aos eletrões. Diz-se então que os eletrões estão distribuídos por níveis de energia (ou camadas).

Cada elemento da tabela periódica (cada átomo) têm um número próprio de eletrões, distribuídos por camadas distintas, ou seja, energias diferentes.

A espetacularidade do fogo de artifício vem em grande parte da cor com que os metais ardem. A reação química que está por trás do fenômeno depende da “arrumação” dos elétrons entre esses níveis de energia. Essa distribuição é própria de cada átomo e diferente para cada um. A cor observada depende de como os elétrons estão repartidos pelos níveis de energia, pois a emissão de luz deve-se a transições eletrônicas para níveis de energia inferiores. Poderíamos dizer numa linguagem menos científica que, para cada átomo, os elétrons “saem” com uma energia diferente, e é essa energia a responsável pela luz. A “quantidade de energia” é responsável pela cor. Assim cada átomo de metal “arde” com uma cor diferente.

Nem todos os elementos da tabela periódica ardem com esta espetacularidade. Os metais são os candidatos ideais, já que libertam os respectivos elétrons com facilidade.

Os metais alcalino-terrosos como o bário, o magnésio e o estrôncio são muito utilizados em pirotécnica.

Os metais alcalinos embora não sendo utilizados no fogo-de-artifício, também ardem com chama de cor característica. A diversidade de cores é tão marcante e profunda que é um dos métodos em laboratório de identificação de metais-alcalinos e alcalino-terrosos.

Ou seja, este é um exemplo da importância da localização de um determinado elemento na tabela periódica - das similaridades que há entre elementos que pertencem à mesma família e das diferenças que os permitem distinguir uns dos outros.

A experiência que vamos fazer pretende ilustrar esse ponto. Vamos fazer ensaios de chama: numa chama de um bico de Bunsen faz-se arder um sal de um metal (indicados na figura 3) numa solução aquosa ou o mesmo embora no estado sólido.

A tabela periódica completa é mostrada, com os elementos estudados circundados por círculos coloridos. Os elementos estudados são: H, He, Li, Be, Na, Mg, K, Ca, Rb, Sr, Cs, Ba, Fr, Ra, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No.

Figura 3 - Elementos em Estudo

A chama vai tomar a cor característica de cada elemento, o que nos vai permitir distingui-los e identificá-los. Esta identificação é baseada no conhecimento prévio da cor respectiva de cada metal, informação esta disponível em livros da área (figura 4 e 5).

O lítio arde com chama carmim, o sódio amarela, o potássio violeta, o magnésio branca, o cálcio amarela avermelhada, o estrôncio vermelha carmim e o bário com uma cor verde amarelada.

