



KLS

Química

Química

Francine de Mendonça Fábrega
Éder Cícero Adão Simêncio

© 2016 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente
Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação
Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico
Alberto S. Santana
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Camila Cardoso Rotella
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Emanuel Santana
Grasiele Aparecida Lourenço
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Editorial
Adilson Braga Fontes
André Augusto de Andrade Ramos
Cristiane Lisandra Danna
Diogo Ribeiro Garcia
Emanuel Santana
Erick Silva Griep
Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F123q Fábrega, Francine de Mendonça
Química / Francine de Mendonça Fábrega, Éder Cícero
Adão Simêncio. – Londrina: Editora e Distribuidora
Educacional S.A., 2016.
236 p.

ISBN 978-85-8482-684-1

1. Química. 2. Química inorgânica. 3. Química orgânica.
I. Simêncio, Éder Cícero Adão. II. Título.

CDD 540

2016
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

| | |
|---|------------|
| Unidade 1 Estudo da matéria e tabela periódica | 7 |
| Seção 1.1 - Identificação e classificação da matéria | 9 |
| Seção 1.2 - Propriedades da matéria | 23 |
| Seção 1.3 - Evolução do modelo atômico | 37 |
| Seção 1.4 - Classificação periódica dos elementos | 55 |
| Unidade 2 Química inorgânica | 65 |
| Seção 2.1 - Distribuição eletrônica | 67 |
| Seção 2.2 - Ácidos e bases | 79 |
| Seção 2.3 - Sais e óxidos | 91 |
| Seção 2.4 - Potencial hidrogeniônico | 103 |
| Unidade 3 Química orgânica e funções orgânicas | 119 |
| Seção 3.1 - Produtos orgânicos e o emprego em formulações cosméticas | 121 |
| Seção 3.2 - Química orgânica e suas aplicações | 133 |
| Seção 3.3 - Funções orgânicas e suas nomenclaturas dos compostos orgânicos: hidrocarbonetos | 143 |
| Seção 3.4 - Funções orgânicas e suas nomenclaturas dos compostos orgânicos: álcoois e ácidos carboxílicos | 157 |
| Unidade 4 Funções orgânicas | 173 |
| Seção 4.1 - Funções orgânicas e suas nomenclaturas dos compostos orgânicos: aldeídos e cetonas | 175 |
| Seção 4.2 - Funções orgânicas e suas nomenclaturas dos compostos orgânicos: ésteres e éteres | 189 |
| Seção 4.3 - Funções orgânicas e suas nomenclaturas dos compostos orgânicos: fenóis e aminofenóis | 203 |
| Seção 4.4 - Funções orgânicas e suas nomenclaturas dos compostos orgânicos: polímeros | 215 |

Palavras do autor

Olá, aluno(a), seja bem-vindo(a)!

Química pode ser definida como o estudo de propriedades, composição, estrutura das substâncias e transformações que elas sofrem. Existem agora mais de 7 milhões de substâncias químicas distintas conhecidas, e cerca de mais outras 350 mil são adicionadas à lista cada ano. E você sabia que a química está totalmente envolvida com a área da saúde?

O estudo da química fornece todos os conhecimentos básicos necessários para o entendimento de diversas áreas da saúde, como por exemplo, unindo-se com a biologia, dando origem a bioquímica, auxiliando nos estudos para encontrar a cura para doenças. A química também é utilizada na pesquisa de novos medicamentos e vacinas, que nos permite combater as doenças e epidemias.

Atualmente, a química está integralmente presente na área da saúde! Está inserida em cada comprimido administrado, em cada dose de xarope, em cada medicamento injetável. Está presente, também, na prevenção, no diagnóstico e no tratamento das mais diversas patologias. Unida a diferentes ciências, continua a ser a esperança e o caminho para os diversos desafios que as atuais ou as novas patologias apresentam. O surgimento de novos medicamentos ou tratamentos passou de uma simples suposição para uma ciência que, com a participação da química, os desenvolve e produz. Pode-se afirmar que se química não existisse ou não fosse aplicada, a saúde de todos seria muito mais precária. Portanto, o seu estudo é de fundamental importância para as mais diversas áreas da saúde.

Sendo assim, nesta unidade curricular nós vamos conhecer e compreender conceitos básicos da área química e, para alcançar esse objetivo, na Unidade 1 vamos estudar a matéria, identificando, classificando e conhecendo as suas propriedades e, também, a tabela periódica. Na Unidade 2 conheceremos a química inorgânica, aprendendo o que são as funções químicas e suas características. Já nas Unidades 3 e 4 vamos estudar a química orgânica, aprendendo sobre todas as suas funções e nomenclaturas.

Desejamos a você, desde já, bons estudos e dedicação para a conclusão desta etapa!

Estudo da matéria e tabela periódica

Convite ao estudo

Abrindo os nossos estudos na disciplina de Química, vamos compreender o conteúdo da nossa unidade de ensino que se inicia com o estudo da matéria. Mas o que é matéria? Vamos dar alguns exemplos. Ao olhar ao seu redor, você deve pensar: por que a madeira queima e as rochas não? Por que a preparação do cimento tem consistência pastosa, mas depois de pronto e usado ele se torna rígido e resistente? Como são feitos os diferentes componentes do seu celular? As respostas para essas e inúmeras outras questões estão relacionadas com as diferentes propriedades da matéria e se encontram no domínio da ciência natural denominada Química.

A partir de tais questionamentos, e compreendendo a relevância do tema, temos como **competência** conhecer e compreender conceitos básicos da área química e como: **objetivos de aprendizagem**: (1) conhecer o conceito de matéria e seus estados físicos; (2) saber a diferença entre elementos e compostos; (3) distinguir o que é uma mistura e uma substância pura; (4) reconhecer o que são misturas homogêneas e heterogêneas; (5) saber diferenciar as propriedades físicas das propriedades químicas; (6) entender o que é um átomo e os diferentes modelos atômicos; (7) aprender qual é a composição de um átomo; (8) conhecer as ligações químicas primárias e secundárias; (9) conhecer a construção de uma tabela periódica; e (10) classificar um elemento periodicamente.

Todos nós sabemos que, para, prevenirmos diversos tipos de doenças e problemas de saúde, devemos ter uma alimentação saudável, mas como os alimentos que ingerimos agem diretamente na nossa saúde? A resposta está na química da nutrição! Tudo o que comemos proporciona

uma nutrição direta ou indireta através do fornecimento de substâncias chamadas de nutrientes, que são as matérias-primas das reações químicas que ocorrem no nosso organismo. Os nutrientes podem ser classificados como macronutrientes (carboidratos, lipídeos e proteínas) e micronutrientes (vitaminas e minerais).

Mas você já imaginou como esses nutrientes podem ser classificados conforme a matéria que os constitui? Já pensou que os elementos que formam essas substâncias estão presentes na tabela periódica? E que são formadas e unidas por ligações químicas? Nesta unidade, vamos pensar nos elementos químicos e nas substâncias tão presentes na nossa alimentação, identificando e classificando a matéria, conhecendo as suas propriedades, conhecendo a evolução do modelo atômico, bem como as ligações químicas. Então desejamos bons estudos para você e que ao final desta unidade você seja capaz de olhar o mundo e reconhecer as suas transformações.

Seção 1.1

Identificação e classificação da matéria

Diálogo aberto

Você já se deu conta de quantos elementos químicos diferentes é feito o seu celular? E as páginas do seu caderno? Você também já deve ter observado que nem todas as substâncias se misturam, por exemplo, quando você toma água com gelo ou tempera a sua salada com azeite de oliva e vinagre. O que vamos ver nessa seção é a identificação e a classificação das substâncias e descobrir que existem diversos elementos químicos em cada item do nosso cotidiano. Também observaremos por que algumas substâncias se misturam e outras não.

Para iniciar o nosso raciocínio e aprender como identificar e classificar a matéria, vamos conhecer o que é um elemento químico para então verificar quantos elementos possui uma substância, classificando-a como simples e composta. Em seguida, vamos observar quantas substâncias diferentes há em uma determinada mistura e, assim, saberemos se essa mistura é formada por uma única substância ou não. E, por último, perceberemos se essa mistura possui uma única ou diversas fases, classificando-a como homogênea ou heterogênea. Por sua vez, identificada e classificada a matéria, poderemos escolher, em um futuro próximo, um processo para separá-las. Com isso, entenderemos por que uma substância pode sofrer transformações e nos dar diversos produtos que facilitam a nossa vida diariamente.

Pensando nessas transformações, os nutrientes que consumimos também são transformados em nosso organismo, mas anteriormente eles foram ingeridos através dos mais diversos tipos de alimentos. Segundo Campbell e Farrel (2015), a ingestão de macronutrientes para a obtenção de energia é um aspecto importante da nutrição. Uma dieta norte-americana típica é tão rica em gorduras, que os níveis de ácidos graxos essenciais são raros ou deficientes, e a única preocupação é que a dieta contenha uma quantidade adequada de proteínas. Mas quais são as substâncias que podemos comer para obter quantidades significativas dos macronutrientes? Você já imaginou que essas substâncias podem ser classificadas e identificadas perante a matéria que as constitui? A partir de agora você deverá associar quais substâncias pertencem à classificação de macronutrientes e analisá-las, identificando e classificando a matéria em cada uma delas.

Nesta seção, você deverá aplicar os conhecimentos adquiridos para identificar e classificar a matéria nos mais diversos tipos de substâncias e, assim, enxergar com mais sabedoria as substâncias que estão a nossa volta.

Bons estudos e vamos em frente!

Não pode faltar

Química é a base da vida. De fato, enquanto você lê estas palavras, transformações químicas estão ocorrendo em seu corpo e à sua volta. Tudo o que você vê depende dela, porque a química trata das substâncias, ou seja, da matéria da qual as coisas são feitas. Quando você queima madeira, ela é convertida em cinzas, que é outra substância. Neste processo também são produzidos calor e luz. Coisas semelhantes acontecem dentro do seu corpo, quando você come alimentos e quimicamente os converte em outras substâncias e na energia que você necessita para viver que é liberada durante este processo.



