

## Recomendações da

IUPAC  
para a Nomenclatura de Moléculas Orgânicas

José Augusto R. Rodrigues

As recomendações atuais da IUPAC para a nomenclatura de moléculas orgânicas são apresentadas em formato condensado. Elas estão redigidas para professores e alunos do ensino médio, salientando, além das regras relevantes para este nível de ensino, equívocos e vícios comumente encontrados em livros didáticos disponíveis no mercado.

► nomenclatura IUPAC, química orgânica, ensino médio ◀

Recebido em 28/7/00, aceito em 26/3/01

22

O objetivo deste artigo é prestar esclarecimentos, para a comunidade de professores e alunos do ensino médio, sobre as recomendações da IUPAC (sigla inglesa para União Internacional de Química Pura e Aplicada) para a nomenclatura dos compostos orgânicos<sup>1</sup>. Pretende-se ressaltar alguns exemplos que respondem a muitas dúvidas que nos têm sido formuladas por professores do ensino médio. Nas universidades, os professores de química orgânica têm observado nos alunos ingressantes muita desinformação e vícios que são de difícil eliminação. O agravante é que, ao tornarem-se professores, estes alunos perpetuam tais denominações imperfeitas e ultrapassadas, repassando-as aos estudantes. Grande parte dos livros adotados nas escolas seguem uma nomenclatura nem sempre atual, contendo os vícios indesejados acima mencionados<sup>2</sup>.

As regras atuais da IUPAC seguem as recomendações de 1993 (Powell, 1993; Panico *et al.*, 1993), que incluem alterações importantes nos princípios gerais da nomenclatura, descritos na edição de 1979 (Klesney e Rigaudy, 1979). A principal finalidade da nomen-

clatura química é a identificação de espécies químicas por meio de palavras escritas ou pronunciadas. Este objetivo requer um sistema de princípios e normas, cuja aplicação dá origem a uma *nomenclatura sistemática*, contida nas recomendações de 1979.

Contrastando com os nomes *sistemáticos*, existem nomes tradicionais, *semisistemáticos* ou *triviais*, que são largamente utilizados para certos compostos mais comuns, como o “ácido acético”, o “benzeno”, o “colesterol”, o “estireno” e o “formaldeído”. Muitos destes nomes fazem parte de uma linguagem geral não científica e não se restringem à sua utilização no âmbito da ciência. São úteis e em muitos casos indispensáveis. Ganha-se muito pouco e perde-se certamente muito mais ao substituir esses nomes. Também existem nomes semisistemáticos, como “metano”, “propanol” e “ácido benzóico”, que, de tão familiar-

res, poucos são os químicos que se dão conta de que não são nomes completamente sistemáticos.

**Princípios gerais**

A designação *sistemática* de um composto orgânico requer geralmente a identificação e a designação de uma estrutura parente. Este nome pode ser em seguida modificado por prefixos,

infixos e, no caso de um hidreto, por sufixos que indicam com precisão as modificações estruturais requeridas para gerar o composto a designar a partir dela. Normalmente uma estrutura parente é um hidreto parente, isto é, uma estrutura que contém, para além dos átomos de hidrogênio, um único átomo de um elemento, por exemplo, o

metano; um número de átomos ligados uns aos outros formando uma cadeia não ramificada, tais como o pentano; ou um sistema monocíclico ou policíclico, como o ciclohexano, a piridina, o naftaleno e a quinolina.

Para se identificar a estrutura parente de uma molécula, é necessário realizar várias operações formais. Por

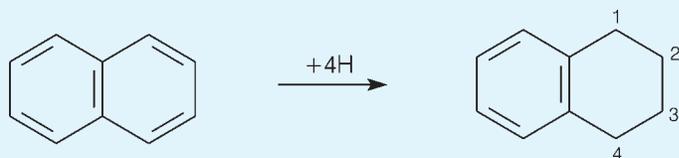
**Na universidade, os professores de química orgânica têm observado muita desinformação e vícios de difícil eliminação nos alunos que ingressam. O agravante é que, ao tornarem-se professores, estes alunos perpetuam tais denominações imperfeitas e ultrapassadas, repassando-as aos estudantes**

A seção “Atualidades em química” procura apresentar assuntos que mostrem como a química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária revisão de conceitos.



