

A Química dos Insecticidas (parte II)

SUSANA PINA DOS SANTOS*

Na continuação do tema publicado anteriormente vamos agora abordar outras classes de insecticidas utilizados actualmente em agro-química.

1. Insecticidas botânicos

Muitas plantas contêm químicos tóxicos para os insectos. Alguns destes compostos são conhecidos há muito tempo, e uma pequena percentagem foi desenvolvida comercialmente em produtos insecticidas usados no controle das pestes. Devido ao facto de terem origem natural são globalmente conhecidos como **insecticidas botânicos** [1].

Os insecticidas derivados de plantas podem ser utilizados sozinhos ou em combinação com outros químicos. A opinião pública tende a sobre-valorizar a sua utilização porque é senso comum pensar que por serem naturais não podem ser nocivos. No entanto, existem insecticidas naturais altamente tóxicos, como por exemplo a nicotina. Porém, é verdade que quando expostos à luz, a sua rápida degradação diminui os riscos de resíduos nas colheitas. As desvanta-

gens da sua utilização prendem-se sobretudo com a necessidade de utilização mais frequente, em alturas do desenvolvimento da planta, que nem sempre são fáceis de determinar. Por outro lado do ponto de vista económico, os insecticidas botânicos são mais caros do que os sintéticos. De entre os insecticidas botânicos devem destacar-se os piretróides, a nicotina e a rotenona.

1.1. Piretróides

O mais conhecido de entre este tipo de compostos é sem dúvida o "pyrithrium", uma mistura de diferentes compostos insecticidas encontrados nas flores da espécie *Chrysanthemum cinerariaefolium*, existente no Japão, África e América do Sul. O "pyrithrium", é uma mistura de quatro compostos principais, as piretrinas I e II, e as cinerinas I e II [1,2] (figura 1). As proporções relativas de cada componente variam consoante a estirpe de flores, as condições da cultura e os métodos de extracção.

A sua estrutura inspirou a síntese de análogos mais estáveis e mais activos, colectivamente designados por piretró-

ides (figura 2), os quais são actualmente muito importantes no controle de insectos. A Bayer AG incorporou em alguns dos seus produtos Baygon, piretróides de origem sintética, sendo o último o "transfluthrin" (figura 2), comercializado desde 1996 contra insectos voadores [3]. Um aspecto extremamente interessante na química destes insecticidas é a estereoquímica, já que diferentes estereoisómeros possuem actividade insecticida diferente [2].

Os piretróides de origem natural ou sintética possuem o mesmo modo de acção, muito semelhante ao do DDT afectando o sistema nervoso central e periférico [1,2]. Contudo esse efeito é apenas temporário, se não for administrado um composto sinérgico, como por exemplo butóxido de piperonilo, que potencia a actividade do piretróides. Os piretróides são muito tóxicos para os peixes e pessoas com problemas asmáticos, de modo que a sua utilização deve ser criteriosa tendo em conta estes inconvenientes.

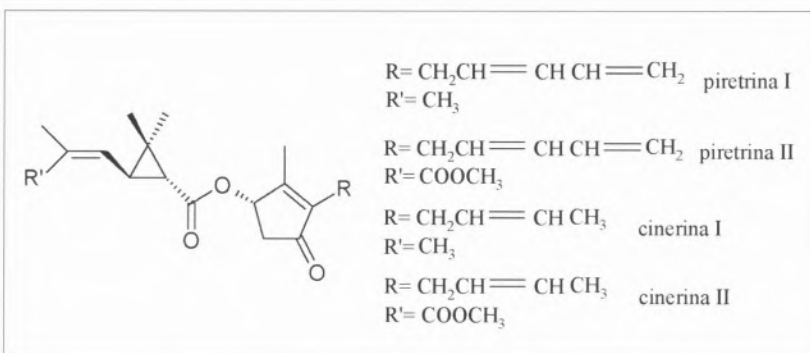


figura 1 Estrutura dos constituintes do "pyrithrium"

