

PRODUTOS NATURAIS OU FARMÁCIA VERDE? MITOS E FACTOS

Maria Eduarda Araújo

CQB e Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa
eduaraujo@fc.ul.pt

Natural products or green pharmacy? Myths and facts – *Natural products are mainly products of vegetable origin used for the treatment of multiple disorders. Because they are not obtained in the laboratory people believes that its use will only have advantages without any negative consequences. But is this correct? This text aims to destroy some myths on this subject using simple examples.*

Os produtos naturais são produtos principalmente de origem vegetal usados para o tratamento de múltiplas afecções. Pelo facto de não serem obtidos em laboratório, existe a crença de que o seu uso só terá vantagens, sem consequências negativas. Mas será que esta crença está correcta? Neste texto procura-se, com diversos exemplos, apresentar alguns factos e desmontar alguns mitos relativamente a este tema.

O QUE SÃO OS PRODUTOS NATURAIS?

Como o nome indica, Produtos Naturais são substâncias extraídas de plantas, fungos, animais ou ainda microrganismos. Uma substância obtida por síntese química, desde que seja quimicamente idêntica àquela obtida por extracção, embora o cidadão comum a considere um produto artificial, para o investigador em química é um Produto Natural.

No entanto, com o desenvolvimento da biotecnologia e o aparecimento e utilização de organismos geneticamente modificados, o conceito de “natural” tornou-se mais difícil de definir. Será “natural” uma molécula produzida por um microrganismo resultante da engenharia genética, o qual foi criado artificialmente? Se essa substância for produzida por organismos modificados poderá ser considerada “natural”? Certamente que não. O desenvolvimento da bioquímica, da biologia e da biotecnologia fez surgir questões relativamente a assuntos que se consideravam já encerrados [1].

Há milhares de anos que o Homem conhece os Produtos Naturais e os utiliza para os mais diversos fins. Eles raramente eram usados puros, sendo mais comum a utilização de extractos, de origem vegetal ou animal, de composição complexa, formados por misturas de vários compostos e portanto difíceis de conhecer na totalidade.

O QUE SIGNIFICA A EXPRESSÃO “FARMÁCIA VERDE”?

Este termo é pouco utilizado em português mas muito usado em inglês e provém de um livro da autoria do botânico James A. Duke [2]. Este autor, com extenso trabalho no campo dos produtos naturais medicinais é o autor de uma base de dados *on-line* de acesso livre onde estão listados vários milhares de plantas medicinais e a respectiva composição [3].

A utilização das plantas medicinais não é uma moda da sociedade actual. Baseia-se no conhecimento empírico que as várias populações, por todo o mundo, ao longo de milénios, foram acumulando e transmitindo às gerações seguintes, ao descobrir e utilizar os recursos disponíveis, ou seja, as plantas que existiam nos seus *habitats*, para curar ou minorar as enfermidades que as afligiam. A própria Organização Mundial de Saúde (OMS) reconhece a importância e o mérito deste conhecimento etnobotânico e possui na sua página da *Internet* quatro extensos volumes que cobrem 119 monografias sobre plantas medicinais, todas elas também de acesso livre [4].

ALGUNS MITOS

Mito 1: Tudo o que é natural é bom!

Existe o mito de que o uso de tudo o que é de origem natural, ou seja, dos metabolitos secundários principalmente de origem vegetal, será sempre benéfica.

Ora, bastam dois exemplos para destruir este mito:

- 1) Um glicósido: a amigdalina. A amendoeira-amarga (*Prunus dulcis* var. *amara* syn. *Prunus amygdalus*) é uma variedade da amendoeira. O fruto da amendoeira-amarga, a amêndoa amarga, apresenta um aspecto semelhante ao da amêndoa doce, só se distinguindo pelo sabor, que é muito acre. Ora, esta variedade possui na sua constituição um glicósido cianogénico, a amigdalinina (Figura 1) que, no tubo digestivo, liberta ácido cianídrico, o qual é altamente tóxico.