## Quadro 1: (continuação)

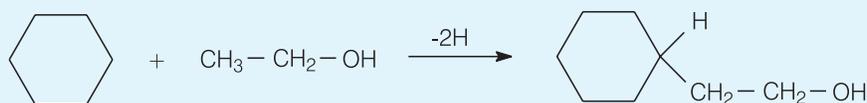
Operação aditiva:



naftaleno

1,2,3,4- tetraidronaftaleno  
(hidro = adição de um átomo de H)

Operação conjuntiva:

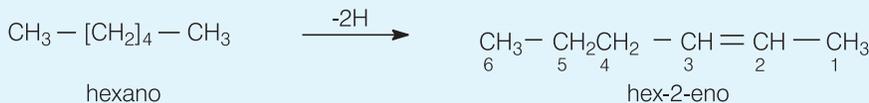


ciclohexano

etanol

ciclo-hexanoetanol  
ou ciclohexanoetanol

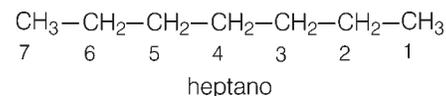
Operação subtrativa:



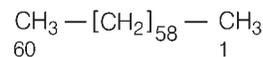
hexano

hex-2-eno

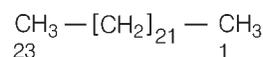
cificam uma estrutura molecular representam *substituintes* de vários tipos, que substituem átomos de hidrogênio de um hidreto ou de uma estrutura



heptano

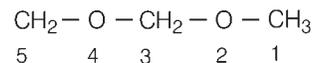
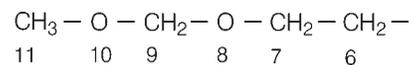


hexacontano



tricosano

Figura 1: Exemplos de numeração de cadeias de hidrocarbonetos acíclicos saturados.



2,4,8,10-tetraoxaundecano

etil peroxibenzeno

Figura 2: Exemplos de nomenclatura de troca para hidretos heterogêneos.

24

determinada população de átomos de hidrogênio ligados ao esqueleto da estrutura. Os hidretos parente acíclicos nunca são ramificados, como por exemplo o pentano. Usualmente os hidretos parente cíclicos estão completamente saturados, como o ciclopentano, o oxirano e o azepano.

## Nomenclatura para algumas funções

### Hidrocarbonetos

Os hidrocarbonetos lineares, não ramificados e saturados, de  $C_2$  a  $C_4$ , são denominados por etano, propano e butano. Os nomes sistemáticos dos membros superiores desta série são constituídos pelo termo numérico, seguido da terminação "ano", com elisão do "o" final do termo base. O nome genérico para os hidrocarbonetos acíclicos saturados é alcano. A cadeia é numerada de uma extremidade à outra com algarismos arábicos (vide Figura 1).

### Hidretos heterogêneos

Hidretos heterogêneos constituídos por cadeias que contêm átomos de carbono e vários heteroátomos iguais ou diferentes, e possuindo nas extremidades átomos de carbono, podem ser denominados pela nomenclatura

de troca (vide Figura 2). A Tabela 1 contém os nomes dos prefixos dos substituintes derivados dos hidretos parentes e exemplos de uso desses prefixos.