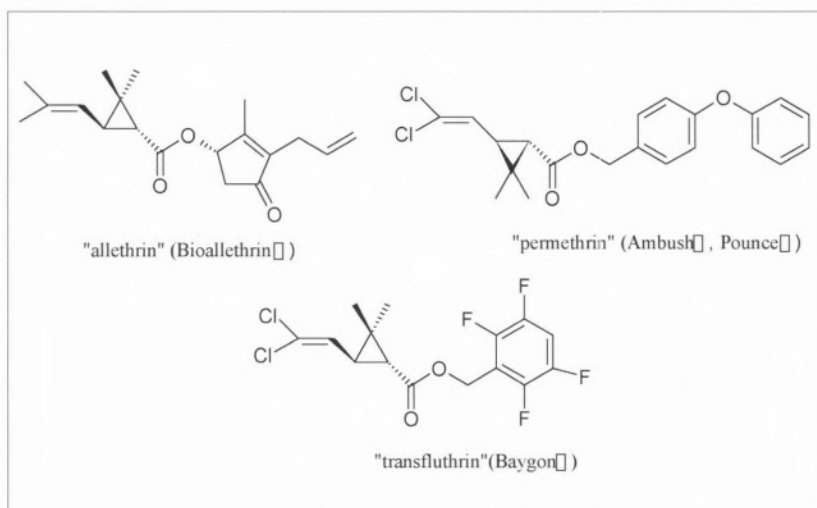


figura 2 Estruturas de insecticidas piretróides.

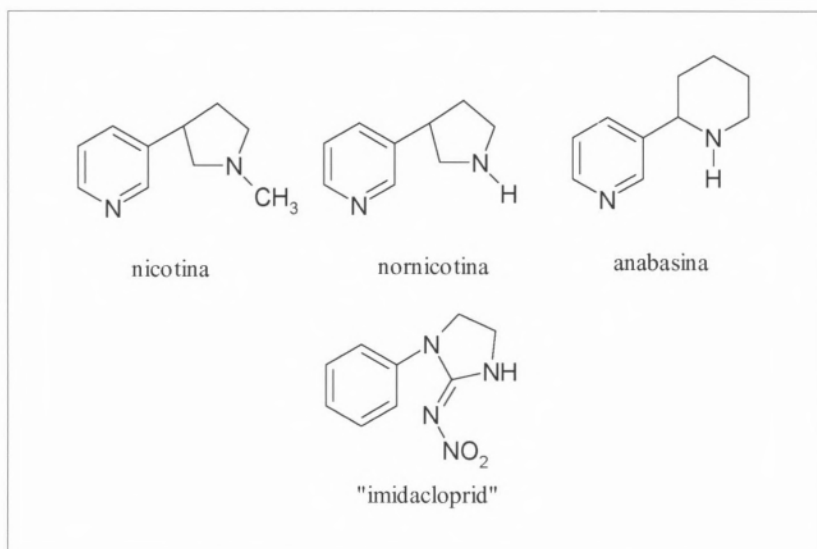


figura 3 Estrutura de nicotinóides naturais e sintéticos.

1.2. Nicotinóides

A nicotina (figura 3), cujas propriedades insecticidas são conhecidas desde o século XVIII, é obtida a partir das espécies *Nicotiana tabacum* ou *Nicotiana rustica*. A anabasina um outro nicotinóide natural, é extraída da *Anabasis aphylla* existente na Ásia central e África, e é utilizada comercialmente como insecticida na Rússia [2]. Os nicotinóides são especialmente activos contra pequenos insectos como afídios, pulgões etc., mas a sua utilização é restrita, não só devido ao curto espectro de aplicação como devido à alta toxicidade para os mamíferos.

À semelhança do que aconteceu com as piretrinas, foram recentemente sintetizados análogos da nicotina, de que o "imidacloprid" é um exemplo [2] (figura 3).