Apesar deste composto existir em pequena concentração nos frutos, se for ingerida uma quantidade significativa de amêndoas amargas isso pode tornar-se letal. Estima-se que a

ingestão de 20 a 30 amêndoas amargas, comidas de uma só vez, sejam suficientes para causar a morte de um adulto.

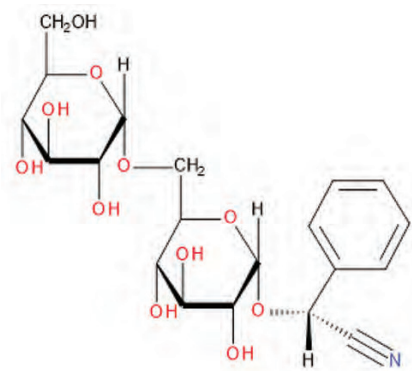


Figura 1 – Fórmula de estrutura da amigdalina

A amigdalina é uma substância conhecida desde a Antiguidade, embora só em 1830 tenha sido isolada por dois químicos franceses, Pierre-Jean Robiquet (1780-1840) e Boutron-Charlard (1796-1879), a partir do miolo das sementes da amendoeira-amarga. O conhecimento total da estrutura da molécula só foi conseguido por Haworth e Wylam, em 1923 [5]. Nos anos setenta do século XX, nos Estados Unidos da América, este composto ganhou a fama de ser um medicamento universal contra todos os tipos de cancro. O facto de ser de “origem natural” ajudou à disseminação desta ideia junto de certos sectores da população dos EUA. Analisando a fórmula molecular deste composto verifica-se que, em massa, a amigdalina contém seis por cento de cianeto. Se todo o cianeto de uma dose única de 500 mg fosse libertado, esta seria uma quantidade letal. Felizmente, a enzima necessária para que tal acontecesse é a beta-glucosidase, que não existe nos seres humanos. Quando a amigdalina é ministrada por via intravenosa, não sofre qualquer alteração metabólica significativa e é excretada pela urina. No entanto, quando a administração é realizada por via oral, a situação pode já não ser a mesma. A enzima beta-glucosidase está presente em vários alimentos comuns, inclusive em organismos probióticos comerciais que contenham o *Lactobacillus acidophilus*, o *Bifidobacterium lactis* ou o *Lactobacillus casei*, utilizados na fermentação do leite e das bebidas de soja. A toxicidade da amigdalina, portanto, depende inteiramente da disponibilidade, no tracto gastrointestinal, de beta-glucosidase. Sucede ainda que a ingestão próxima de vitamina C acelera a libertação de cianeto a partir da amigdalina, havendo relatos de envenenamento accidental por cianeto a partir da ingestão próxima de amigdalina e vitamina C [6]. Embora possa ser excretado sem provocar danos, a ingestão de um composto com este tipo de imprevisibilidade absoluta e havendo sempre a possibilidade de toxicidade extrema, deve ser considerada extremamente perigosa. Para além do mais, a sua actividade anticancerígena é controversa, nunca tendo ficado bem estabelecida.

- 2) Uma planta, a purgueira. A purgueira, ou pinhão-manso, como é conhecida no Brasil, de nome científico *Jatropha curcas*, é uma planta nativa da América do Sul e da América Central, mas que se espalhou por toda a zona tropical e subtropical de África e da Ásia. No pas-

sado, o arquipélago de Cabo Verde foi um importante produtor/exportador das sementes desta espécie para Portugal. Cresce bem em solos marginais e é muito utilizada para fazer cercas vivas. Na medicina popular dos países onde se cultiva é usada para o tratamento de diversas afecções, sendo-lhe atribuídas as seguintes propriedades: abortivas, anti-sépticas, cicatrizantes, depurativas, diuréticas, hemostáticas, ou seja, com a capacidade de parar as hemorragias, lactagogas, ou seja, facilita a produção de leite materno, narcóticas, purgativas e vermífugas. Neste mesmo tipo de medicina é ainda recomendada para o tratamento do cancro e como remédio para queimaduras, carbúnculo, dermatites, incontinência, reumatismo, dor ciática, entre outras. Esta planta recebeu nos últimos anos uma atenção particular pois as sementes são ricas num óleo usado como matéria-prima na produção de biodiesel. Contudo, esta é uma planta perigosa que produz sementes com sabor adocicado e potencialmente atractivas para as crianças, mas que são venenosas. Representa igualmente um risco para os animais que, em geral, não as comem mas que, numa situação de escassez, podem a isso ser levados.