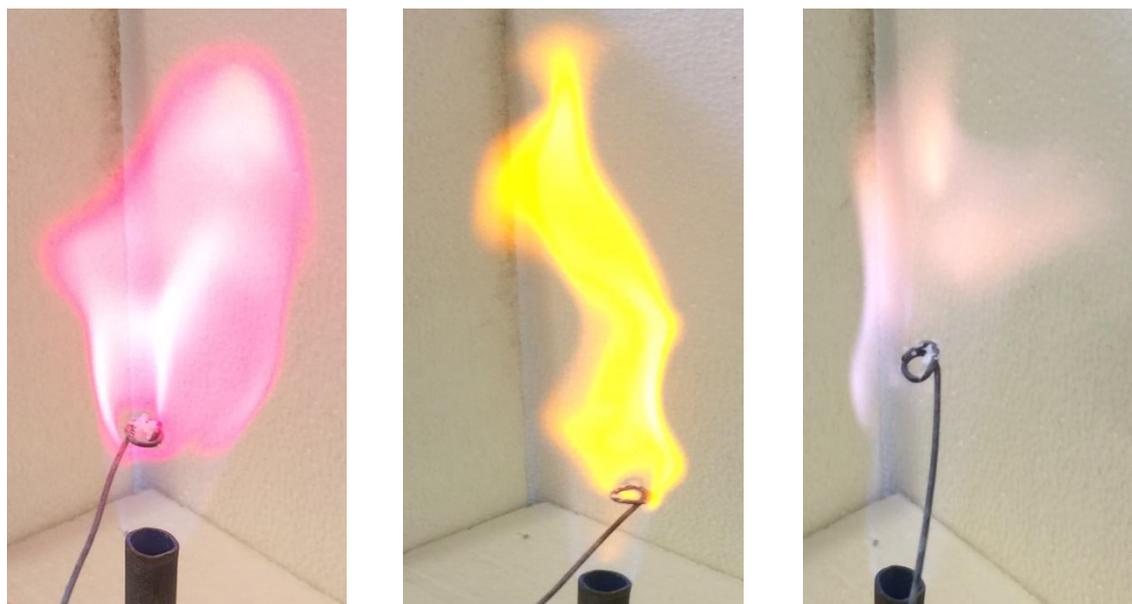


Figura 2 - Ensaios de Chama: Lítio, Sódio e Potássio

## Ação

A localização dos elementos reflete-se na maneira como interatuam. Da maneira como “fazem química”.

Já referimos que elementos do mesmo grupo têm uma distribuição de eletrões semelhante o que permite justificar a parecença das propriedades físicas e químicas desses elementos. Mas semelhança não é igualdade!! Então podemos dizer que a localização se reflete no comportamento face a uma determinada **ação**.

Este comportamento traduz-se no tipo de reações químicas, de como determinados elementos reagem entre si para formar moléculas e conseqüentemente as moléculas reagem umas com as outras. A experiência que vamos fazer vai incidir sobre bromo e iodo. Ambos são elementos do grupo 17 da tabela periódica (os halogéneos) e existem na forma de uma molécula diatómica (constituída por dois átomos), ou seja,  $Br_2$  e  $I_2$ . Existem moléculas desses elementos, que se denominam sais e em que existe o anião brometo -  $Br^-$  (átomo de Bromo que “ganhou” um eletrão) - ou o anião iodeto -  $I^-$  (átomo de Iodo que “ganhou” um eletrão) -. As nossas experiências vão incluir  $Br_2$ ,  $Br^-$ ,  $I_2$  e  $I^-$ .

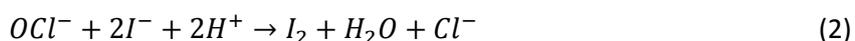
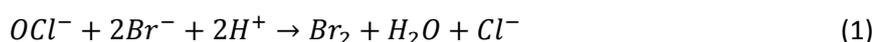
Vamos demonstrar que  $Br^-$  e  $I^-$  se vão comportar de maneira análoga quando sujeitos à mesma **ação**, mas ainda assim somos capazes de os distinguir através de uma outra **ação**, a mesma para os dois.

Vamos observar o comportamento de  $Br^-$  e  $I^-$  com lixívia (primeira **ação**) e seguidamente como podemos distinguir um elemento de outro, por adição de um solvente, o diclorometano,  $CH_2Cl_2$ , (segunda **ação**).

A lixívia, é um composto químico usado para limpeza e desinfecção de superfícies, cuja espécie química ativa é o hipoclorito de sódio (de fórmula química  $NaOCl$ ).

A primeira experiência que vamos fazer é o estudo da ação do ião hipoclorito ( $OCl^-$ ), que como referido anteriormente é a espécie ativa (a mais importante para nós), sobre soluções aquosas de sais de bromo e iodo, onde estão presentes o ião brometo,  $Br^-$  e iodeto,  $I^-$  respectivamente.

A química que está por trás destas reações denominadas reações redox (reações de redução-oxidação), excede o âmbito do vosso grau de ensino e apenas se apresentam a nível informativo (eq. 1 e eq. 2).



O que importa reter é que ação da lixívia, ou do hipoclorito, é a mesma para as duas espécies, ião brometo -  $Br^-$  - e iodeto -  $I^-$  -. Na reação a partir do ião brometo, uma solução incolor, forma-se bromo, de fórmula química  $Br_2$ , uma solução amarela (como indicado na eq. 1 e ilustrado na figura 6).