Refleta

“A ciência da natureza, da qual a química é um capítulo, é a explicação dos fatos diários, ou momentâneos, que nos envolvem, obedecendo a regras que permitem ter confiança universal nas conclusões obtidas. Os passos formais para se chegar aos princípios são: a observação, a hipótese, a experimentação, a generalização e por fim, a publicação, que conduz ao conhecimento e ao debate público” (LENZI et al., 2012, p. 3).

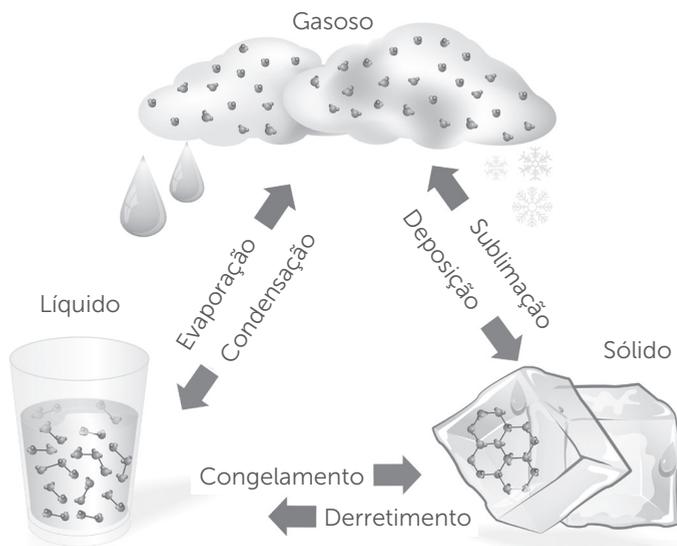
A química estuda a matéria. Matéria é a “essência” – esta não é uma definição muito sofisticada, mas um meio para introduzir a ideia de que a matéria tem existência física real.

É dito com frequência que matéria é tudo que tem massa e ocupa espaço. Ela existe em três formas ou estados: sólido, líquido e gasoso. Os sólidos ocupam porções definidas do espaço. Eles geralmente têm formas rígidas e resistem a variações. Os sólidos só podem ser comprimidos ligeiramente. Eles também expandem somente ligeiramente quando aquecidos. Exemplos de sólidos são: madeira, rocha, osso, ouro e sal de cozinha.

Os líquidos também ocupam porções fixas no espaço, mas eles não têm formas rígidas, pois tomam a forma de seus recipientes, enchendo-os a partir do fundo. Os líquidos podem ser comprimidos apenas ligeiramente e, quando aquecidos, expandem mais do que os sólidos. Leite, água, sangue, álcool e mercúrio são exemplos de líquidos.

Os gases não ocupam porções definidas do espaço e não têm formas definidas. Ao contrário, eles expandem sem limite para encher uniformemente o espaço disponível. Os gases podem ser comprimidos em espaços muito pequenos. Por exemplo: equipamento de mergulho, botijão de gás e extintor de incêndio. Outros exemplos são: vapor de água, oxigênio, neônio e hélio.

Figura 1.1 | Os três estados da matéria



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/br>>. Acesso em: 20 maio 2016.

A adição ou remoção de energia em forma de calor pode mudar a temperatura de uma substância ou mudá-la de um estado para o outro. Tome a água como exemplo: dependendo da temperatura, pode existir como um sólido, como água líquida ou como um gás.

A matéria pode ser classificada, primariamente, por substâncias puras simples e substâncias puras compostas. Existem dois tipos de substâncias puras: os elementos e as substâncias compostas. Um elemento é uma substância simples, que não pode ser separada ou decomposta em outras substâncias por meios químicos. São exemplos de elementos: o cloro, o flúor, o oxigênio, o carbono e o mercúrio. São conhecidos, atualmente, 118 elementos, dos quais 90 ocorrem naturalmente na Terra. Toda matéria do mundo que nos rodeia contém elementos, que por vezes se encontram em um estado isolado, mas frequentemente são combinados com outros elementos. A maioria das substâncias são combinações de diversos elementos químicos.

Por conveniência, os químicos usam símbolos de uma ou duas letras para representar os elementos. A primeira letra do símbolo é sempre maiúscula, mas as demais são minúsculas. Por exemplo, **Co** é o símbolo do elemento cobalto, enquanto **CO** é a fórmula da molécula do monóxido de carbono. Os símbolos de alguns elementos derivam dos seus nomes latinos – por exemplo, **Au** de *aurum* (ouro), **Fe** de *ferrum* (ferro) e **Na** de *natrium* (sódio) – ao passo que a maior parte deles vem de seus nomes ingleses.

Cada elemento é constituído por um tipo particular de **átomo**: uma amostra pura do elemento de alumínio (Al) contém apenas átomos de alumínio; cobre elementar (Cu) contém apenas átomos de cobre, e assim por diante. Dessa forma, um elemento contém apenas um tipo de átomo; uma amostra de ferro contém muitos átomos, mas são todos átomos de ferro (Fe). Amostras de certas substâncias puras são formadas por moléculas; por exemplo, o gás hidrogênio contém moléculas **H-H** (geralmente escrito como H_2) e o gás cloro contém moléculas **Cl-Cl** (Cl_2). No entanto, substância pura simples contém apenas átomos desse elemento e nunca os átomos de outro elemento.



Pesquise mais

A tabela completa de elementos químicos em ordem alfabética, incluindo os seus respectivos símbolos, número atômico e massa atômica, está disponível no *site*:

<<http://crq4.org.br/sms/files/file/Elementos%20em%20ordem%20alfab%C3%A9tica14.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2015.

Os átomos de certos elementos têm afinidades especiais entre eles e se unem de maneiras especiais para formar compostos, ou seja, uma substância que tem a mesma composição, não importa onde a encontraremos. Como os compostos são formados por elementos, podem ser decompostos nos mesmos por meio de mudanças químicas.

Uma substância pura composta sempre contém átomos de diferentes elementos. Por exemplo, a água contém átomos de hidrogênio e oxigênio, sempre na proporção de dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, portanto, é composta por moléculas de **H-O-H**. Um composto diferente, dióxido de carbono, é constituído de moléculas de CO_2 e, assim, contém átomos de carbono e átomos de oxigênio (sempre na proporção de 1:2).

Uma substância pura composta, embora contenha mais que um tipo de átomo, sempre tem a mesma composição, isto é, a mesma combinação de átomos. As propriedades de uma substância pura composta normalmente são muito diferentes das propriedades dos elementos contidos nele. Por exemplo, as propriedades da

água são bastante diferentes das do hidrogênio e oxigênio puros.

Assim como os elementos são representados por símbolos, as substâncias puras compostas são representadas por fórmulas químicas. A fórmula é a combinação dos símbolos de seus elementos. Então NaCl, H₂O e CO₂ representam o cloreto de sódio, a água e o dióxido de carbono, respectivamente.

Como mencionamos anteriormente, a segunda classificação da matéria consiste nas misturas. A mistura pode ser definida como algo com composição variável. Por exemplo, a madeira é uma mistura (sua composição varia muito, dependendo da árvore que lhe dá origem); o vinho é uma mistura; o café é uma mistura (pode ser forte, fraco ou amargo); e, embora pareça muito pura, a água bombeada do fundo da terra é uma mistura (contém minerais e gases dissolvidos).

A mistura consiste em duas ou mais substâncias que se encontram fisicamente misturadas. Aproximadamente toda a matéria que envolve o nosso cotidiano é constituída por uma mistura de substâncias. Algumas vezes, ela pode ser identificada visualmente. O granito, por exemplo, é uma rocha constituída por uma mistura de quartzo branco, mica preta e feldspato rosa e, algumas vezes, de outros minérios. Outras misturas requerem o uso de métodos analíticos para identificação de seus componentes.

É importante destacar que a mistura pode ser preparada com várias composições. A composição de sal em água, citada como exemplo, depende da quantidade relativa de sal e de água usada na sua preparação. As propriedades serão diferentes daquelas dos componentes e dependem da sua composição. Por exemplo, se modificarmos a composição de uma mistura de sal em água pela adição de mais sal, o ponto de congelamento da mistura diminuirá. Outros exemplos são: o leite, a madeira, o concreto, o óleo de motor, o batom e o ar.

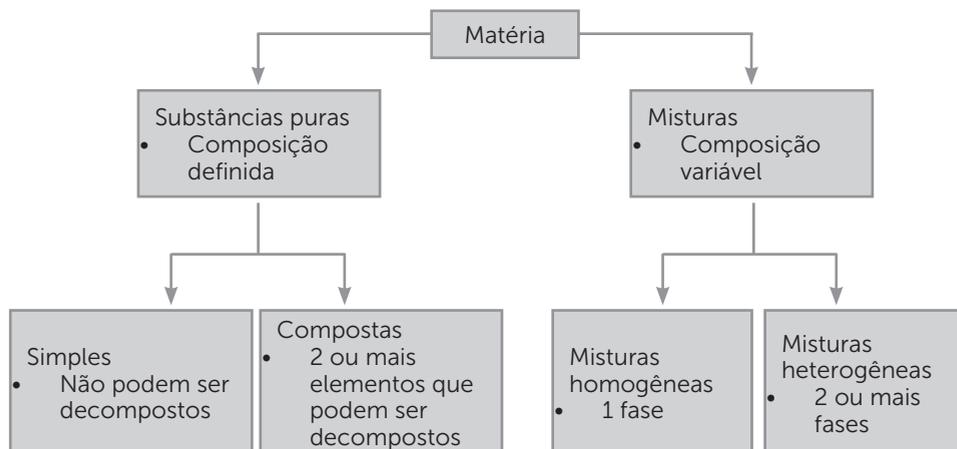
As misturas podem ser classificadas em homogêneas ou heterogêneas. Quando uma colher de açúcar se dissolve em água obtemos uma mistura homogênea na qual a composição é a mesma em toda a sua extensão e observamos uma única fase. Se misturarmos areia com limalha de ferro, contudo, os grãos de areia e a limalha de ferro mantêm-se separados, formando duas ou mais fases. Este tipo de mistura é chamado mistura heterogênea porque a sua composição não é uniforme.