O modo de acção dos nicotinóides é diferente do dos outros insecticidas. A nicotina mima a acetilcolina nas juntas neuromusculares (nervo/ músculo) nos mamíferos, provocando uma estimulação dos músculos voluntários, gânglios, glândulas e músculos suaves. O resultado desta estimulação contínua manifesta-se então por espasmos, convulsões e morte. Nos insectos o efeito é o mesmo,

restringindo-se no entanto aos gânglios do sistema nervoso central [1,2].

1.3. Rotenona

A rotenona (figura 4) é produzida nas raízes de dois géneros da família *Derris* e *Lonchocarpus* existentes na África do Sul [1,2]. É utilizada na forma de raízes moídas, resinas ou mesmo como composto puro cristalino. Comercialmente os extractos que contêm rotenona variam na composição de rotenóides, de acordo com a origem da planta. É um insecticida de contacto e foi utilizado no século XIX para controlar as lagartas das folhas. Três séculos atrás era utilizada

figura 4 Estrutura da rotenona

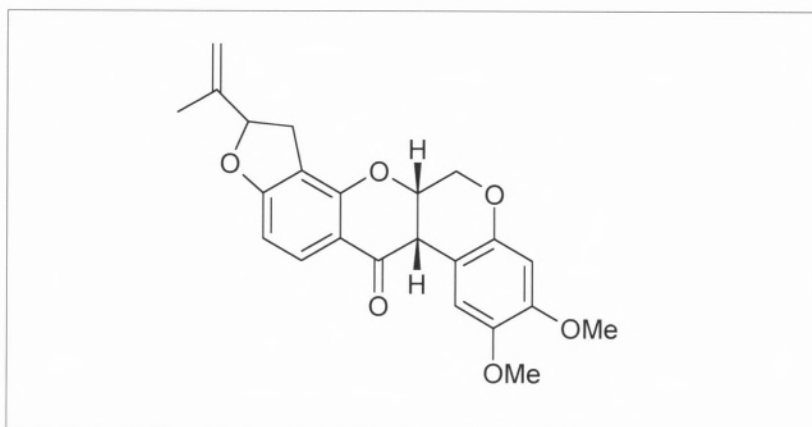


figura 5 Estrutura de uma benzoilurea ("diflubenzuron", Dimilin,)

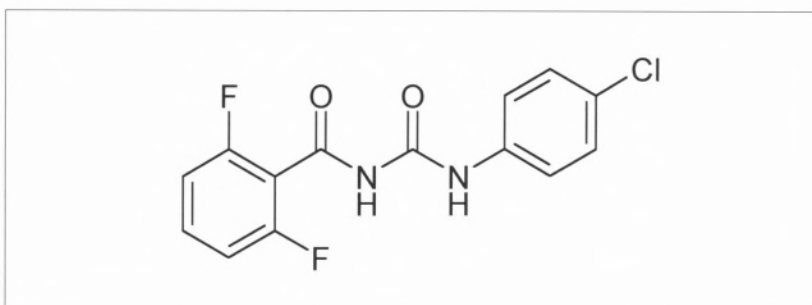
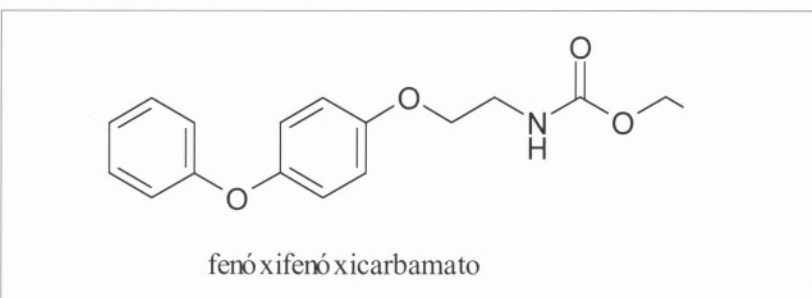


figura 6 Estrutura de um análogo de hormonas juvenis



para paralisar os peixes, mantendo-os à superfície, facilitando assim a sua captura. Hoje em dia é utilizada do mesmo modo para reformar os lagos para concursos de pesca. É um piscicida selectivo no sentido de que mata os peixes em doses que são relativamente não tóxicas para organismos que se alimentam de peixes, e degrada-se rapidamente.