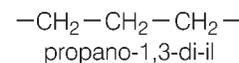
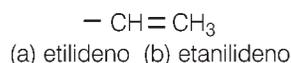
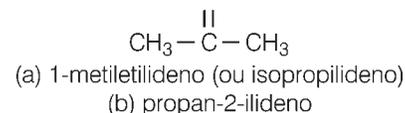
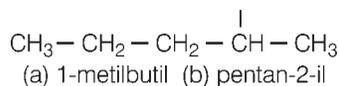
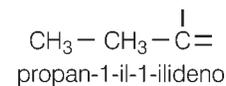
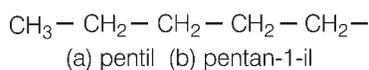
### Grupos funcionais

Os prefixos e/ou sufixos que espe-

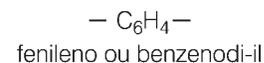
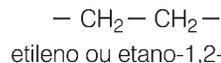
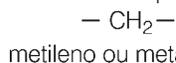
Tabela 1: Nomes dos prefixos dos substituintes derivados dos hidretos parentes e exemplos de uso.

Monovalente	Divalente	Trivalente	Tetravalente
-il	-di-il -ilideno	-tri-il -ilidino -ililideno	-tetra-il -ililidino -di-ilideno -di-ililideno

Exemplos:



Alternativamente podem ser usados:



parente. Por exemplo, -OH, =O, -NH<sub>2</sub>, -CN, -COOH etc.

### Insaturação

A presença de uma ou mais ligações duplas ou triplas em um hidreto parente é indicada pela substituição da terminação “ano” do nome do hidreto saturado por uma das terminações indicadas na Tabela 2, a qual também contém exemplos de uso destas terminações.

### Especificação dos grupos funcionais

A presença de um grupo funcional pode ser indicada por um prefixo ou sufixo ligado ao nome parente (com elisão do “o”, se presente), conforme mostrado na Tabela 3.

### Guia para a construção de nomes

A formação de um nome sistemático de um composto orgânico envolve várias etapas, as quais devem ser aplicadas pela seguinte ordem:

(a) a partir da natureza do composto é determinado o tipo de operação de nomenclatura a ser usado. A chamada “nomenclatura substitutiva” é realçada nestas recomendações, sendo muitas vezes também indicados outros nomes, como por exemplo os nomes da classe funcional usados normalmente como alternativas;

(b) determinar a natureza do grupo

Tabela 2: Designação de ligações múltiplas.

	Um	Dois	Três
Ligação dupla	-eno	-adieno	-atrieno
Ligação tripla	-ino	-adi-ino	-atri-ino

Exemplos:

$\begin{array}{cccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & = & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ 6 & & 5 & & 4 & & 3 & & 2 & & 1 \\ & & & & & & & & & & \text{hex-2-eno} \end{array}$	$\begin{array}{cccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH}_2 & - & \text{C} & \equiv & \text{C} & - & \text{CH}_3 \\ 5 & & 4 & & 3 & & 2 & & 1 \\ & & & & & & & & \text{pent-2-ino} \end{array}$
$\begin{array}{cccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH} & = & \text{CH} & - & \text{CH} & = & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ 6 & & 5 & & 4 & & 3 & & 2 & & 1 \\ & & & & & & & & & & \text{hex-2,4-dieno} \end{array}$	$\begin{array}{cccccc} \text{HC} & \equiv & \text{C} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & = & \text{CH}_2 \\ 5 & & 4 & & 3 & & 2 & & 1 \\ & & & & & & & & \text{pent-1-en-4-ino} \end{array}$

funcional (se existir) a ser citado por um sufixo ou pelo nome da classe funcional. Apenas um tipo de grupo funcional (conhecido como grupo principal) pode ser citado por um sufixo ou pelo nome da classe funcional. Todos os substituintes restantes devem ser especificados por prefixos;

(c) determinar o hidreto parente, incluindo prefixos indistacáveis;

(d) designar o hidreto parente e o grupo característico principal, se existir, ou o parente funcional;

(e) determinar os infixos e/ou prefixos (com os prefixos multiplicativos apropriados) e numerar a estrutura tanto quanto possível;

(f) designar os prefixos dos substituintes destacáveis e completar a numeração da estrutura, se for neces-

sário;

(g) unir os componentes em um nome completo, por ordem alfabética de todos os prefixos substitutivos.