Qualquer mistura, homogênea ou heterogênea, pode ser criada e depois separada por meios físicos em suas substâncias puras, sem alterar a identidade dos componentes. Assim, o açúcar pode ser recuperado de uma solução em água por evaporação da água até a secura. A condensação do vapor devolve-nos ao componente água. Para separar a mistura ferro-areia, podemos usar um ímã para retirar a limalha de ferro da areia, pois a areia não é atraída pelo ímã. Depois da separação, os componentes da mistura terão a mesma composição e propriedades que tinham no início.



Assimile

Figura 1.2 | Quadro sinóptico



Fonte: elaborado pelo autor.



Exemplificando

1. Vamos classificar os itens a seguir como substâncias puras simples ou substâncias puras compostas:

a) Água pura: substância pura composta, possui 2 átomos de hidrogênio e 1 de oxigênio.

b) Calcário: substância pura composta, possui 1 átomo de carbono, 3 de oxigênio e 1 de cálcio.

c) Ozônio: substância pura simples, possui 3 átomos de oxigênio.

d) Álcool: substância pura composta, possui 2 átomos de carbono, 6 de hidrogênio e 1 de oxigênio.

e) Soda cáustica: substância pura composta, possui 1 átomo de sódio, 1 de hidrogênio e 1 de oxigênio.

f) Ferro: substância pura simples, possui somente Fe.

g) Iodo: substância pura simples, possui 2 átomos de I.

2. Vamos classificar as misturas a seguir em misturas homogêneas ou heterogêneas:

- a) Água e areia: uma mistura heterogênea, pois a areia não é solúvel em água.
- b) Água e uma pequena quantidade de sal de cozinha: mistura homogênea, o sal é solúvel em água em pequenas quantidades.
- c) Ar e partículas sólidas: mistura homogênea, o ar que respiramos possui material particulado.
- d) Água e álcool: mistura homogênea, o álcool é solúvel em água.
- e) Água e óleo comestível: mistura heterogênea, óleo não é solúvel na água.



Faça você mesmo

1. Agora faça você mesmo a identificação e a classificação das substâncias relacionadas a seguir como substâncias puras simples ou substâncias puras compostas:

- a) CH_4
- b) H_2O_2
- c) P_4
- d) He
- e) S_8
- f) H_2S
- g) MgCl_2
- h) Ar
- i) CCl_4
- j) Na_2O
- k) Ne
- l) Cl_2

2. E agora faça você mesmo a classificação das misturas a seguir como homogêneas ou heterogêneas:

- a) Ar, gás carbônico e latão
- b) Água (l) + gasolina (l)
- c) Gás carbônico, latão e iodo
- d) Álcool a 96° GL
- e) Água (l) + NaCl(s)
- f) Ar atmosférico (isento de poeira)
- g) Granito
- h) Oxigênio parcialmente liquefeito
- i) O_2 (g) + CO_2 (g)
- j) Água do mar
- k) Água e azeite
- l) Água e açúcar



Vocabulário

Átomo: é a partícula fundamental da matéria.

Celulose: é uma substância (polissacarídeo) existente na maioria dos vegetais. De característica fibrosa, localiza-se dentro das células das plantas.

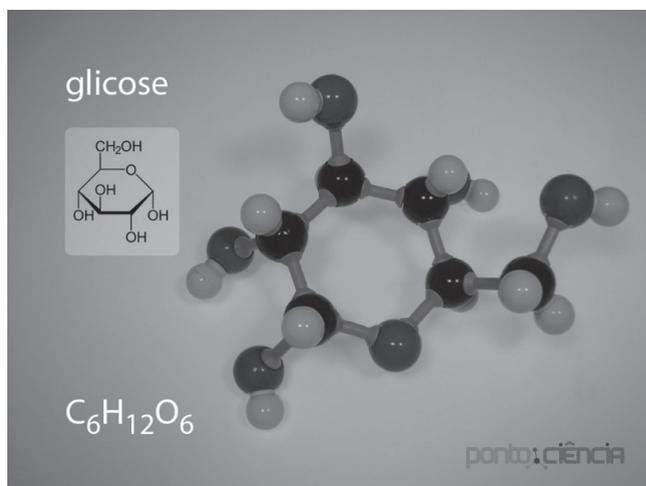
Substância: é qualquer espécie de matéria formada por átomos de elementos específicos em determinadas proporções.

Sem medo de errar

Os macronutrientes são substâncias de estrutura vegetal ou animal, requeridas em grande quantidade, que, depois de ingeridas, fornecem energia e, também, realizam reações químicas para produzir outras substâncias fundamentais para o funcionamento do organismo. Os macronutrientes são subdivididos em carboidratos, lipídeos e proteínas. Diversas substâncias podem ser classificadas dentro desses três subgrupos de nutrientes e vamos escolher algumas delas e

classificá-las conforme a matéria que as constitui.

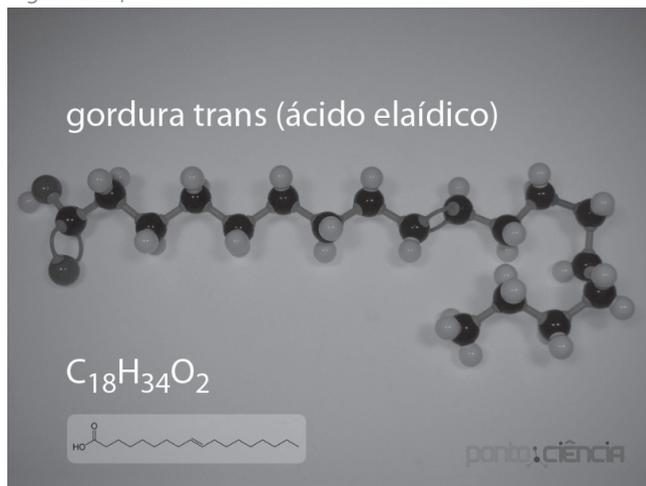
Figura 1.3 | Molécula de glicose



Fonte: <<http://pontociencia.org.br/galeria//content/pictures3/moleculasfamosas/glicose.jpg>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

Os carboidratos são moléculas formadas por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), e, portanto, são classificadas como substância pura composta. A glicose (Figura 1.3) é um carboidrato e é formada por: 6 átomos de C, 12 de H e 6 de O. Os carboidratos são fonte primária de energia para o organismo. Pães e massas são exemplos de alimentos ricos em carboidratos.

Figura 1.4 | Molécula de ácido eláidico

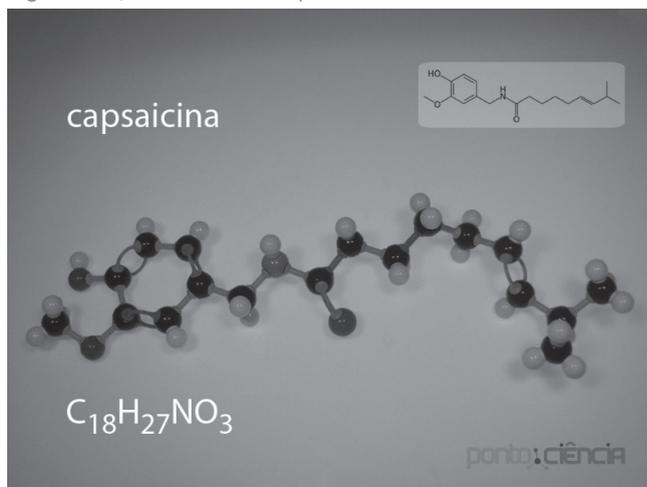


Fonte: <http://pontociencia.org.br/galeria//content/pictures3/moleculasfamosas/gordura_trans.jpg>. Acesso em: 21 abr. 2016.

Os lipídios, conhecidos como gorduras (estado sólido) ou óleos (estado líquido), são classificados como ácidos graxos saturados ou insaturados. As gorduras trans são ácidos graxos insaturados que passaram por um processo de hidrogenação, um exemplo é o ácido eláidico (Figura 1.4), que é classificado como uma substância pura composta, formada por: 18 átomos de C, 34 de H e 2 de O. Óleos vegetais e laticínios

possuem quantidades abundantes de lipídeos, sendo a gordura vegetal hidrogenada um exemplo de gordura trans.

Figura 1.5 | Molécula de capsaicina



Fonte: <<http://pontociencia.org.br/galeria/content/pictures3/moleculasfamosas/capsaicina.jpg>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

possuem quantidades menores, como a capsaicina, que é uma proteína presente nas pimentas.

As proteínas são os únicos macronutrientes que possuem nitrogênio (N) em sua molécula, além de C, H e O, portanto, são classificadas como substâncias puras compostas. Existem diversos tipos de proteínas, sendo uma delas a capsaicina (Figura 1.5) que é constituída por 18 átomos de C, 27 de H, 1 de N e 3 de O. As carnes vermelhas, aves, peixes e de soja são ricas em proteínas, e os vegetais



Atenção

Acesse o link a seguir e conheça outras substâncias classificadas como macronutrientes:

LACTOBACILO. **O que são macronutrientes?**. Disponível em: <<http://www.lactobacilo.com/nutrientes.htm#anchMacro>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

Avançando na prática

O preparo da amoxicilina

Descrição da situação-problema

A amoxicilina é largamente utilizada como antibiótico para combater vários tipos de infecções causadas por bactérias, como por exemplo: amigdalite, bronquite, pneumonia, gonorreia e infecções do ouvido, nariz, garganta, pele ou do trato urinário. Esse antibiótico pode ser ministrado de duas formas: comprimidos revestidos ou em suspensão.

Quando a amoxicilina for prescrita pelo seu médico em forma de suspensão, deve primeiramente passar por um processo de preparação antes da administração. Esse processo consiste nas seguintes etapas:

1. Retirar o frasco da embalagem para verificar que no seu interior há um pó composto por: amoxicilina, açúcar, dióxido de silício coloidal, benzoato de sódio, goma xantana, corante vermelho e aroma;

2. adicionar água filtrada ao pó contido no frasco; e

3. por fim, agitar para que ambos se misturem.

Identifique as etapas da preparação da amoxicilina e classifique a matéria envolvida.