Na reação do ião iodeto, uma solução incolor, forma-se iodo, de fórmula química  $I_2$ , uma solução castanha (como indicado na eq. 2 e documentado na figura 6).

Consegue-se assim distinguir um do outro pela cor diferente de cada solução final.



Figura 3 - Formação de Bromo (amarelo) e Iodo (castanho)

Então a **ação** da lixívia sobre duas espécies pertencentes ao mesmo grupo da tabela periódica é aparentemente a mesma: transforma  $Br^-$  e  $I^-$  em  $Br_2$ , e  $I_2$ , respetivamente.

Embora seja visível que houve ação da lixívia em ambos os casos, para se saber se a **ação** (reação) foi a mesma, há que identificar os supostos produtos finais, ou seja a solução aquosa de  $Br_2$  e a solução aquosa de  $I_2$ . Para isso vamos proceder à segunda ação: adição de diclorometano, que é um líquido imiscível com água, de fórmula  $CH_2Cl_2$ . Vamos observar a dissolução de  $Br_2$  ou  $I_2$  em  $CH_2Cl_2$ . A **ação** diferente de  $CH_2Cl_2$  sobre as soluções aquosas,  $Br_2$  ou  $I_2$  (formando no primeiro caso uma solução amarela – (fig. 7) Bromo - e no segundo uma solução rosa – (fig. 7) Iodo -, permite distinguir os dois halogéneos.

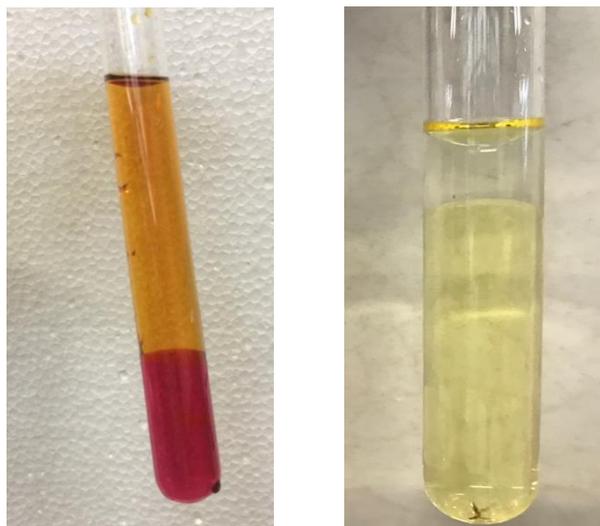


Figura 4 – Solução aquosa de  $I_2$  (laranja) e  $I_2$  em solução de diclorometano (rosa);  $Br_2$  em solução aquosa e de diclorometano (amarelo)

A química que está por trás deste comportamento também excede o âmbito do vosso grau de ensino, e assim sendo não vai ser discutida.

O importante é tirar conclusões das duas **ações** que tiveram lugar:

- i) A **ação** da lixívia sobre duas espécies pertencentes ao mesmo grupo da tabela periódica é a mesma (reação de oxidação redução);
- ii) a **ação** do diclorometano é diferente para a cada caso – soluções de cores diferentes.

Com qualquer das **ações** é possível identificar as várias espécies envolvidas nestas experiências!

### Reação

Estão bem presentes nas nossas vidas do quotidiano os efeitos nocivos do consumo de álcool, sendo que um dos mais comuns chega-nos geralmente através da televisão devido a mortes em acidentes rodoviários.

Assim é também cada vez mais utilizado (e falado) o famoso teste do balão, usado pela polícia para verificar se um determinado condutor se encontra alcoolizado.

A fig. 8 mostra o dispositivo utilizado para este fim que se designa por alcoolímetro.



Figura 5 - Alcoolímetro

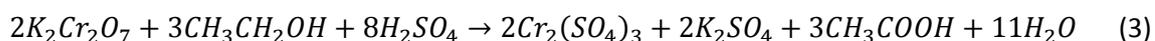
O princípio de deteção do grau alcoólico no corpo humano fundamenta-se nas mudanças das características elétricas de um sensor (incluído no alcoolímetro) sob os efeitos provocados pelos resíduos do álcool etílico no hálito do indivíduo.