Na nomenclatura substitutiva, alguns grupos característicos podem ser designados por prefixos ou sufixos (Tabela 3), mas outros só podem ser denominados por prefixos (Tabela 4). Os nomes baseados nas classes funcionais diferem da nomenclatura substitutiva, pois a classe funcional é designada em uma palavra separada, seguida do nome de um substituinte referente à estrutura restante.

Se as regras anteriores permitirem uma escolha, o ponto de partida e o sentido da numeração de um composto são selecionados de forma a atribuir os locantes mais baixos às seguintes características estruturais, consideradas sucessivamente pela ordem apresentada, até se encontrar uma decisão:

(a) numeração fixa (naftaleno, etc.);

(b) heteroátomos em heterocíclicos;

(c) hidrogênio indicado;

(d) grupo principal designado por um sufixo;

(e) heteroátomos em uma estrutura

Tabela 3: Sufixos e prefixos empregados na nomenclatura substitutiva.

Classe	Fórmula	Prefixo	Sufixo
Halogenetos de acilo (ou acila)	-CO-halogênio	halocarbonil-	halogeneto de ...-carbonilo halogeneto de ... -óilo
Alcoolatos, fenolatos	-O-	oxido-	-olato
Álcoois, fenóis	-OH	hidroxi-	-ol
Aldeídos	-CHO	formil- oxo-	-carbaldeído -al
Amidas	CO-NH <sub>2</sub> -	carbamoil-	-carboxamida -amida
Aminas	-NH <sub>2</sub>	amino-	-amina
Carboxilatos	-COO-	carboxilato-	-carboxilato -oato
Ácidos carboxílicos	-COOH	carboxi-	ácido ... carboxílico ácido ... -óico
Éteres	-OR	(r)-oxi-	—
Ésteres	-COOR	(r)-oxicarbonil-	(R) ...carboxilato
Cetonas	>C=O	oxo-	-ona
Nitrilas	-C≡N	ciano-	-carbonitrila -nitrila

Tabela 4: Grupos característicos citados apenas como prefixos na nomenclatura substitutiva.

Grupo característico	Prefixo
-Br	bromo-
-Cl	cloro-
-F	fluoro-
-I	iodo-
-NO <sub>2</sub>	nitro-
-OR	(R)-oxi

parente acíclica;

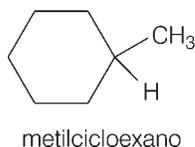
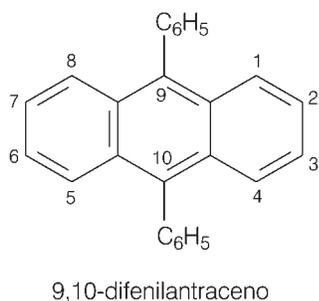
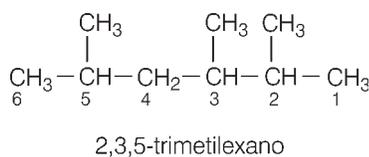
(f) insaturação (eno/ino);

(g) substituintes designados por prefixos.

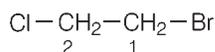
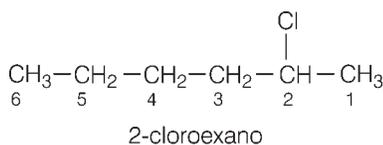
Quando os vários componentes foram selecionados, designados e numerados, faz-se, se necessário, algumas modificações aditivas ou subtrativas. O nome completo é montado e os prefixos colocados por ordem alfabética (vide exemplos no Quadro 2).