Lembre-se

Acesse o link a seguir para estudar sobre as dispersões. A leitura auxiliará a identificar e classificar a matéria em medicamentos:

BRASIL ESCOLA. **Tipos de dispersões**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/tipos-dispersoes.htm>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

Resolução da situação-problema

Primeiramente, podemos perceber, por meio da composição mostrada na primeira etapa, que a amoxicilina é constituída por uma mistura de substâncias. Portanto, vamos classificar as misturas apresentadas em cada etapa a seguir:

1. Quando abrimos o frasco, podemos observar uma mistura homogênea formada por uma única fase contendo as substâncias sólidas que constituem o medicamento.

2. Ao acrescentar a água filtrada, obtemos uma mistura heterogênea, formada por duas fases sendo a primeira formada pela camada de sólidos que compõe o medicamento e a segunda pela água filtrada.

3. Ao agitar essas duas fases, obtemos uma suspensão. Uma suspensão é composta por uma fase líquida composta pela água e pelos sólidos solúveis e a outra fase é composta pelos sólidos insolúveis, formando uma mistura heterogênea.



Faça você mesmo

Os rios e mares são formados por misturas contendo água e sólidos solúveis e não solúveis em água, bem como o solo é uma mistura: contém areia, argila, sais minerais, água, dentre outras substâncias. Identifique e classifique a matérias, nomeando essas misturas como homogêneas e heterogêneas.

Faça valer a pena

1. Uma substância muito utilizada no nosso cotidiano é o cloreto de sódio, popularmente conhecido como sal de cozinha, o qual possui a fórmula química NaCl. O cloreto de sódio é um importante conservante de alimentos e um tempero popular.

Neste contexto, afirma-se que:

- I. É um sólido cristalino e branco nas condições ambientes.
 - II. Em água, forma uma solução homogênea.
 - III. É uma substância composta.
 - IV. É formado na proporção de um átomo de cloro para cada átomo de sódio.
- a) Somente a afirmativa I está correta.
 - b) Somente as afirmativas I, II e IV estão corretas.
 - c) Somente as afirmativas III e IV estão corretas.
 - d) As afirmativas I, II, III e IV estão corretas.
 - e) Somente as afirmativas I, II e III estão corretas.

2. O monóxido de carbono, CO, e o dióxido de nitrogênio, NO₂, são poluentes atmosféricos.

Sobre as características destes compostos, afirma-se:

- I. São substâncias que estão em estado gasoso.
- II. Formam uma mistura heterogênea com o ar atmosférico.
- III. Podem ser decompostos.
- IV. São substâncias compostas.

São corretas apenas as afirmações:

- a) I, II, III e IV.
- b) I e IV.
- c) I, III e IV.
- d) II.
- e) II e III.

3. Sabemos que misturas homogêneas são aquelas em que não são possíveis as distinções de fases e as misturas heterogêneas são aquelas em que são possíveis as distinções de fases.

Considere os seguintes sistemas em condições ambientes:

I. Ozônio e oxigênio.

II. Etanol e água.

III. Água e mercúrio.

Assinale a alternativa correta:

- a) Todos os itens são misturas homogêneas.
- b) O item I é formado por substâncias simples e é homogêneo.
- c) O item II é formado por uma substância simples e outra substância composta e é heterogêneo.
- d) O item III é formado por substâncias compostas e é homogêneo.
- e) O item III é uma solução formada por água e mercúrio.

Seção 1.2

Propriedades da matéria

Diálogo aberto

Na seção anterior, aprendemos a classificar e identificar a matéria. Vimos também que é importante entender que a transformação da matéria depende de uma sequência de processos, os quais dão origem a um novo material que será útil para o nosso dia a dia. O estudo das propriedades da matéria ajuda a compreender as transformações que ocorrem nos processos, com o objetivo de adequá-los para certos fins e a produzir novos materiais, possibilitando melhor qualidade de vida e a sustentabilidade do planeta.

Para iniciar esta seção, vamos entender primeiro qual a diferença entre as propriedades físicas e químicas, para, posteriormente, classificá-las em extensivas e intensivas, dependendo da sua relação com a massa de uma amostra. E, por último, vamos conhecer as propriedades que estão atreladas à mudança de estado da matéria.

Neste contexto, voltaremos a pensar sobre a química da nutrição, lembrando que os macronutrientes são subdivididos em carboidratos, proteínas e lipídeos. Pudemos observar no nosso estudo anterior que esses macronutrientes possuem funções bem distintas na nossa alimentação e que a matéria que os constitui é a mesma com a exceção da proteína, a qual possui nitrogênio. Porém, a quantidade de átomos de carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H) e nitrogênio (N) que compõe essas substâncias é distinta, bem como suas estruturas moleculares.

Carboidratos, lipídeos e proteínas apresentam propriedades físicas e químicas diferentes umas das outras; a densidade, por exemplo, é uma propriedade física de fundamental importância nos processos pelos quais os alimentos precisam ser submetidos antes de chegarem à nossa mesa. Sendo assim, é de fundamental importância que o cálculo dessa propriedade seja realizado de forma correta. Você já imaginou qual seria a densidade da margarina? E de uma porção de carne vermelha? Já pensou que esses alimentos possuem densidades diferentes? Você sabia que a densidade dos alimentos pode ser calculada através das quantidades de macronutrientes que os compõem. Calcule e descubra como a quantidade de

macronutrientes influencia a densidade dos alimentos.

A partir de agora você verá o quanto as propriedades da matéria são importantes para que os alimentos presentes no nosso cotidiano sejam produzidos de forma adequada. Vamos calcular as densidades de alguns alimentos e observar como a proporção entre esses macronutrientes influencia nessa propriedade física da matéria.

Bons estudos e vamos começar!

Não pode faltar

Quando conceituamos matéria, logo temos de pensar nas suas propriedades. Desse modo, tudo que tem massa e ocupa espaço é matéria e, diante do exposto, surge uma questão a respeito do termo "propriedade". Você reconhece seus amigos pela aparência física: altura e peso e a cor dos olhos e dos cabelos. O mesmo se aplica às propriedades físicas e químicas. Pode-se notar que cubos de ferro, alumínio e magnésio podem possuir a mesma massa, peso, cor, mas não o mesmo tamanho.

A propriedade física de uma substância pode ser medida e observada sem alterar a sua composição ou a sua identidade. A massa e a temperatura são propriedades físicas, como também o ponto de fusão (a temperatura na qual um sólido passa o estado líquido), a dureza, a cor, o estado da matéria (sólido, líquido ou gasoso), a densidade, dentre outras. Uma propriedade química refere-se à capacidade de uma substância de transformar-se em outra substância e a observação das propriedades sempre envolve uma alteração química, ou seja, reação química sofrida pela substância.



Pesquise mais

Todas as substâncias puras apresentam individualmente diversas propriedades específicas. Quando tais características podem ser percebidas pelos sentidos humanos, recebem o nome de propriedades organolépticas. Conheça melhor essas propriedades em:

CARDOSO, Mayara. **Propriedades organolépticas**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/sentidos/propriedades-organolepticas/>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

As propriedades também são classificadas segundo sua dependência em relação à massa da amostra. Uma propriedade intensiva independe da massa da amostra, como a temperatura, por exemplo, porque poderíamos tomar uma amostra de qualquer tamanho de um banho termostatizado com recirculação

de água e mediríamos a mesma temperatura. Uma propriedade extensiva é uma propriedade que depende da massa da amostra. O volume é uma propriedade extensiva: 2 kg de água ocupam um volume duas vezes maior do que 1 kg de água.



Assimile

As propriedades físicas são aquelas que não mudam a identidade de uma substância.

As propriedades químicas são aquelas que mudam a identidade de uma substância.

As propriedades extensivas dependem da massa da amostra, ao contrário das propriedades intensivas.

Diante deste contexto, vamos agora detalhar as propriedades físicas extensivas e intensivas mais importantes e utilizadas, dando início pelas medidas de massa e volume.

Para a grandeza massa, o **Sistema Internacional (SI)** de normas estabelece o quilograma (kg) como unidade base, isto é, trata-se de uma unidade que não deriva de qualquer outra. O quilograma é a única unidade base que incorpora um **prefixo** (quilo), uma vez que a unidade de referência para a massa é o grama. Como o grama é a unidade de referência, todos os seus múltiplos e submúltiplos devem ser estabelecidos em relação a ela.

O volume não tem uma definição como a massa, porém podemos medi-lo. Nos laboratórios de química são utilizadas vidrarias especiais para a realização dessas medidas. Podemos dizer que o volume é o espaço que uma determinada quantidade de matéria ocupa. Pelo Sistema Internacional, o volume é medido em metros cúbicos (m^3). No entanto, essa unidade mede grandes quantidades e, na maioria das vezes, utilizamos porções menores, como centímetros cúbicos (cm^3), decímetros cúbicos (dm^3), litro (L) e mililitro (ml).

A densidade (ρ), razão entre a massa (m) de um objeto e seu volume (V), é uma propriedade física útil para identificar as substâncias, calculada por:

$$\rho = m/V \quad (1)$$

Por exemplo, um quilograma de ferro ocupa um espaço muito pequeno, e é um pouco menor do que o seu punho. Porém, um quilograma de madeira é do tamanho aproximado de um melão. A massa do ferro é mais concentrada, ou mais compacta, do que a massa da madeira. Em outras palavras, certa massa de ferro ocupa menor volume do que a mesma massa de madeira.

Figura 1.6 | Exemplos de materiais com densidades diferentes



Fonte: <<http://www.xn--experimentosparanios-l7b.org/wp-content/uploads/2013/12/Amazing-9-Layer-Density-Tower.jpg>>. Acesso em: 19 maio 2016.