Todo este processo de quantificação da concentração de álcool baseia-se numa reação química que envolve mudança de cor.

De uma forma muito simplificada o alcoolímetro é na verdade um equipamento que contém duas partes principais. Uma das partes é onde ocorre a **reação** química e a consequente mudança de cor; e a segunda um dispositivo elétrico que quantifica a quantidade de álcool a partir da comparação entre a cor inicial (antes de se “soprar no balão”) e a cor final.

A **reação** química é uma **reação** de oxidação-redução e pelas razões já referidas não se vai aprofundar a explicação deste tópico.

Deixamos apenas, para os mais interessados, a equação química que ocorre neste processo.



Como explicitado na equação, a solução inicial de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) – cor de laranja intenso – é convertida, em meio ácido, numa solução verde característica da presença do ião  $Cr(III)$  - fig. 9 -. Simultaneamente o álcool etílico ( $CH_3CH_2OH$ ) reage para dar ácido acético ( $CH_3COOH$ ).

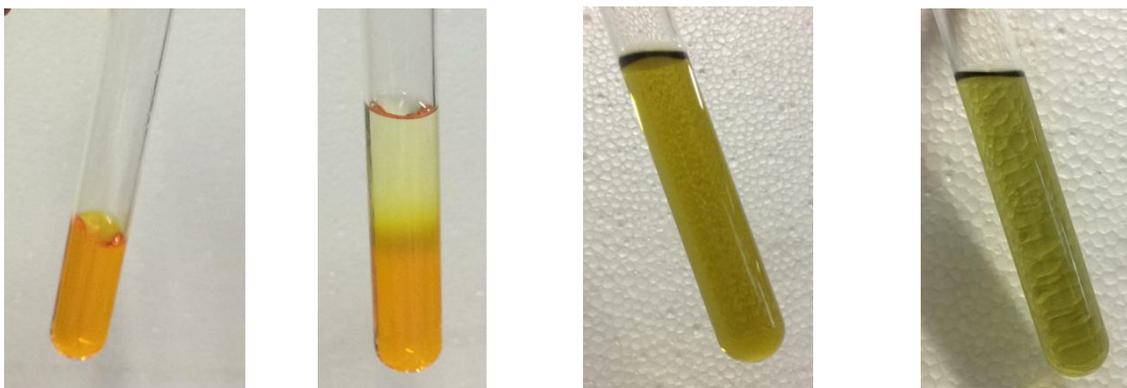


Figura 6 - Adição gradual de álcool etílico e consequente reação com o dicromato de potássio, em meio ácido.

## Conclusão

Das experiências realizadas podemos pensar numa espécie de “viagem no tempo”. Inicialmente começamos pelos primórdios da química, envolvendo a sistematização dos elementos químicos e o significado da sua **localização** da tabela periódica.

De seguida avançamos no tempo e passámos à “revelação” da química (que denominámos **ação**) “dissecando”, nos exemplos escolhidos, todas as espécies envolvidas, as suas transformações e identificação.

Por fim, chegámos à era atual, em que mostramos uma **reação** utilizada vulgarmente no dia-a-dia – o teste do balão.

Curiosamente, a **localização**, **ação** e **reação** estão simultaneamente presentes em cada um destes três “momentos históricos”. A partir da **localização**, é-nos possível entender espetáculos como o fogo-de-artifício; sem **ação**, jamais poderíamos ter avançado no campo da **reação**, pois afinal de contas basta olharmos com atenção à nossa volta e vemos inúmeros produtos, que neste momento nos são essenciais, que de outra forma nunca lhes teríamos acesso.

Por outras palavras os avanços da química têm permitido atuar em diferentes áreas, proporcionando-nos o acesso a materiais muito distintos, que facilitam a nossa vida diária. É inquestionável a contribuição da Química para a qualidade de vida.