A ingestão das sementes é irritante, aparecendo dores abdominais agudas e náusea cerca de meia-hora depois. Ocorre em seguida a diarreia, com manutenção da sensação de náusea. Nas intoxicações severas pode ocorrer desidratação e gastroenterite hemorrágica. Pode em seguida ocorrer depressão cardiovascular e colapso, sobretudo em crianças. A ingestão de duas sementes tem uma acção purgante poderosa e foi descrito que a ingestão de quatro a cinco sementes provocou a morte [7]. Os componentes tóxicos conhecidos são: a curcina, uma fitotoxina que se encontra principalmente nas sementes, mas também no fruto e na seiva. É uma molécula proteica, grande e complexa, de estrutura e acção fisiológica comparável à das toxinas de origem bacteriana e é semelhante ao rícino, a proteína tóxica das sementes do rícino; um óleo purgante, que contém uma pequena quantidade de um ácido irritante, o ácido curcanoleico; e forbóis, compostos diterpénicos que podem promover o aparecimento de tumores [8].

Mito 2: Se não fizer bem, mal também não faz!

E o que dizer deste segundo mito? Será que os “chás” que tomamos quando temos uma indisposição de estômago, ou insónias, são totalmente inócuos ou também devem ser olhados com atenção?

Um exemplo simples, o aloés, também conhecida por babosa, muito recomendado para tratar o cancro, e que é inclusive adicionado a iogurtes, possui várias contra-indicações que estão descritas na monografia da Organização Mundial da Saúde [9]: “Tal como acontece com outros laxantes estimulantes, produtos contendo aloés não devem ser utilizados em pacientes com estenose ou obstrução intestinal, atonia, desidratação grave com depleção de electrólitos, ou prisão de ventre crónica. O aloés não deve ser usado durante a gravidez ou lactação, excepto sob supervisão médica depois de avaliar os benefícios e riscos”.

E até uma planta tão vulgar como a camomila suscita algumas precauções: “A camomila é contra-indicada em pacientes com sensibilidade conhecida ou alergia a plantas da família das Asteraceae (Compositae), como o áster ou os crisântemos” [10].

E relativamente às interações existentes entre os produtos naturais e outros medicamentos? Mesmo entre os doentes que seguem uma terapêutica, especialmente nos mais idosos, é corrente a utilização de suplementos à base de plantas ou de extractos de plantas.

O desejo de recuperar a saúde e o bem-estar, o aumento do custo de certos medicamentos e a crença arraigada de que os produtos de origem natural são inócuos, leva a que estas pessoas consumam regularmente este tipo de produtos. No entanto, devido a essa mesma crença, a maior parte dos doentes não informa o seu médico dos suplementos que toma. Como resultado, os profissionais de saúde não são alertados para a possibilidade de perigosas interações entre os produtos naturais e os medicamentos tomados pelo doente. No entanto, o perigo de interação entre um produto natural e um dado medicamento é bem real. Vejamos, a título de exemplo, dois casos de plantas medicinais e outros dois de produtos alimentares dos quais são produzidos extractos concentrados que são consumidos com fins terapêuticos [11-12]:

- i) Hipericão, erva de S. João ou milfurada – o hipericão pode ser preparado como infusão ou ingerido na forma de comprimidos obtidos à base da planta triturada ou ainda de extractos desta. É um dos produtos mais conhecidos e encontra-se entre os dez mais vendidos nos EUA. É tipicamente utilizado para o tratamento da depressão, ansiedade, insónia e mesmo para as constipações fortes e para o herpes. A utilização desta planta pode provocar reacções adversas, pois provoca a activação do sistema enzimático hepático envolvido na degradação de cerca de 50% dos princípios activos usados nos medicamentos, diminuindo a sua biodisponibilidade, e portanto eficácia. Há casos comprovados de redução no organismo de etinilestradiol, um contraceptivo oral, e de imunossuppressores, originando em indivíduos que sofreram transplantes uma maior taxa de rejeição. Em doentes medicados com varfarina que tomem hipericão a biodisponibilidade do fármaco diminui e consequentemente aumenta o risco de trombo-embolismo. Situação similar ocorre com a toma simultânea de hipericão e de estatinas, em que se verifica um aumento do risco de acidentes cardiovasculares. Em doentes que tomam antidiabéticos e hipericão pode ocorrer hipoglicemia;
- ii) Ginseng – A raiz de ginseng é recomendada como estimulante do sistema imunitário, para aumentar o vigor, a potência sexual e a longevidade. A proveniência do

ginseng e o modo como é extraído dão origem a uma grande variabilidade nos produtos comercializados. O ginseng pode ter um efeito quer hipotensivo quer hipertensivo. Quando administrado em conjunto com a varfarina diminui o efeito desta. O ginseng de origem siberiana interfere com o doseamento da digoxina no sangue, levando à prescrição incorrecta deste fármaco;

- iii) Extractos de alho – As propriedades medicinais do alho são conhecidas desde a Antiguidade. Tem sido usado no tratamento de doenças infecciosas devido às suas propriedades antimicrobianas e estimuladoras do sistema imunitário. O princípio activo existente no alho, o ajoeno, é utilizado para evitar a agregação das plaquetas em doentes com problemas cardiovasculares. Por isso, a utilização de suplementos de alho em doentes já medicados para estes problemas pode originar hemorragias e deve ser evitado. Pela mesma razão, a toma destes suplementos deve ser descontinuada pelo menos dez dias antes de uma cirurgia, principalmente em doentes que tomam aspirina ou varfarina;
- iv) Sumo concentrado de toranja – A toranja é usada nas dietas de emagrecimento e para melhorar a saúde cardiovascular. Os seus principais componentes, dois flavonóides, naringenina e bergotamina, são inibidores das enzimas que degradam as ciclosporinas, estatinas, estrogénios e outros fármacos, pelo que a acção desses medicamentos é potenciada pelo aumento da sua biodisponibilidade. Como resultado, pode suceder hipotensão, miopatia e toxicidade para o fígado. No caso de mulheres em situação de pós-menopausa que fazem terapia hormonal de substituição, a ingestão de sumo concentrado de toranja pode aumentar o risco de cancro da mama por inibição do metabolismo dos estrogénios.

Mito 3: Só os produtos de síntese são eficazes

Como reacção à crença da inocuidade dos produtos naturais surge o mito oposto de que a acção dos mesmos não passa de efeito placebo. No entanto, os factos contrariam este mito, pois basta constatar que penicilinas, antibióticos e esteróides, compostos químicos autorizados pelas autoridades que superintendem na saúde em Portugal, são de origem natural ou obtidos por hemissíntese. Mas existem muitos mais produtos naturais obtidos por extracção ou por síntese de análogos, como se pode constatar pela lista (incompleta) apresentada na Tabela 1. Estes são produtos puros descritos no Prontuário Terapêutico [13] e comercializados em Portugal.

Para além dos compostos puros, existem ainda numerosas especialidades farmacêuticas constituídas por extractos ou misturas, descritas no Prontuário Terapêutico [13] e comercializadas em Portugal. Na Tabela 2 encontram-se indicadas algumas dessas especialidades.