A densidade relativa diz quantas vezes uma substância é mais densa que a água. Se, por exemplo, a densidade relativa de uma substância for 2,00, significa que sua densidade é duas vezes a da água; caso a densidade relativa seja 0,50, então ela terá a metade da densidade da água. Isto significa que, se conhecermos a densidade da água em um sistema de unidades, podemos multiplicá-la pela densidade relativa de uma substância, obtendo assim a densidade absoluta desta mesma substância no mesmo sistema de unidades. A densidade relativa é dada pela razão entre a densidade de uma substância e a densidade da água como é mostrado na equação 2:

$$d = \rho_{\text{substância}} / (\rho_{\text{água}}) \quad (2)$$



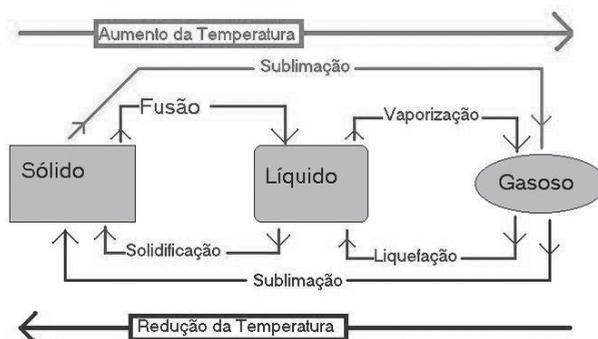
Refleta

As densidades dos metais estão entre as propriedades físicas importantes a serem levadas em conta quando projetamos partes de aeronaves e espaçonaves, tais como o ônibus espacial. São muito utilizados, neste caso, os metais alumínio e titânio, por causa da grande resistência aliada à baixa densidade. O titânio é particularmente útil porque é tão resistente quanto o aço, mas cerca de 40% mais leve (para o mesmo

volume de metal). Além disso, embora o titânio seja 60% mais denso que o alumínio, ele é duas vezes mais resistente, e seu ponto de fusão é cerca de 1000 °C mais alto que o do alumínio (BRADY et al., 2003).

Algumas propriedades físicas estão atreladas às mudanças de estado físico da matéria. Sabemos que, dependendo da temperatura e da pressão, a matéria pode estar em um estado sólido, líquido ou gasoso. Alterando a temperatura e/ou a pressão, é possível passar a matéria de um estado para outro. Quando a água está sob pressão constante de 1 atm, ela está no estado sólido abaixo de 0°C; no estado líquido nas temperaturas entre 0°C a 100°C; no estado gasoso acima de 100°C. Portanto, aquecendo ou resfriando a água, é possível fazer com que ela permaneça no estado sólido, líquido ou gasoso. Essas mudanças de estado recebem nomes característicos, como mostrado na Figura 1.7.

Figura 1.7 | Estados da matéria e suas mudanças de fase



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Calor_de_fus%C3%A3o>. Acesso em: 19 maio. 2016.

Veremos agora a definição de cada passagem que se dá sem modificar a pressão, ou seja, as mudanças de estado ocasionadas pela mudança de temperatura.

- Fusão: mudança do estado sólido para o estado líquido.
- Vaporização: mudança do estado líquido para o estado gasoso. Essa passagem pode ocorrer de 3 formas: a) quando o líquido passa para o estado gasoso abaixo da temperatura de ebulição, trata-se da evaporação; b) quando o líquido passa para o estado gasoso na temperatura de ebulição, trata-se de ebulição; c) quando o líquido passa para o estado gasoso acima da temperatura de ebulição, trata-se de calefação.
- Liquefação ou condensação: mudança do estado gasoso para o estado líquido.
- Solidificação: mudança do estado líquido para o estado sólido.

- Sublimação: mudança do estado sólido para o estado gasoso. O processo inverso também é chamado de sublimação ou, às vezes, de ressublimação.

A uma pressão constante, a temperatura na qual uma substância pura passa do estado sólido para o estado líquido é chamada de temperatura de fusão ou ponto de fusão. Do mesmo modo, a temperatura na qual uma substância passa do estado líquido para o estado gasoso é chamada de temperatura de ebulição ou ponto de ebulição.

Temperatura de fusão é a temperatura na qual uma substância sólida cristalina pura muda do estado sólido para o estado líquido. Essa temperatura é, por definição, a temperatura de fusão da substância e, não havendo variação de pressão, ela permanece constante enquanto a amostra se funde.

Quando é fornecido calor a uma substância sólida **amorfa** pura, sua massa amolece progressivamente, mudando do estado sólido para o estado líquido com variação de temperatura, que não é muito bem caracterizada por ser variável ao longo do processo. Como exemplo, temos a manteiga, a cera, as parafinas e os demais sólidos amorfos. Vale ressaltar que os sólidos podem ser amorfos ou **cristalinos**.

Temperatura de ebulição é a temperatura na qual uma substância pura no estado líquido passa para o estado gasoso. A ebulição envolve toda a massa do líquido e ocorre em regime turbulento devido à formação de bolhas. Ao contrário, a evaporação, que também é um processo de passagem do estado líquido para o estado vapor, ocorre somente na superfície da fase líquida, e isso pode acontecer mesmo em temperatura ambiente. Tal como a temperatura de fusão, a temperatura de ebulição também permanece constante se a pressão não sofrer variação durante o processo. Sabendo o ponto de ebulição e o ponto de fusão de uma substância, numa dada pressão, sabemos o estado físico dela em uma dada temperatura.



Pesquise mais

Existem propriedades físicas específicas para os metais. Pesquise mais em:

FOGAÇA, Jennifer R. Vargas. **Ligações Metálicas e as Propriedades dos Metais**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/quimica/ligacoes-metalicas-as-propriedades-dos-metais.htm>>. Acesso em: 19 maio 2016.



Exemplificando

1. Analise as alternativas a seguir, considerando as propriedades extensivas e intensivas da matéria:

1. A glicose é um sólido branco.
2. O etanol entra em ebulição a 78,5°C.
3. O éter etílico inflama se for tocado por um fósforo aceso.
4. O sódio metálico é um sólido mole e de baixo ponto de fusão.
5. O metabolismo do açúcar no corpo humano leva à produção de dióxido de carbono e água.

Após analisar, escolha a alternativa que se refere às propriedades físicas das substâncias:

- a) 1, 2 e 3 são propriedades físicas.
- b) 3, 4 e 5 são propriedades físicas.
- c) 1, 2 e 4 são propriedades físicas.
- d) 2, 3 e 5 são propriedades físicas.

A alternativa correta é a "c". A afirmativa 1 é uma propriedade física, a 2 é uma propriedade física, a 3 propriedade química, a 4 é uma propriedade física e a 5 é propriedade química.

2. Observe os seguintes fenômenos:

- I. Uma pedra de naftalina dentro do armário.
- II. Uma vasilha com água no *freezer*.
- III. Uma panela com água no fogão.
- IV. O derretimento de um cubo de chumbo quando aquecido.

Assinale a alternativa com a correspondência correta:

- a) I. Sublimação, II. Solidificação, III. Evaporação, IV. Fusão.
- b) I. Sublimação, II. Solidificação, III. Fusão, IV. Evaporação.
- c) I. Fusão, II. Sublimação, III. Evaporação, IV. Solidificação.
- d) I. Evaporação, II. Solidificação, III. Fusão, IV. Sublimação.
- e) I. Evaporação, II. Sublimação, III. Fusão, IV. Solidificação.

A alternativa correta é a "a". I – Uma pedra de naftalina no armário

– mudança do estado sólido para o gasoso – sublimação; II – Uma vasilha de água no freezer – mudança do estado líquido para o sólido – solidificação; III – Uma panela de água no fogão – mudança do estado líquido para o de vapor – evaporação; IV – O derretimento de um cubo de chumbo quando aquecido – mudança do estado sólido para o líquido – fusão.



Faça você mesmo

Foram realizados diversos testes em uma substância pura e a partir desses testes algumas propriedades foram determinadas. Todas as alternativas apresentam propriedades físicas que são úteis para identificar essa substância, com exceção de:

- a) Densidade.
- b) Massa.
- c) Solubilidade.
- d) TE.
- e) TF.



Vocabulário

Amorfa: é a designação dada à estrutura que não tem ordenação espacial a longa distância (em termos atômicos), como os sólidos regulares.

Cristalina: é uma estrutura ordenada como consequência de arranjos regulares de átomos que estão dispostos em posições fixas no espaço.

Prefixo: são usados para reduzir o número de zeros mostrado em quantidades numéricas antes ou depois do ponto decimal.

Sistema Internacional (SI): é um conjunto padronizado de definições de unidades de medida, utilizado hoje em quase todo o mundo moderno e em várias áreas.

Sem medo de errar

Para calcularmos as densidades dos alimentos em função dos macronutrientes, primeiramente, precisamos considerar a temperatura, pois a densidade varia em sua função. Vamos considerar que os alimentos que vamos utilizar em a 25 °C (temperatura

ambiente). Portanto, temos que as densidades de carboidrato, lipídeos e proteína são, respectivamente, 1591,34; 915,15 e 1226,94 kg/m³ na dada temperatura (CHOI; OKOS, 1986). Observando esses valores, já podemos determinar que as densidades dessas substâncias possuem valores bem distintos que nos permitem concluir que os lipídeos são menos densos e os carboidratos são mais densos.

A densidade de um alimento (ρ_{alimento}) em mais de uma dessas substâncias deve ser calculada em função do percentual de cada uma das substâncias que a constitui, segundo a equação 3:

$$\rho_{\text{alimento}} = \sum_{i=1}^n x_i \rho_i \quad (3)$$

Onde:

ρ_i = densidade da substância i pura.

x_i = fração mássica da substância i pura.

Assim sendo, vamos agora calcular a densidade de alguns alimentos, considerando as proporções das substâncias que os formam em massa e negligenciando as quantidades de micronutrientes. Vale lembrar que os alimentos também possuem grandes quantidades de água ($\rho=1000 \text{ kg/m}^3$), logo, é necessário considerá-la no cálculo.