## Aplicação a classes específicas de compostos

### Hidrocarbonetos



### Compostos halogenados



Os nomes de classe funcional formam-se citando o nome de classe ("fluoreto", "cloreto", "brometo" ou "iodeto") em uma palavra separada, precedido, se necessário, por um prefixo

## Quadro 2: Três exemplos detalhados de construção de nomes

*Exemplo 1:*  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  e  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

	Fórmula	Nomenclatura
Grupo principal	-OH	-ol
Hidreto parente	$\text{CH}_3\text{CH}_3$	etano
Hidreto parente + um grupo principal	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	etanol
Hidreto parente + dois grupos principais	$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	etano-1,2-diol

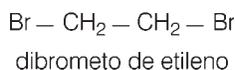
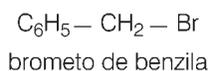
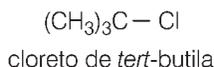
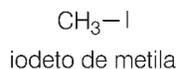
*Exemplo 2:*  $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$

	Fórmula	Nomenclatura
Grupo principal		-ona
Hidreto parente	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 7 6 5 4 3 2 1	heptano
Hidreto parente + grupo principal	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 7 6 5 4 3 2 1	heptan-2-ona
Substituinte	-OH	hidroxi
Nome do composto	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	7-hidroxiheptan-2-ona

*Exemplo 3:*  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\overset{\text{OH}}{\mid}{\text{C}}-\text{CH}_3$

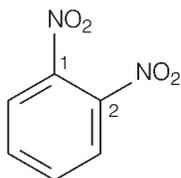
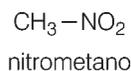
	Fórmula	Nomenclatura
Grupo principal	-OH	-ol
Hidreto parente	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	pentano
Hidreto parente + grupo principal	$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\overset{\text{OH}}{\mid}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 5 4 3 2 1	pentan-2-ol
Modificação subtrativa	- 2H	-en
Nome do composto	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\overset{\text{OH}}{\mid}{\text{C}}-\text{CH}_3$	pent-4-en-2-ol

numérico, seguido pelos nomes dos "grupos" orgânicos.

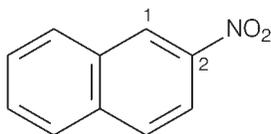


### Compostos de nitroila e de nitrosila

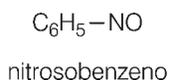
Os compostos que contêm um grupo  $-\text{NO}_2$  ou um grupo  $-\text{NO}$  são designados pelos prefixos "nitro" e "nitroso", respectivamente.



1,2-dinitrobenzeno (preferido)  
o-nitrobenzeno



2-nitronaftaleno

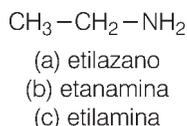


### Aminas primárias

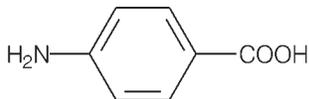
As aminas primárias,  $\text{NH}_2\text{R}$ , podem ser designadas de acordo com um dos seguintes métodos:

- citando o nome do grupo substituinte R como um prefixo do nome do hidreto parente azano;
- adicionando o sufixo "amina" ao nome do hidreto parente RH;
- adicionando o sufixo "amina" ao

nome do substituinte R.



Quando o grupo  $-\text{NH}_2$  não é o grupo característico principal, ele é designado pelo prefixo "amino".



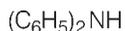
ácido 4-aminobenzóico (preferido)  
ácido *p*-aminobenzóico

### Aminas secundárias e terciárias

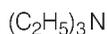
As aminas secundárias e terciárias simétricas  $\text{NHR}_2$  e  $\text{NR}_3$  podem ser designadas de acordo com os dois métodos seguintes:

- citando o nome do grupo substituinte R, precedido pelo prefixo numérico "di"- ou "tri"-, respectivamente, antes do nome do hidreto parente azano;
- citando o nome do grupo substituinte R, precedido do prefixo apropriado "di"- ou "tri"-, seguido, sem espaço, pelo nome amina.

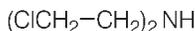
Exemplos:



- defenilazano
- defenilamina



- trietilazano
- trietilamina



- bis(2-cloroetil)azano
  - bis(2-cloroetil)amina
- 2,2'-dicloroetilamina

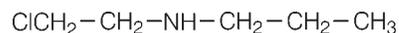
As aminas secundárias e terciárias assimétricas,  $\text{NHR}_2$ ,  $\text{NR}_2\text{R}'$  e  $\text{NRR}'\text{R}''$  podem ser designadas de acordo com os seguintes métodos:

- como derivados substituídos do hidreto parente azano;
- como derivados *N*-substituídos de uma amina primária  $\text{RNH}_2$  ou de uma amina secundária  $\text{R}_2\text{NH}$ ;
- citando os nomes de todos os grupos substituintes, R, R' ou R'', precedidos pelos prefixos numéricos

apropriados, seguidos diretamente, sem espaço, pelo nome de classe "amina".