Tabela 1 – Compostos de origem natural cuja comercialização é autorizada em Portugal

Composto	Origem e indicação terapêutica
Acarbose	Extraída da <i>Actinoplanes utahensis</i> , é um inibidor da alfa-glucosidase. É usada para o tratamento de doentes adultos com <i>diabetes mellitus</i> , não insulino-dependentes (tipo 2).
Ácido ascórbico	Presente em numerosos frutos. Actualmente é produzido por via sintética. É usado para tratamento de doenças causadas pela deficiência de vitamina C.
Ácido azelaico (ácido nonadióico)	Existente no trigo, centeio, cevada e no fungo <i>Malassezia furfur</i> . É obtido industrialmente por clivagem oxidativa do ácido oleico. É usado no tratamento da acne.
Ácido salicílico	Antipirético e anti-inflamatório.
Ácido ursodesoxicólico	Ácido biliar extraído da bÍlis do urso-preto asiático. É utilizado para a dissolução de cálculos biliares de colesterol da vesícula biliar.
Alginato de sódio	Polissacárido extraído de algas castanhas. É um protector gástrico, utilizado no tratamento dos sintomas de refluxo gastro-esofágico, tais como regurgitação ácida, azia (ardor) e indigestão relacionada com o refluxo.
Atropina	Alcalóide extraído da <i>Atropa beladonna</i> . Usado no tratamento da intoxicação digitálica e para a dilatação da pupila nos exames em que é necessário observar o fundo do olho.
Cafeína	Alcalóide extraído do café ou do chá. Usada como estimulante e em produtos tópicos de emagrecimento.
Calcitonina de salmão	Polipéptido que promove a mineralização dos ossos.
Codeína	É um dos alcalóides da papoila do ópio. A codeína é um analgésico opióide indicado para o alívio da dor moderada a intensa em adultos e crianças.
Colquicina	É um alcalóide do <i>Colchicum autumnale</i> , ou açafrão-do-prado, usado na profilaxia e tratamento da gota.
Condroitina (sulfato)	O sulfato de condroitina é fabricado a partir de fontes animais, tais como a cartilagem de bovino. O sulfato de condroitina é utilizado para a osteoartrite.
Cânfora + Eucaliptol + Mentol	Monoterpenos usados no tratamento de doenças inflamatórias das vias respiratórias: tosse, situações gripais e catarros agudos ou crónicos (bronquite).
Digoxina	É um glicósido cardenólido, extraído da <i>Digitalis lanata</i> . É usado no tratamento da arritmia e insuficiência cardíaca.
Glucosamina	É uma hexosamina produzida comercialmente pela hidrólise do exo-esqueleto de alguns crustáceos. É usada no tratamento da artrose.
Melatonina	Hormona produzida pela glândula pineal. É usada para o tratamento em monoterapia e a curto prazo da insónia primária caracterizada por sono de má qualidade, em doentes com idade igual ou superior a 55 anos. O produto comercializado é de origem sintética.
Morfina	Extraída da papoila do ópio. É usada para a dor intensa; sedação pré-operatória e adjuvante da anestesia; dor associada ao enfarte do miocárdio; tratamento adjuvante do edema pulmonar agudo.
Teofilina	Alcalóide abundante nos grãos de cacau. É usada na prevenção das crises e no tratamento do ataque agudo de asma.
Paclitaxel (Taxol®)	É utilizado no tratamento do cancro do ovário e do cancro da mama avançado.

Tabela 2 – Produtos de origem natural cuja comercialização é autorizada em Portugal