1. Arroz parbolizado: 72,6% de água, 25,4% de carboidratos e 2% de proteínas.

$$\rho_{\text{arroz}} = x_{\text{água}} \cdot \rho_{\text{água}} + x_{\text{carboidrato}} \cdot \rho_{\text{carboidrato}} + x_{\text{proteína}} \cdot \rho_{\text{proteína}}$$

$$\rho_{\text{arroz}} = 0,726 \cdot 1000 + 0,254 \cdot 1591,34 + 0,02 \cdot 1226,94 = 1154,74 \text{ kg/m}^3$$

2. Carne bovina (filé): 58,5% de água, 8,8% de lipídeos e 32,8% de proteínas.

$$\rho_{\text{filé}} = x_{\text{água}} \cdot \rho_{\text{água}} + x_{\text{lipídeos}} \cdot \rho_{\text{lipídeos}} + x_{\text{proteína}} \cdot \rho_{\text{proteína}}$$

$$\rho_{\text{filé}} = 0,584 \cdot 1000 + 0,088 \cdot 915,15 + 0,328 \cdot 1226,94 = 1066,97 \text{ kg/m}^3$$

3. Margarina: 20% água e 80% lipídeos.

$$\rho_{\text{filé}} = x_{\text{água}} \cdot \rho_{\text{água}} + x_{\text{lipídeos}} \cdot \rho_{\text{lipídeos}}$$

$$\rho_{\text{filé}} = 0,2 \cdot 1000 + 0,8 \cdot 915,15 = 932,12 \text{ kg/m}^3$$

Analisando os valores obtidos, podemos concluir que alimentos ricos em

carboidratos tendem a ser mais densos, seguidos dos alimentos ricos em proteínas e os que possuem alto percentual de lipídeos possuem densidades menores.



Atenção

Acesse o link e aprenda mais sobre o cálculo da densidade:

SAINT'PIERRE. Tatiana Dillenburg. **Densidade**. Disponível em: <http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_densidade.pdf>. Acesso em: 19 maio 2016.

Avançando na prática

“Densidade aparente para alimentos sólidos”

Descrição da situação-problema

Muitos dos nossos alimentos, principalmente os grãos, são armazenados em silos. Para que um silo seja projetado, é necessário saber qual é a densidade do alimento que será armazenado, porém, quando se trata da densidade de sólidos, utilizamos uma propriedade chamada densidade aparente. Essa medida de densidade está relacionada com a geometria, tamanho e propriedades do sólido que será armazenado, e possui um valor menor do que a densidade absoluta da substância em questão. Mas como a densidade aparente é calculada? Descubra! E cite exemplos de alimentos que podem ser armazenados em silos relacionando-os com as suas densidades aparentes.



Lembre-se

Acesse o link a seguir e aprenda mais sobre a densidade aparente:

HEINRICH, Reges. **Densidade do solo e partículas**. 2010. Disponível em: <http://www2.dracena.unesp.br/graduacao/arquivos/solos/aula_3_densidade_do_solo_e_de_particulas.pdf>. Acesso em: 19 maio 2016.

Resolução da situação-problema

A densidade aparente de um sólido está relacionada com a densidade absoluta e geometria e dependerá, também, dos espaços vazios entre os poros. A equação (4) mostra como calcular a densidade aparente:

$$\rho_{\text{aparente}} = \frac{\text{massa do sólido}}{\text{volume ocupado de sólido e o espaço vazio entre eles}} \quad (4)$$

A Tabela 1.1 apresenta alguns alimentos que possuem a densidade aparente já determinada, conforme Singh e Heldman (2009), para que seus silos possam ser projetados.

Tabela 1.1 | Alimentos sólidos e densidades aparentes

| Material | Densidade aparente (kg/m ³) |
|------------------------|---|
| Feijão e soja inteiros | 800 |
| Café – grãos verdes | 673 |
| Café moído | 400 |
| Espiga de milho | 448 |
| Grãos de milho | 720 |
| Arroz descascado | 320 |
| Arroz limpo | 770 |
| Açúcar | 800 |
| Farinha | 770 |

Fonte: elaborado pelo autor.



Faça você mesmo

Os hidrômetros são equipamentos muito utilizados para medir a densidade de determinadas soluções como alternativa aos picnômetros. Você deverá pesquisar e relacionar esses equipamentos às soluções que podem ter suas densidades medidas utilizando esses equipamentos.

Faça valer a pena

1. As afirmativas relacionadas a seguir descrevem fenômenos relacionados ao contexto de propriedades da matéria;

I. O ferro (Fe) transforma-se em ferrugem ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) na presença de ar e umidade.

II. O ferro é cinza quando sólido em temperatura ambiente.

III. O papel produz cinzas ao pegar fogo.

IV. O alumínio apresenta densidade de 2,7 g/cm³.

V. O álcool entra em ebulição a 78 °C, sob pressão de 1 atm.

VI. A queima do etanol libera gases e energia.

Assinale a alternativa que englobe os fenômenos relacionados às propriedades físicas:

- a) II, IV e V.
- b) I, II, III, IV, V e VI.
- c) I, III e VI.
- d) III, IV e VI.
- e) II, III e IV.

2. Relacione as propriedades físicas contidas na coluna B que justificam o uso dos seguintes materiais contidos coluna A:

Coluna A

- I. Vidro na fabricação de para-brisas.
- II. Cobre na fabricação de fios elétricos.
- III. Aço inoxidável na fabricação de talheres.
- IV. Borrachas na fabricação de pneus.

Coluna B

- a) Não enferruja.
- b) Sólido e impermeável.
- c) Maleável, macia e durável.
- d) Bom condutor de corrente elétrica.

A alternativa que relaciona a coluna A com a B corretamente é:

- a) I-a, II-b, III-c e IV-d.
- b) I-d, II-a, III-c e IV-b.
- c) I-b, II-d, III-a e IV-c.
- d) I-d, II-c, III-b e IV-a.
- e) I-d, II-b, III-c e IV-a.

3. Para se caracterizar uma determinada substância, podem-se utilizar as seguintes propriedades da matéria: ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade e solubilidade. Análises foram realizadas e com elas foram obtidos os valores da tabela a seguir, relativos a propriedades de amostras de alguns materiais.

Considerando os dados da tabela, analise as seguintes afirmações:

- I. À temperatura de 25°C, os materiais C e D estão no estado líquido.
- II. Massa e volume são propriedades específicas de cada material.
- III. Se o material B for insolúvel em D, quando for adicionado a um recipiente que contenha o material D, ele deverá afundar.
- IV. Se o material A for insolúvel em D, quando for adicionado a um recipiente que contenha o material D, ele deverá flutuar.
- V. À temperatura de 20°C, a densidade do material C é igual a 0,74 g/ml.

| Material | Massa (g) a 20°C | Volume (cm ³) | Temperatura de fusão (°C) | Temperatura de ebulição (°C) |
|----------|------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| A | 115 | 100 | 80 | 218 |
| B | 174 | 100 | 650 | 1120 |
| C | 74 | 100 | -40 | 115 |
| D | 100 | 100 | 0 | 100 |

Das afirmações anteriores, são corretas, apenas:

- a) I, III e V.
- b) II, III e IV.
- c) III, IV e V.
- d) I e V.
- e) I, III e IV.

Seção 1.3

Evolução do modelo atômico

Diálogo aberto

Nesta primeira unidade, nós já aprendemos a identificar e classificar a matéria e conhecemos as suas propriedades físicas. Mas como a matéria é constituída? Qualquer substância conhecida no universo é formada pela união de um ou mais elementos químicos que compõem a tabela periódica. Quando se fala de elementos químicos, percebe-se que é muito difícil encontrar um átomo isolado, pois eles estão quase sempre unidos, formando compostos. Dessa forma, o desenvolvimento da química está relacionado à evolução do modelo atômico, pois, deste modo, foi possível compreender como a matéria é constituída, entender o comportamento dos materiais, manipular a radioatividade, criar novas substâncias, dentre outros estudos.

É surpreendente como os 118 elementos químicos podem formar inúmeras substâncias diferentes, grande parte das quais pode ser encontrada na natureza, e apresentar propriedades físicas e químicas completamente diferentes umas das outras. Como isso é possível? Graças às ligações químicas! As ligações químicas podem ser divididas em primárias (ligações iônicas, covalentes e metálicas) e secundárias, que são as ligações de hidrogênio, também conhecidas como pontes de hidrogênio e as forças de van der Waals (ou ligações de van der Waals).

Voltando ao nosso contexto sobre a química da nutrição, vimos que os nutrientes são classificados em macronutrientes e micronutrientes. Conhecemos os macronutrientes identificando e classificando a matéria que os constitui e as suas propriedades físicas. Agora vamos estudar os micronutrientes, que são nutrientes fundamentais para o funcionamento do organismo, mesmo sendo requeridos em pequenas quantidades. Os micronutrientes podem ser classificados em vitaminas e minerais e a sua falta pode causar doenças e disfunções; seu excesso pode causar intoxicações.

As vitaminas são micronutrientes necessários aos processos metabólicos, porém, ou o nosso organismo não pode sintetizá-las, ou não o faz em quantidade suficiente para suprir nossas necessidades e, assim, devemos obter vitaminas de fontes alimentares. As vitaminas podem ser classificadas como lipossolúveis, ou

seja, são solúveis em lipídios (vitaminas A, D, E e K) ou hidrossolúveis, que são as vitaminas solúveis em água (vitaminas do complexo B e a vitamina C). Você já imaginou quais ligações químicas estariam envolvidas na união dos átomos que compõe essas vitaminas? Analise criteriosamente as moléculas das vitaminas A e C relacionando quais são as ligações químicas primárias e secundárias que formam essas substâncias.

Nesta unidade, você aprenderá a evolução do modelo atômico e as ligações químicas, aplicando os nossos conhecimentos adquiridos para identificar quais ligações químicas são necessárias para formar essas substâncias tão comuns no nosso dia a dia.

Bons estudos! Vamos em frente!

Não pode faltar

Na Grécia Antiga, o filósofo Demócrito (546 e 460 a.C.) já acreditava na existência de partículas indivisíveis e invisíveis que seriam responsáveis pela formação da matéria, as quais ele definiu que seriam a menor partícula capaz de caracterizar um elemento químico e participar de uma reação química; Demócrito as chamou de átomos. Diversos filósofos e pesquisadores, como Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, se envolveram nessa busca por um modelo atômico e, em 1913, o Modelo de Rutherford-Bohr foi concretizado afirmando que o átomo é composto por elétrons (e), prótons (p) e nêutrons (n). Porém, embora esse modelo representasse de forma adequada como os espectros atômicos funcionavam, ele não explicava o porquê dos elétrons ficarem confinados apenas em camadas eletrônicas e nem por que os

elétrons não emitiam luz de forma contínua. Assim, concluiu-se que o modelo de Bohr não explicava todos os acontecimentos de forma clara.