# Estação em Marte

Beatriz Duarte, Beatriz Forte, Diana António, João Barras, Maria de Fátima Calixto, Miguel Guedes, Sara Vieira

Alunos de Mestrado Integrado em Engenharia Química do NEQIST, Departamento de Engenharia Química, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa.

## Carro Marciano

### Introdução

Nesta estação, os alunos serão divididos em três grupos, sendo atribuído um monitor a cada grupo para os guiar no desenrolar do processo. O carácter interativo estará fortemente presente neste módulo, dado que os alunos serão convidados a serem os executores de toda a experiência. Isto é possível devido à sua simplicidade e abordagem do método “Learn by doing”. Pode ser ainda introduzida uma vertente competitiva na experiência, em que o grupo cujo carro percorrer uma maior distância sairá vencedor.

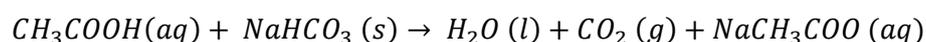
### Materiais e Reagentes

- Bicarbonato de Sódio
- Vinagre
- Materiais de construção (rodas, garrafas de plástico, entre outros)

### Procedimento

A primeira fase desta experiência é a construção do carro. Alguns aspetos fundamentais devem ser mencionados, como o facto de o carro dever ter rodas e uma câmara reacional, bem como o direcionamento do jato que irá propulsionar o carro. Em seguida, os alunos serão entregues à construção do carro, trabalhando em equipa para o conseguir. No final, o modelo deve ser avaliado quanto à segurança e estabilidade da estrutura, antes de ser posto em funcionamento.

É altura de colocar o combustível no interior do veículo. Coloca-se 100 mL de Vinagre, 50 mL de água e cerca de 5g de Bicarbonato de Sódio, com cuidado para não se misturarem de imediato. Fecha-se a tampa da garrafa e abana-se até se formar uma grande quantidade de bolhas. A reação a ocorrer no interior da garrafa é a seguinte:



Deve-se usar um excesso de Ácido Acético para garantir que todo o Bicarbonato de Sódio é consumido. Descobrir a proporção ideal de Vinagre e Bicarbonato de Sódio pode também fazer parte da experiência e ser um dos desafios propostos.

Por fim, abre-se a tampa e vê-se o carro ir.

## Referências

[1] S. Rochefort, E. Momsen, J. Hower, Kitchen Chemistry: The Chemical Reaction Powered Car, Dr. Skip's Corner: K-12 Teaching Adventures OSU Engineering, Março 2004

## Vulcão Marciano

### Introdução

Nesta estação, os alunos serão convidados a criar o seu próprio vulcão, trabalhando em equipa para o conseguir. O carácter interativo estará fortemente presente neste módulo, dado que os alunos serão convidados a serem os executores de toda a experiência. Isto é possível devido à sua simplicidade e à abordagem do método “Learn by doing”.

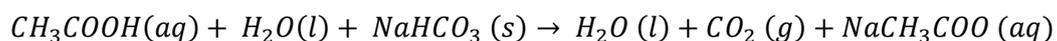
### Materiais e Reagentes

- Bicarbonato de Sódio
- Vinagre
- Detergente concentrado
- Plasticina
- Goblé de 25 mL e espátulas

### Procedimento

A primeira fase desta experiência é a construção do vulcão. Aos alunos será entregue plasticina de diversas cores e um goblé pequeno que funcionará como cone do vulcão. Aconselha-se a que o vulcão seja construído no interior de um tabuleiro.

É altura de colocar a lava no interior do vulcão. Coloca-se 10 mL de Vinagre, uma pequena quantidade de detergente concentrado e uma colher bem cheia de Bicarbonato de Sódio. De notar que as quantidades terão de ser maiores caso se use um goblé de maior volume. Caso se verifique necessário, misture os reagentes de modo a facilitar a reação. A reação a ocorrer no interior do cone do vulcão é a seguinte:



A presença do detergente irá, em conjunto com o gás Dióxido de Carbono libertado, tornar a lava mais espumosa. Caso se queira obter um efeito mais realista, pode-se adicionar corante alimentar vermelho antes de juntar o Bicarbonato de sódio.