Designação do princípio activo	Indicação terapêutica	Tipo de produto	Constituição química
Beladona + Fenoltaleína e outras associações	Obstipação	Extracto	A beladona contém o alcalóide atropina
Bioflavonóides	Circulação	–	Diosmina e hesperidina
Bromelaína	Substância capaz de destruir as proteínas que intervêm na inflamação e na coagulação	Extracto	Enzima proteolítica extraída do caule do ananás
<i>Cassia angustifolia</i> (fruto) + <i>Ispagula</i> (mucilagem) + <i>Plantago ovata</i> (sementes)	Laxante	Partes de plantas	Fibras vegetais
Cáscara + sene + boldo + anis verde	Laxante	Extractos e partes de plantas	Sene: derivados antraquinónicos; cáscara: C-heterósidos de antranas; boldo: alcalóides benzoquinolínicos; anis verde: anetol (fenilpropanóide)
Extracto de camomila	Feridas superficiais, dermatite das fraldas, queimaduras de 1.º grau, incluindo solares. Higiene oral e da orofaringe e gengivites. Hemorróidas. Síndrome varicosa – terapêutica adjuvante	Extracto	Monoterpenos, flavonóides, mucilagens
Ésteres etílicos de ácidos gordos poli-insaturados (ómega 3)	Diminuição dos níveis de colesterol no sangue	–	Ácidos gordos poli-insaturados
Ergotamina + paracetamol + beladona + cafeína	Tratamento da enxaqueca	Compostos puros	Ergotamina e beladona; alcaloides; cafeína, xantina
<i>Erisimo officinalis</i> (syn. <i>Sisymbrium officinale</i> , erva dos cantores)	Tratamento sintomático da afonia, rouquidão e tosse irritativas	Extracto seco aquoso	Glucosinolatos, vitamina C, mucilagem, taninos, flavonóides
<i>Aesculus hippocastanum</i> (castanheiro da índia)	Tratamento dos sintomas associados à insuficiência venosa (dificuldades de circulação) dos membros inferiores (pernas), como sejam a sensação de pernas pesadas, doridas e inchadas ou com prurido (comichão)	Extracto	Escina (mistura de saponinas)
<i>Galium molugo</i>	Acção hepatoprotectora (actua ao nível do fígado e das vias biliares, harmonizando o seu funcionamento). Estimula o fígado a produzir bÍlis e facilita o fluxo da bÍlis da vesícula para o intestino	Extracto	Diosmina e outros flavonóides

(continua)

(continuação)

Designação do princípio activo	Indicação terapêutica	Tipo de produto	Constituição química
Ginseng (<i>Panax Ginseng</i>)	Aumenta as capacidades físicas e intelectuais em situações de fadiga, fraqueza e exaustão ou durante a convalescença. Ajuda o organismo a resistir a situações de stress e reforça as suas defesas contra doenças	Extracto das raízes	Ginsenosídeos (mistura de saponinas), polissacáridos e poliacetilenos
Gingko	Tratamento da demência ligeira a moderada	Extracto	Gingkólidos
Hipericão	Propriedades antidepressivas	Extracto alcoólico seco	Hipericina, hiperforina, flavonóides e ácidos fenólicos
<i>Plantago ovata</i> e <i>Plantago afra</i>	Laxante	Cascas das sementes	Mucilagens
<i>Serenoa repens</i>	Tratamento da hipertrofia benigna da próstata. Diurético e anti-séptico urinário	Extracto das bagas	Ácidos gordos saturados e insaturados, álcoois de cadeia longa e fitoesteróis
Valeriana (<i>Valeriana officinalis</i>)	Alívio da tensão nervosa ligeira e para a dificuldade em adormecer	Extracto seco da raiz	Óleos essenciais, sesquiterpenos pentacíclicos (ácidos valerénico e acetoxivalerénico, valerenal), iridóides bicíclicos monoterpénicos (valepotriatos)
Vinca (<i>Catharanthus roseus</i> ou vinca-de-Madagáscar)	Utilizada no tratamento de leucemias agudas, linfomas e alguns tumores sólidos (cancros da mama e do pulmão)	Extracto	Alcalóides: vinblastina, vincristina e vindesina.

CONCLUSÃO

Como conclusão geral pode afirmar-se que a mesma designação de “produto natural” é aplicada a compostos puros, os metabolitos secundários, ou a extractos cuja composição química é variável e muitas vezes pouco conhecida. A toxicidade destes produtos é muito variável sendo alguns praticamente inócuos e outros bastante tóxicos. Nalguns casos, a dose letal e a dose terapêutica são próximas, pelo que devem ser ministrados com cautela e sempre por quem conheça os seus efeitos. Há também que ter muita atenção a possíveis interacções com outros princípios activos, quer sejam também de origem natural ou medicamentos de síntese. No entanto, os chamados “produtos naturais” são um repositório enorme de compostos químicos, a maior parte deles com estruturas complicadas e nalguns casos mesmo impossíveis de reproduzir em laboratório.