Então, em 1924, Louis de Broglie sugeriu que os elétrons podiam agir como ondas e associou o comportamento dual da luz com o do elétron, postulando como princípio da dualidade ao afirmar que “a todo elétron em movimento está associada uma onda característica”. Broglie questionou se seria possível localizar a posição do elétron dentro dessa onda. Foi então que Werner Heisenberg disse

Figura 1.8 | O modelo atômico de Broglie



Fonte: <http://timerime.com/user_files/110/110174/media/Dualidad%20onda%20particula.jpg>. Acesso em: 19 maio 2016.

que não seria possível localizar a posição do elétron nessa onda e nomeou a teoria de "Princípio da Incerteza". A Figura 1.8 apresenta o modelo atômico de Broglie.



Pesquise mais

Para conhecer a história completa da evolução do modelo atômico, acesse o link:

FOGAÇA, Jennifer R. Vargas. **Evolução dos Modelos Atômicos**. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/quimica/evolucao-dos-modelos-atomicos.htm>>. Acesso em: 19 maio 2016.

Todos os átomos podem ser identificados pela quantidade de prótons e de nêutrons que possuem. O número atômico (Z) é o número de prótons no núcleo, como mostrado na Equação (1), de cada átomo de um elemento:

$$Z=p \quad (1)$$

O número de massa (A) é o número total de prótons e de nêutrons presentes no núcleo de um átomo de um elemento, conforme representado pela Equação (2). Com exceção da forma mais comum de hidrogênio, que tem um próton e nenhum nêutron, todos os núcleos atômicos contêm prótons e nêutrons. Consequentemente, o número de nêutrons é igual à subtração entre o número de massa e o número atômico:

$$A=p+n=Z+n \quad (2)$$

Para simbolizar os elementos químicos, utilizamos a notação apresentada pela Figura 1.9. No lado direito da figura observamos no sobrescrito o número atômico e no subscrito o nome do elemento e a massa atômica (A). No lado esquerdo da figura observamos no sobrescrito a distribuição eletrônica que será abordada na Seção 2.1 e, ao centro, o símbolo do elemento.

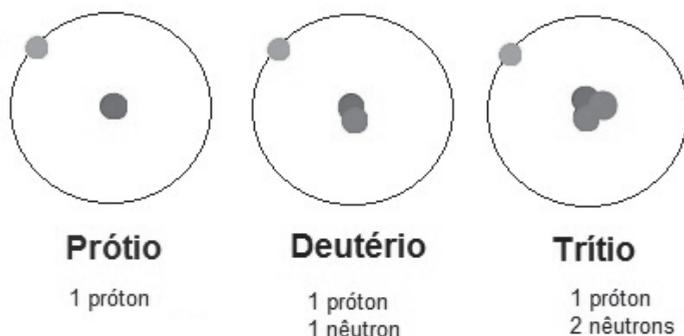
Figura 1.9 | Notação utilizada para representar os elementos químicos

| | | | |
|--|--------------------------------------|--|--|
| massa atômica ou número de massa do isótopo mais estável | 55.845 | 26 | número atômico |
| 1ª energia de ionização em kJ/mol | 762.5 | 1.83 | eletronegatividade |
| símbolo químico | Fe | +6 +5 +4 +3 +2 +1 -1 -2 | estados de oxidação os mais comuns em negrito |
| nome | Ferro | | |
| configuração eletrônica | [Ar] 3d ⁶ 4s ² | | |

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_da_qu%C3%ADmica>. Acesso em: 19 maio 2016.

Nem todos os átomos de um mesmo elemento têm a mesma massa. A maior parte dos elementos tem dois ou mais isótopos, ou seja, átomos que têm o mesmo número atômico, mas números de massas diferentes. Por exemplo, há três isótopos de hidrogênio (Figura 1.10). O conhecido simplesmente como hidrogênio tem um próton e nenhum nêutron, que também é conhecido como **prótio**; o isótopo **deutério** contém um próton e um nêutron chamado de deutério; e o trítio que possui um próton e dois **neutrões**.

Figura 1.10 | Isótopos do hidrogênio



Fonte: <<http://www.tabelaperiodicacompleta.com/elemento-quimico/hidrogenio>>. Acesso em: 19 maio 2016.

Segundo Callister (2012), cada elemento químico é caracterizado pelo número de prótons no núcleo, ou o número atômico (Z). Para um átomo eletricamente neutro ou completo, o número atômico também é igual ao número de elétrons. Este número atômico varia em unidades inteiras desde 1 para o hidrogênio até 94 para o plutônio, o de número atômico mais alto dentre os elementos que ocorrem na natureza (naturalmente).

Quando os átomos se unem, são formadas as moléculas e a esse processo damos o nome de ligação química. Até o momento aprendemos que um átomo possui um determinado número de prótons e nêutrons em seu núcleo e um número igual de elétrons no espaço em torno do núcleo (eletrosfera). Essa configuração resulta em um equilíbrio das cargas positivas e negativas, tornando o átomo neutro. Assim sendo, se um átomo neutro doar ou receber elétrons, ou seja, caso se torne eletricamente carregado, ele passa a ser um íon. Um íon positivo, chamado de cátion, é produzido quando o átomo neutro perde elétrons; portanto, quando um átomo neutro ganha elétrons, forma-se um íon com carga negativa chamado de ânion.

Conforme vimos durante o estudo sobre distribuição eletrônica, algumas famílias da tabela periódica são compostas de elementos que, segundo regra do octeto, necessitam doar elétrons para se tornarem estáveis, formando cátions. Esses elementos são os metais alcalinos, alcalinos terrosos, de transição, como o alumínio, o gálio e o índio. Da mesma forma, alguns elementos da tabela periódica precisam receber elétrons para se tornarem estáveis: os não metais.

Durante uma reação química, um cátion e um ânion são unidos através de ligações iônicas. As ligações iônicas são formadas quando um ou mais elétrons são transferidos da camada de valência de um átomo para outro, criando íons positivos e negativos (cátions e ânions). Quando, por exemplo, o magnésio e o gás oxigênio reagem, pode-se imaginar que a reação ocorre pela transferência de dois elétrons de um átomo de magnésio para dois elétrons de um átomo de oxigênio para formar Mg^{2+} e O^{2-} . Como possui baixa energia de ionização, o magnésio perde dois elétrons; o oxigênio, por sua vez, possui elevada afinidade eletrônica e ganha elétrons. Os dois íons são atraídos e formam a ligação iônica.



Assimile

Acessando o seguinte link, você encontrará um objeto de aprendizagem para auxiliá-lo a assimilar como as ligações iônicas ocorrem:

BRASIL. Ministério da Educação. **Ligações Iônicas**. Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/19428/Condigital_base.swf?sequence=21>. Acesso em: 19 maio 2016.

Contudo, como representar uma ligação química? Foi então que, em 1916, o químico norte-americano Gilbert Newton Lewis desenvolveu um método para representar esquematicamente a camada de valência dos átomos. Esse método faz uso de diagramas, agora chamados de estruturas de Lewis. A estrutura de Lewis para um átomo consiste no seu símbolo químico rodeado por pontos correspondentes ao número de elétrons da camada de valência do átomo. A Tabela 3.1 a seguir apresenta a estrutura de Lewis para alguns átomos.

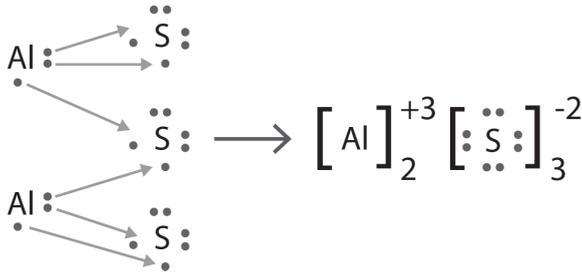
Tabela 1.2 | Estrutura de Lewis para alguns átomos

| Átomo | Estrutura de Lewis |
|-------|--------------------|
| O | :O: |
| Al | Al: |
| Si | :Si: |
| Ca | Ca: |

Fonte: elaborada pelo autor.

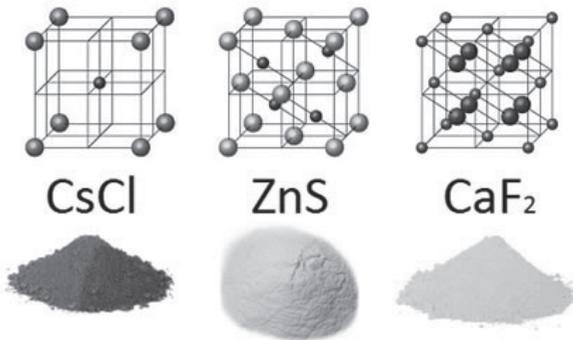
A estrutura de Lewis de um composto iônico consiste na combinação entre as estruturas de Lewis dos íons individuais. Nesse sentido, a estrutura de Lewis para o sulfeto de alumínio é mostrada pela Figura 1.11. O enxofre possui 6 elétrons em sua camada de valência e, portanto, precisa receber os elétrons para se tornar estável; e o alumínio precisa doar 3 elétrons para concordar com a regra do octeto. Assim sendo, 2 átomos de alumínio e 3 de enxofre são necessários para completar as ligações iônicas; e a fórmula molecular da substância é Al_2S_3 .

Figura 1.11 | Estrutura de Lewis para o sulfeto de alumínio



Fonte: Adaptado de <<http://ensinoadistancia.pro.br/EaD/QG/aula-9/Al2S3.gif>>. Acesso em: 31 dez. 2015.

As substâncias formadas por uma ou mais ligações iônicas são chamadas de compostos iônicos. Essas ligações são distribuídas ao redor de cada íon, proporcionando a criação do retículo cristalino iônico, e formam formas geométricas bem definidas. Esses retículos cristalinos são os responsáveis pelas características dos compostos iônicos, tais como a de serem sólidos nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP), a de serem duros ou quebradiços, a de possuírem elevados pontos de fusão e de ebulição, a de serem solúveis em água (exceto: SrCO_3 , BaCO_3 e AgCl), a de conduzirem eletricidade quando solubilizados e a de serem compostos polares. A Figura 1.12 apresenta a representação do retículo cristalino de alguns compostos iônicos.