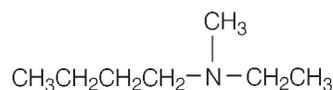
Nos nomes das aminas secundárias e terciárias assimétricas, os grupos substituintes são ordenados alfabeticamente.

Exemplos:



- (2-cloroetil)(propil)azano
- N*-(2-cloroetil)propan-1-amina
- N*-(2-cloroetil)propilamina

(2-cloroetil)(propil)amina

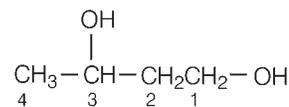
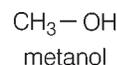


- butil(etil)metilazano
  - N*-etil-*N*-metilbutan-1-amina
  - N*-etil-*N*-metilbutilamina
- (c) butil(etil)metilamina

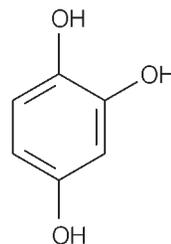
### Álcoois e fenóis

Na nomenclatura substitutiva, a indicação do grupo hidroxilo,  $-\text{OH}$ , como grupo característico principal, é feita pela adição de um sufixo apropriado, como "-ol", "-diol" etc., ao nome do hidreto parente, com elisão da terminação "o" quando seguido de uma vogal.

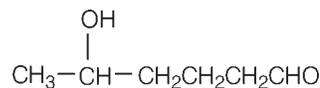
Exemplos:



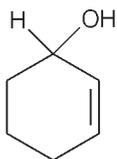
butano-1,3-diol



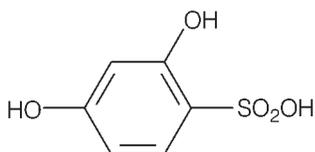
benzeno-1,2,4-triol



5-hidroxiexanal

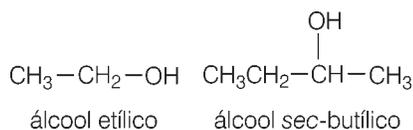


cicloex-2-en-1-ol

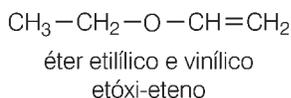
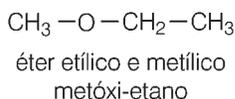
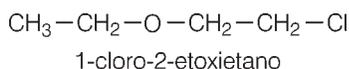


ácido 2,4-diidroxibenzenossulfônico

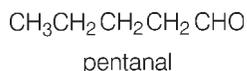
Os nomes de classe funcional são formados pelo nome de classe "álcool", citado em uma palavra separada, seguido do prefixo do substituinte derivado do hidreto parente correspondente, ao qual foi adicionado o sufixo "-ico".



### Éteres



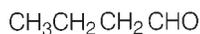
### Aldeídos



etanal  
acetaldeído

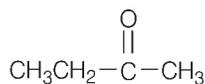


hexanodial

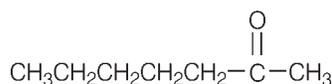


butanal  
butiraldeído

### Cetonas

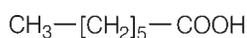


butan-2-ona  
cetona etílica e metílica

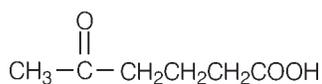


heptan-2-ona  
cetona pentílica e metílica

### Ácidos carboxílicos



ácido heptanóico



ácido 5-oxoexanóico



ácido decanodióico

### Notas

1. A tradução das normas do original em inglês aqui adotada é decorrente de um acordo celebrado com representantes da Sociedade Portuguesa de Química.