Actualmente, são de origem natural as moléculas que permitem lutar contra o cancro, como é o caso do taxol e dos alcalóides da vinca, ou contra a dor, como a morfina e outros opiáceos. A bioactividade dos inúmeros compostos de origem natural não é ainda completamente conhecida, pelo que é de prever que nesse vasto conjunto de moléculas se

encontrem futuros medicamentos para as numerosas doenças que afectam o Homem.

REFERÊNCIAS

- [1] Editorial, *Nature Chemical Biology* **3** (2007) 351
- [2] J.A. Duke, “The green pharmacy”, St’s Martin Paperbacks, New York, 1998
- [3] Dr. Duke’s Phytochemical and Ethnobotanical Databases (<http://www.ars-grin.gov/duke/>, acedido em 08-07-2015)
- [4] Essential Medicines and Health Products Information Portal. A World Health Organization resource (<http://apps.who.int/medicinedocs/en/d/Js2200e/>, acedido em 08-07-2015)
- [5] A.G. Rauws, M. Olling, A. Timmerman, *Arch. Toxicol.* **49** (1982) 311-319
- [6] J. Bromley, *Ann. Pharmacother.* **39** (2005) 1566-1569
- [7] J. Martínez-Herrera, P. Siddhuraju, G. Francis, G. Dávila-Ortí, K. Becker, *Food Chem.* **96** (2006) 80-89
- [8] M. Hirota, M. Suttajit, H. Suguri, Y. Endo, K. Shudo, V. Wongchai, E. Hecker, H. Fujiki, *Cancer Res.* **48** (1988) 5800-5804

- [9] WHO monographs on selected medicinal plants, volume 1, World Health Organization, Genebra, 1999, 38-39 (Web: <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s2200e/s2200e.pdf>, acedido em 09-07-2015)
- [10] WHO monographs on selected medicinal plants, volume 1, World Health Organization, Genebra, 1999, 91 (Web: <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s2200e/s2200e.pdf>, acedido em 04-07-2015)
- [11] A. Tachjian, V. Maria, A. Jahangir, *J. Am. Coll. Cardiol.* **55** (2010) 515-525
- [12] A.A. Izzo, G. Carlo, F. Borrelli, E. Ernst, *Int. J. Cardiol.* **98** (2005) 1-14
- [13] Prontuário Terapêutico-11, INFARMED – Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, IP / Ministério da Saúde, Lisboa, 2012

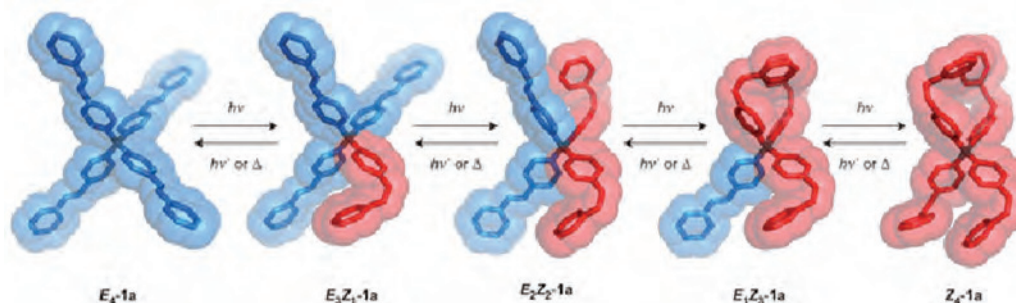
ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

CONTRIBUTO DA LUZ NA CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO

Investigadores em Itália desenvolveram um conjunto de compostos que podem ser interconvertidos reversivelmente por acção da luz em duas formas isoméricas, uma cristalina e outra amorfa. Na forma cristalina o material é altamente poroso e tem uma selectividade muito elevada para o dióxido de carbono, podendo ter potencial utilização nas tecnologias para captura deste composto.