A rotenona, ao contrário de todos os outros insecticidas não é uma neurotoxina. Funciona como inibidor dos enzimas respiratórios, actuando entre o NAD^+ (um co-enzima envolvido nos processos metabólicos de oxi-redução) e o co-en-

zima Q (o co-enzima responsável pelo transporte de electrões na cadeia respiratória), com a consequente falha das funções respiratórias [1,2,4].

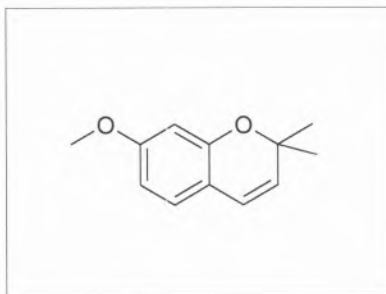
2. Agentes biológicos

A grande reactividade dos insecticidas sintéticos aumentou o interesse no controlo biológico das pestes, utilizando processos naturais com poucos ou nenhuns efeitos colaterais. Os agentes biológicos dividem-se em três categorias: agentes microbianos, reguladores de crescimento e feromonas.

2.1. Agentes microbianos

Estes insecticidas, também conhecidos por insecticidas biológicos ou insecticidas bio- racionais podem ser definidos como contendo micro- organismos ou produtos sintetizados por eles [1,5,6]. Este tipo de agente tira partido do facto dos insectos, tal como todas as outras espécies vivas serem susceptíveis ao ataque de bactérias, virus ou fungos. Isolando e produzindo em quantidade os agentes patológicos para posterior aplicação, mais não se está a fazer do que aproveitar a susceptibilidade natural dos insectos. Um exemplo muito co-

figura 7 Estrutura do prococeno



nhcedido é o do *Bacillus thruringiensis*, um conhecido micro- organismo que produz uma toxina que danifica as larvas dos insectos, e que é utilizado em agricultura e meios florestais [1,2]. Pode mesmo seleccionar-se estirpes específicas deste bacilo de modo a controlar um determinado tipo de insectos. Este tipo de insecticidas, embora de uso bastante restrito, é considerado por alguns o futuro dos pesticidas. As suas vantagens residem no facto de serem não tóxicas para humanos e outros organismos, serem altamente específicos para o meio onde vão ser aplicados e poderem ser aplicados em qualquer altura do crescimento da planta. São contudo extremamente sensíveis às condições atmosféricas, sendo necessárias formulações e modos de aplicação especiais. No entanto os custos económicos destes agentes são enormes, tornando-os impraticáveis para utilização maciça.

2.2. Reguladores de crescimento

Os reguladores de crescimento são compostos químicos, naturais ou sintéticos, que intervêm no processo natural de crescimento, desenvolvimento ou reprodução dos insectos [1,2]. A maioria destes compostos são idênticos a hormonas naturais. As benzoilureias (figura 5) são reguladores de crescimento bas-

tante difundidos. A sua maior aplicação é no controle de lagartas e larvas de escaravelho.

Funcionam, não por neurotoxicidade do sistema nervoso, mas por interferência com a síntese de quitina (o componente principal do exoesqueleto dos insectos), afectando a elasticidade e a firmeza da endocutícula. O reduzido nível de quitina na cutícula parece resultar da inibição de processos bioquímicos que conduzem à formação da quitina. Os efeitos típicos no desenvolvimento das larvas são a ruptura da cutícula mal formada e a morte por fome [4].

Análogos de uma hormona natural, a hormona juvenil, também podem ser utilizados como insecticidas. As hormonas juvenis são compostos químicos com duas funções nos insectos. A primeira ocorre durante a fase de transformação da larva em insecto, que só se dá quando cessa a produção desta hormona. A segunda é produzir um composto necessário ao desenvolvimento do ovário. Os análogos das hormonas juvenis actuam precisamente desequilibrando o balanço hormonal, provocando vários graus de metamorfose incompleta. A figura 6 mostra a estrutura de um destes compostos.