2. Um dos vícios mais comuns é o uso do termo "radical" no lugar de substituinte. Radical é uma espécie química definida, como o radical metilo (ou metila), ou o etila:



**José Augusto R. Rodrigues** (jaugusto@iqm.unicamp.br), bacharel e licenciado em química, doutor em ciências, professor livre docente, é docente do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas e representante nacional junto à IUPAC para a nomenclatura de química orgânica.

### Referências bibliográficas

POWELL, W.E. (coord.). Revised nomenclature of radicals, ions, radical ions and related species (IUPAC recommendations 1993). *Pure and Applied Chemistry*, v. 65, p. 1357-1455, 1993.

PANICO, R.; POWELL, W.H. e RICHER, J.-C. *A guide to IUPAC nomenclature of organic compounds - Recommendations 1993*. Cambridge: Blackwell Science, 1993. Correções publicadas em *Pure and Applied Chemistry*, v. 71, n. 7, p. 1327-1330, 1999.

KLENESY, S.P. e RIGAUDY, J. *Nomenclature of organic chemistry. Sections A, B, C, D, E, F, and H*. Oxford: Pergamon Press, 1979.

### Para saber mais

ALENCASTRO, R.B. e MANO, E.B. *Nomenclatura de compostos orgânicos*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1987.

### Na internet

Sobre a IUPAC e novas recomendações para química orgânica: <http://www.iupac.org/divisions/III/index.html>

**Abstract:** *IUPAC Recommendations for the Nomenclature of Organic Molecules* – The current IUPAC recommendations for the nomenclature of organic molecules are presented in a condensed format. They are written for high-school teachers and students, highlighting, besides the relevant rules for this learning level, equivoques and bad habits commonly found in textbooks available in the market.

**Keywords:** IUPAC nomenclature, organic chemistry, high-school teaching

### IUPAC

A União Internacional de Química Pura e Aplicada ([www.iupac.org](http://www.iupac.org)) contribui para o avanço de aspectos mundiais das ciências químicas e para a aplicação da química a serviço da humanidade. Formada em 1919, tem sido bem sucedida em incentivar a comunicação internacional na área da química e em unir a química acadêmica, industrial e pública em uma linguagem comum.

Há bastante tempo, a IUPAC é reconhecida como a autoridade mundial sobre nomenclatura, terminologia, métodos padronizados para medidas, pesos atômicos e outros dados criticamente avaliados.

A IUPAC é uma associação de 45 organizações

nacionais aderentes e 16 países com status de organizações nacionais aderentes associadas. Quase 1000 químicos de todo o mundo estão voluntariamente engajados no trabalho científico da IUPAC, principalmente através de 37 comissões, componentes de sete divisões: I - Físico-Química e Biofísico-Química, II - Química Inorgânica, III - Química Orgânica e Biomolecular, IV - Macromolecular, V - Química Analítica, VI - Química e o Ambiente, e VII - Química e Saúde Humana.

O CBAQ - Comitê Brasileiros para Assuntos de Química Junto à IUPAC, criado em 24 de junho de 1988, é a organização aderente do Brasil junto à IUPAC. Coordenado por uma secretaria executiva, o

CBAQ é composto por representantes das seguintes entidades membro: Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados (Abiquim), Associação Brasileira de Engenharia Química (Abeq), Associação Brasileira de Polímeros (ABPol), Associação Brasileira de Química (ABQ) e Sociedade Brasileira de Química (SBQ). A atual secretária executiva do CBAQ é a Profa. Carol H. Collins [Instituto de Química - UNICAMP, C. P. 6154, 13083-970 Campinas - SP; e-mail [chc@iqm.unicamp.br](mailto:chc@iqm.unicamp.br); fone (019) 239-7642; fax 239-3805]. Os nomes e endereços de representantes brasileiros em diferentes comissões da IUPAC estão disponíveis no site da SBQ: [www.s bq.org.br/iupac/indexiupac.htm](http://www.s bq.org.br/iupac/indexiupac.htm).

### Nota