Deve-se usar um excesso de Ácido Acético para garantir que todo o Bicarbonato de Sódio é consumido. Descobrir a proporção ideal de Vinagre e Bicarbonato de Sódio pode também fazer parte da experiência e ser um dos desafios propostos.

Por fim, observa-se a lava a escorrer para fora pelas paredes do vulcão.

## Referências

[1] S. Rochefort, E. Momsen, J. Hower, Kitchen Chemistry: The Chemical Reaction Powered Car, Dr. Skip's Corner: K-12 Teaching Adventures OSU Engineering, Março 2004

## Encher o Balão?

### Introdução

Nesta experiência recorre-se à mesma reação química, mas aplicada a um cenário diferente, de modo a focarmos aspetos diferentes da mesma.

### Materiais e Reagentes

- Bicarbonato de Sódio
- Vinagre
- Balões e funil
- Provetas 50 mL e espátulas

### Procedimento

Desta vez, 10 mL de vinagre serão introduzidos numa proveta. Com a ajuda do funil, coloca-se uma colher bem cheia de bicarbonato de sódio no interior do balão. De seguida, adapta-se o balão à extremidade da proveta e levanta-se o balão de modo a que o bicarbonato de sódio caia para o dentro da proveta. Se necessário, sacode-se a proveta para facilitar a reação. De notar que as quantidades poderão ter de ser maiores se o volume da proveta também o for. Observa-se então o balão a encher com o Dióxido Carbono gasoso produzido.

## Referências

[1] S. Rochefort, E. Momsen, J. Hower, Kitchen Chemistry: The Chemical Reaction Powered Car, Dr. Skip's Corner: K-12 Teaching Adventures OSU Engineering, Março 2004

# Equipa

## Coordenação

Maria Amélia Lemos

Cristina Gomes de Azevedo

Dulce Simão

## Palestras

Ana Charas

Carolina Belchior

Carolina Marques

Dulce Belo

Francisco Lemos

João Canário

João Paulo Telo

José Armando Silva

Maria Amélia Lemos

Marta Abrantes

Rúben Carvalho

Vera Pires

## Logística

Lurdes Ribeiro

NEQIST

## Módulos Experimentais

Ana Knittel

António Conceição

Beatriz Duarte

Beatriz Forte

Cristina Azevedo

Diana António

Dulce Simão

Fátima Rosa

Fernanda Carvalho

João Barras

José Armando Silva

Licínio Ferreira

Luís Santos

Maria de Fátima Calixto

Marta Coelho

Miguel Guedes

Sara Vieira

Sílvia Chaves

Vasco Bonifácio

## Apoio na Realização

Ana Vicente

Carla Carvalho

Carla Salvador

Isabel Leiria

Jorge Teixeira

Marta Coelho

NEQIST

NEMAT

## Apoio Laboratorial

Alunos dos Mestrados em:

Engenharia Química

Engenharia de Materiais

Engenharia Biológica

# Escolas Participantes

Agrupamento de Escolas Carlos Gargaté

Agrupamento de Escolas D. Filipa de Lencastre

Agrupamento de Escolas de Romeu Correia

Agrupamento de Escolas de Paço de Arcos

Colégio Académico

Colégio da Bafureira

Colégio Campo de Flores

Colégio Flor do Campo

Colégio Sagrado Coração de Maria

Colégio Santa Doroteia

Colégio São João de Brito

Colégio Valsassina

Escola EB1 da Laranjeiras

Escola EB 2,3 Marquesa de Alorna

Escola Profissional Magestil

Escola Secundária António Damásio

Escola Secundária Braamcamp Freire

Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho

Escola Secundária de Gago Coutinho em Alverca

Escola Secundária Fernão Mendes Pinto

Escola Secundária Frei Gonçalo Azevedo

Escola Secundária Luís de Freitas Branco

Escola Secundária da Portela

Escola Secundária de Sacavém

Escola Secundária do Porto Alto

Jardim Escola João de Deus

# Patrocínios