Existem compostos que também actuam no balanço das hormonas juvenis, mas como antagonistas. Durante o processo de desenvolvimento de um insecto são necessárias doses elevadas de hormona juvenil para que a fase de metamorfose se mantenha. Se na fase preliminar deste processo se provocar a cessação de produção desta hormona, a larva transformar-se-á prematuramente num insecto, pequeno e estéril. O prococeno (figura 7), isolado da *Ageratum houstonianum* é um exemplo destes antagonistas.

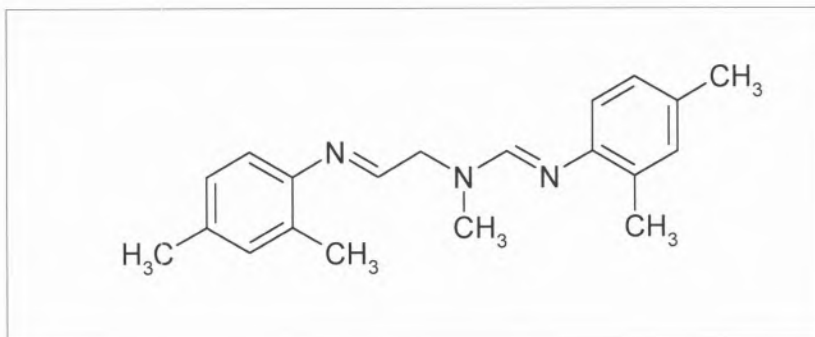
Finalmente as foramidinas (figura 8) constituem o último grupo de agentes biológicos, limitando-se a um pequeno grupo de compostos. A sua importância reside no facto de actuarem em pestes resistentes aos insecticidas organofosfatados e carbamatos.

Uma proposta de interpretação do seu particular modo de acção baseia-se na inibição da monoaminooxidase, uma enzima responsável pela degradação dos neurotransmissores norepinefrina e serotonina. A acumulação destes compostos, conhecidos por aminas biogénicas, resultaria na paragem e morte dos insectos.

2.3. Feromonas

As feromonas são compostos químicos segregados por organismos para estabelecer comunicação com outros indivíduos da mesma espécie, ou sejam são mensageiros químicos. Os métodos que exploram estes mensageiros químicos naturais chamam-se colectivamente semioquímicos [1,2,4,7] e podem ser definidos de um modo mais claro como compostos que actuam como sinais que provocam a modificação do comportamento animal. Um dos modos de

figura 8 Estrutura da foramidina "amitraz"



aplicação destes compostos pode ser elucidado com o seguinte exemplo. Se se colocarem num pomar, 600 a 700 libertadores lentos de feromonas sexuais femininas de insectos, a população masculina será atraída para eles podendo ser aniquilada por insecticidas tradicionais ou simplesmente sendo afastados das colónias femininas, com a consequente diminuição de população. Claramente, estes insecticidas não devem ser utilizados *per-si*, mas sim em conjunto com outros insecticidas, sintéticos ou não. Alguns cientistas advogam a utilização de um sistemas de "pushing and pulling", que consiste basicamente em atrair os insectos para fora das plantações economicamente valiosas, empurrando-os para armadilhas onde a população é drasticamente reduzida por um qualquer tipo de insecticida, tão inócuo quanto possível. Este tipo de estratégia foi já utilizada com sucesso no Quênia [7].

Contudo, até agora os semioquímicos têm tido pouco impacto nas vendas mundiais de agroquímicos. Entre 1990 e 1996 venderam-se no mundo cerca de 1,25 milhares de milhões de contos de insecticidas [7], tendo os semioquímicos apenas uma pequena contribuição.