Os azobenzenos são uma das famílias de compostos mais extensamente estudadas como comutadores moleculares fotocromáticos devido, por um lado, à facilidade de funcionalização da unidade estrutural base e, por outro, pelo processo limpo, rápido e reversível da sua fotoisomerização entre os isómeros *E* e *Z*. As aplicações actuais e potenciais que têm sido estudadas no âmbito da fotoisomerização de azobenzenos cobrem, nomeadamente, as áreas da optoelectrónica, das nanomáquinas, da conversão de energia solar e do *design* de fármacos. No entanto, a aplicação prática desta propriedade tem constituído um grande desafio, nomeadamente no estado sólido.

Recentemente, Alberto Credi da Universidade de Bolonha (Itália) e seus colegas sintetizaram um conjunto de tetrâmeros de azobenzeno, compostos por quatro unidades do isómero *E*-azobenzeno covalentemente ligados a um átomo de carbono tetraédrico, produzindo uma estrutura cristalina cuja porosidade pôde ser ajustada alterando os substituintes da molécula. Os poros no cristal foram capazes de capturar dióxido de carbono de misturas de nitrogénio com uma relação de selectividade até 80:1. Por acção da radiação ultravioleta, promoveram a fotoisomerização *E* → *Z* no estado sólido, tendo verificado a destruição da rede cristalina. O material assumiu uma forma amorfa, tornando-se num líquido viscoso e libertando o gás aprisionado. A reversibilidade do processo foi induzida eficientemente através da irradiação com luz visível ou por aquecimento, permitindo que o material pudesse capturar novamente o dióxido de carbono.



Os autores concluíram que, além das potencialidades nas tecnologias separativas para captura de dióxido de carbono, os compostos estudados possuem também potencialidades, nomeadamente, na área da catálise, comutação fotónica, holografia e fotolitografia.

(adaptado de “Novel compounds make light work of trapping carbon dioxide”, <http://www.rsc.org/chemistryworld/2015/07/novel-azobenzene-compounds-light-work-trapping-carbon-dioxide>; M. Baroncini, S. d’Agostino, G. Bergamini, P. Ceroni, A. Comotti, P. Sozzani, I. Bassanetti, F. Grepioni, T.M. Hernandez, S. Silvi, M. Venturi, A. Credi. *Nat. Chem.* (2015) DOI: 10.1038/NCHEM.2304)

Paulo Mendes
(pjgm@uevora.pt)

Essential reading for multidisciplinary chemists



www.chempluschem.org

Editorial Team

Editor: Neville Compton

Deputy Editor: Marisa Spiniello

ChemPlusChem presents multidisciplinary research in a variety of formats:

- Minireviews
- Reviews
- Full Papers
- Communications

Articles in **ChemPlusChem** cover at least two different field of chemistry or one of chemistry and one of another scientific discipline:

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| ■ general chemistry | ■ analytical chemistry | ■ materials chemistry |
| ■ biotechnology | ■ biological chemistry | ■ nanochemistry |
| ■ organic chemistry | ■ organometallic chemistry | ■ medicinal chemistry |
| ■ inorganic chemistry | ■ polymer chemistry | ■ electrochemistry |
| ■ physical chemistry | ■ computational chemistry | ■ catalysis |
| ■ macromolecular chemistry | ■ environmental chemistry | ■ coordination chemistry |

manuscriptXpress

www.chemeurj.org

Editorial Team

Editor: Neville Compton

Deputy Editors: Anne Deveson and Elisabeth Roedern

*2013 Release of Journal Citation Reports®
Source: Thomson Reuters, 2012 Citation Data

ChemPlusChem succeeds the
Collection of Czechoslovak Chemical Communications

Submit now!

A journal of:



ChemPubSoc Europe

an organization
comprising
16 European
chemical societies

Published by:

WILEY-VCH



PSJ-13-58628_gu