3. Vantagens e desvantagens da utilização de insecticidas

Para lidar com os pesticidas responsávelmente é fundamental fazer um balanço correcto dos seus benefícios e riscos. Porém este balanço é muito difícil de realizar porque defensores e opositores do uso de pesticidas olham a questão por ópticas diferentes. Os benefícios são geralmente medidos em termos económicos enquanto os riscos são medidos em termos de saúde humana e ambiente, o que, levado ao extremo conduz à comparação de dinheiro com vidas humanas. A solução será obviamente um meio termo, humana e ambientalmente sensata e economicamente realística.

A confiança do público na utilização de pesticidas foi abalada pela primeira vez, pela publicação, em 1960, do livro "Pri-

mavera Silenciosa" de Rachel Carson [8]. A autora, embora severamente criticada devido à leitura extremamente negativa que fez do uso indiscriminado de insecticidas, foi sem dúvida a "consciência" que alertou cientistas e políticos para a necessidade de minimizar os riscos da sua utilização, através de síntese de produtos menos tóxicos e da sua utilização mais racional.

Os efeitos da utilização de pesticidas podem ser do tipo agudo, ou seja uma exposição pontual a uma dose excessiva, ou de efeito crónico, isto é, exposição durante períodos prolongados a pequenas doses. Este efeito crónico pode manifestar-se por neurotoxicidade, cancerogeneidade e toxicidade reprodutiva [2]. A exposição directa a este tipo de compostos, quando da sua aplicação ou fabrico é o primeiro risco a ser controlado. O segundo, e mais generalizado por englobar a população em geral, passa pela ingestão de alimentos com resíduos de pesticidas, de águas contaminadas e exposição caseira. A contaminação ambiental pelos pesticidas maioritariamente provocada pelos depósitos resultantes da aplicação destes químicos é a terceira vertente a considerar nesta problemática. De destacar o processo de bio- acumulação, já tratado anteriormente, particularmente grave porque em vez de difundir o químico concentra- o, potenciando assim os seus efeitos.

Diversas organizações e programas, governamentais ou não, têm produzido extenso trabalho com vista a minimizar os riscos dos pesticidas, de entre as quais se devem destacar a FAO (Food and Agriculture Organization) [9], a Organização Mundial de Saúde [10] e a UNEP (United Nations Environment Program) [11]. Os principais tópicos destes estudos incluem registro e controle da legislação de pesticidas, protecção pessoal para aqueles que manuseiam estes químicos, eficiente etiquetagem e armazenamento, controle de "stock" e processos seguros de fabrico.

Fazendo um balanço da utilização de pesticidas pode claramente verificar-se que eles melhoraram a qualidade, quantidade e variedade dos alimentos.

Melhoraram a saúde humana controlando os venenos naturais dos alimentos, aumentando a produção de vegetais e fruta, e ajudando a controlar doenças fatais. Do ponto de vista económico a sua utilização tornou os alimentos mais baratos, tornando-os acessíveis a um maior número de pessoas.

No cômputo geral, pode dizer-se que a consciencialização crescente dos Governos e população em geral para o rigoroso cumprimento da legislação produzida pelas organizações internacionais tem vindo a aumentara a razão risco/benefício embora a segurança total esteja longe de ser atingida ou mesmo optimizada.

Bibliografia

- [1] G.W.Ware (1983). *Pesticides-Theory and application*. W. Freeman &Company, New York.
- [2] B. D. Siegfried (2000). Web Maio 2001 <http://entomology.unl.edu/toxicology/> 2000.
- [3] Web Maio 2001 <http://www.baygon.com>.
- [4] T. A. Miller (1998). Web Maio 2001 <http://wcb.ucr.edu/wcb/schools/CNAS/entm/tmiller/1/>
- [5] K. S. Delaplane Pesticide Usage in the United States: History, Benefits, Risks, and Trends. Web Abril 2001 <http://www.ces.uga.edu/pubs/PDF/B1121.pdf>.
- [6] P. Crowley, H. Fisher & A. Devonshire. (1998, July). Feed the world. *Chemistry in Britain*, 25- 28.
- [7] M. Luszniak, J. Pickett (1998, July). Self-defense for plants. *Chemistry in Britain*, 29-32.
- [8] R. Carson, "Printemps silencieux" (1963), Ed. Plon, Paris.
- [9] FAO Pesticide Management Partner links. Web Julho 2001 <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Links/LiBody.htm> and links.
- [10] The WHO Recommended Classification of Pesticide by Hazard and Guidelines to Classification. Web Julho 2001 http://www.who.int/pes/pes_pubs.html
- [11] Inventory of Information Sources on Chemicals- Persistent Organic Pollutants November 1999. Web Julho 2001 <http://irptc.unep.ch/pops/pdf/invsrce/inventpops.comb>

Agora em Português!

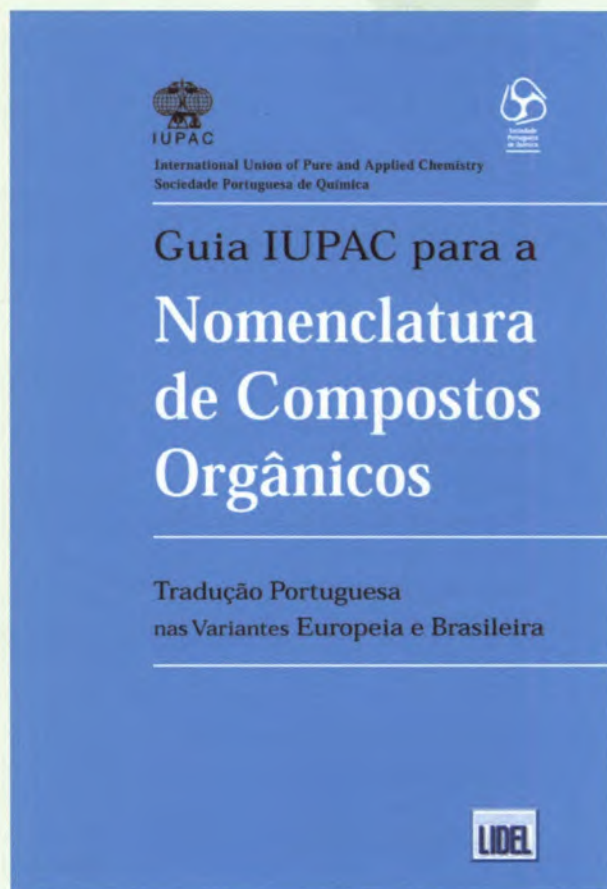
Um livro de referência para todos os Químicos!

Porque é necessário saber identificar uma espécie química por meio de uma palavra escrita ou pronunciada;

Para que o leitor, ou simplesmente o ouvinte, possa deduzir a estrutura a partir do nome, os nomes dos compostos devem ter tanta relação quanto possível com as suas estruturas;

E como tudo isto requer um sistema de princípios e de regras, cuja aplicação dá origem a uma nomenclatura sistemática,

Aparece, agora em PORTUGUÊS, o **Guia IUPAC para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos** que actualiza o conjunto de regras contidas na última edição de *Nomenclature of Organic Chemistry* e permite ao utilizador criar nomes correctos, na nossa língua, adaptados a cada caso particular.



RESULTADO DE UM EXAUSTIVO
TRABALHO DE CONSULTA

REVISTO POR INÚMEROS
ESPECIALISTAS NACIONAIS

Tradutores

- Ana Cristina Fernandes - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias de Lisboa
- Bernardo Herold - Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa
- Hernâni Maia - Universidade do Minho
- Amélia Piñar Rauter - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
- José Augusto Rosário Rodrigues - Universidade Estadual de Campinas do Estado de São Paulo

ADAPTADO À LÍNGUA PORTUGUESA

Inclui referência à variante brasileira sempre que esta seja diferente da europeia

LIDEL - Edições Técnicas, Lda
Www.lidel.pt • E-mail: promocao@lidel.pt
Lisboa: 213541448 • Porto: 225097993/5 • Coimbra: 239822486