Figura 1.12 | Representação do retículo cristalino dos compostos iônicos CsCl, ZnS e CaF₂

Fonte: <<http://blogdoenem.com.br/quimica-substancias-ionicas/>>. Acesso em: 19 maio 2016.



Exemplificando

Uma substância iônica composta por dois elementos químicos é usualmente formada por substâncias que possuem determinadas características periódicas. Sendo assim, qual é a alternativa correta?

- a) Eletronegatividade muito diferente entre os dois elementos.

- b) Valores elevados de energias de ionização.
- c) Raios atômicos parecidos.
- d) Alta afinidade eletrônica por dois elementos.
- e) Valores elevados de massas atômicas.

A alternativa correta é a letra "A". Para que uma ligação iônica ocorra, os dois elementos envolvidos precisam ter eletronegatividades bem diferentes, ou seja, o cátion precisa ser eletropositivo; e o ânion, eletronegativo.



Faça você mesmo

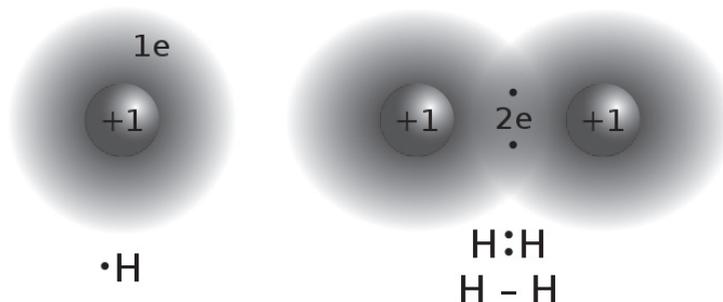
Compostos iônicos são formados por ligações iônicas entre metais e não metais. Com base nisso, qual das alternativas a seguir apresenta um composto formado por ligações iônicas?

- a) NaI
- b) SiO₂
- c) NO
- d) CO₂
- e) CH₄

Segundo Russel (2008), a ligação covalente ocorre quando os dois átomos têm a mesma tendência de ganhar e perder elétrons, isto é, os não metais e o hidrogênio. Sob essas condições, a transferência total de um elétron não ocorre. Em vez disso, os elétrons ficam compartilhados entre os átomos. Átomos com alta eletronegatividade, como os não metais, possuem grande capacidade de atrair elétrons. No entanto, quando esses elementos interagem entre si, o fato de todos eles apresentarem alta atração pelos elétrons faz com que não ocorra a transferência efetiva dos elétrons. Em vez disso, eles se atraem simultaneamente, ou seja, são compartilhados pelos núcleos dos átomos, e é isso que faz com que os átomos permaneçam unidos.

Existem quatro tipos de ligações covalentes: simples, dupla, tripla e coordenada. A ligação covalente mais simples é formada por dois átomos de hidrogênio. Cada átomo de H possui um próton e um elétron; e, quando dois desses átomos se aproximam, os elétrons são atraídos pelo núcleo de ambos os átomos, ocorrendo o compartilhamento e formando a molécula H₂, estável como o hélio. A Figura 1.13 ilustra a ligação covalente entre os átomos de hidrogênio.

Figura 1.13 | Ligação covalente entre átomos de hidrogênio



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Covalent_bond_hydrogen.svg>. Acesso em: 1 jan. 2016.

Voltando à estrutura de Lewis, na ligação covalente, os elétrons não são representados apenas por pontos; para isso são utilizadas cruces (x) e pontos (•) em conjunto para indicar que os elétrons da ligação vieram de diferentes átomos embora na realidade todos os elétrons sejam iguais. A seguinte analogia pode auxiliar a entender a formação de uma ligação covalente, conforme o exemplo mostrado na Figura 1.14. Para representar a ligação covalente de uma molécula de CO_2 , utilizamos cruces para mostrar os elétrons do carbono e pontos para mostrar os elétrons de oxigênio.

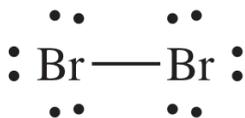
Figura 1.14 | Estrutura de Lewis para o CO_2 

Fonte: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon-dioxide-octet-dot-cross-2D.png?uselang=pt-br>>. Acesso em: 1 jan. 2016.

O tipo mais simples de molécula é chamado de molécula diatômica porque consiste de apenas dois átomos interligados. Os halogênios são bons exemplos da formação de moléculas diatômicas, uma vez que adquirem o arranjo eletrônico dos gases nobres compartilhando um par de elétrons, vindos um de cada átomo. Cada uma dessas ligações covalentes é chamada de ligação simples porque consiste de um único par de elétrons compartilhado pelos núcleos dos dois átomos.

A ligação simples pode ser representada por um traço (–). Na molécula do hidrogênio, como mostrado na Figura 1.15, cada átomo adquire um nível externo completo de dois elétrons. Nas moléculas dos halogênios, cada átomo de halogênio forma um octeto completo.

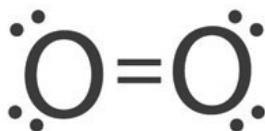
Figura 1.15 | Ligação covalente simples unindo dois átomos de bromo



Fonte: <http://nonsibihighschool.org/intbasch9_files/>. Acesso em: 1 jan. 2016.

A ligação covalente dupla é formada pelo compartilhamento de dois pares de elétrons, como, por exemplo, ocorre na formação de uma molécula do gás oxigênio, que possui 6 elétrons na camada de valência e precisa receber dois elétrons para se tornar estável. Para obter esses elétrons, o oxigênio pode compartilhar dois pares de elétrons com um segundo átomo de oxigênio; e cada átomo de oxigênio contribui com dois elétrons, como mostra a Figura 1.16.

Figura 1.16 | Ligação covalente dupla unindo dois átomos de oxigênio



Fonte: <<http://www.middleschoolchemistry.com/multimedia/chapter4/lesson6>>. Acesso em: 1 jan. 2016.

O nitrogênio tem cinco elétrons em sua camada de valência, sendo, portanto, necessários três elétrons para completar o octeto. O átomo de nitrogênio obtém esses três elétrons através de uma ligação tripla com outro átomo de nitrogênio. Uma tripla ligação consiste de três pares de elétrons compartilhados pelos núcleos dos dois átomos, com o objetivo de completar o octeto. A Figura 1.17 mostra a ligação tripla na união de dois átomos de hidrogênio. Percebe-se, então, que, quando as estruturas de Lewis são desenhadas, os pontos e as cruces que representam os elétrons compartilhados são substituídos por traços.

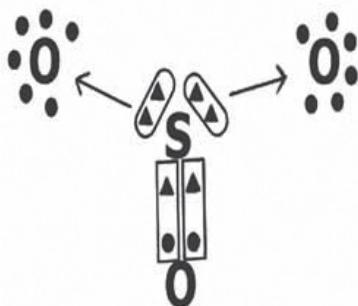
Figura 1.17 | Ligação covalente tripla unindo dois átomos de nitrogênio



Fonte: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=18389>>. Acesso em: 8 mar. 2016.

Até o momento, vimos que uma ligação covalente é formada por dois átomos que compartilham um par de elétrons. Os átomos são mantidos juntos porque o par de elétrons é atraído por ambos os núcleos. Na formação de uma ligação covalente simples, cada átomo fornece um elétron para ser compartilhado na ligação; porém, em uma ligação covalente coordenada (ou ligação covalente dativa), ambos os elétrons a serem compartilhados vêm do mesmo átomo. Por exemplo, o enxofre possui seis elétrons em sua camada de valência, faltando apenas dois elétrons para se tornar estável; nesse sentido, o enxofre forma uma ligação covalente dupla com um átomo de oxigênio completando os seus octetos, mas também doa seus elétrons a outros dois átomos de oxigênio formando o trióxido de enxofre (SO_3), como mostra a Figura 1.18. Essa doação de elétrons é indicada pelas setas que representam as ligações covalentes coordenadas.

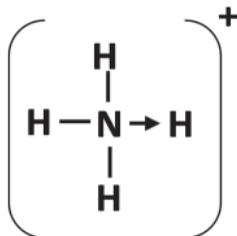
Figura 1.18 | Ligações covalentes coordenadas $-\text{SO}_3$



Fonte: <<http://www.resumoescolar.com.br/quimica/ligacao-covalente-dativa/>>. Acesso em: 1 jan. 2016.

Certos íons poliatômicos diferem entre si somente na sua carga e números de hidrogênios, como é o exemplo dos ânions CO_3^{2-} (carbonato) e HCO_3^- (bicarbonato). Um dos poucos cátions poliatômicos comuns é o íon amônio, NH_4^+ . Ele consiste de uma molécula de amônia, NH_3 , que formou uma ligação covalente com um íon de hidrogênio, H^+ , como mostra a Figura 1.19.

Figura 1.19 | Ligações covalentes coordenadas $-\text{NH}_4^+$

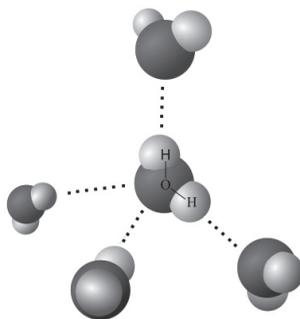


Fonte: <<http://ibchem4u.wikispaces.com/file/detail/NH4dativesign.png>>. Acesso em: 1 jan. 2016.

As moléculas que constituem substâncias covalentes (ou moleculares), em estado sólido ou líquido, são unidas por interações chamadas de ligações secundárias ou forças intermoleculares. Destas, as mais importantes são chamadas de ligações de hidrogênio ou pontes de hidrogênio e forças de van der Waals. Assim, as moléculas de uma substância covalente em estado líquido devem vencer as forças de atração intermoleculares para separar-se e evaporar, causando influência diretamente nos pontos de fusão e ebulição e, conseqüentemente, na solubilidade da substância. O tipo de interação presente na molécula dependerá diretamente da sua polaridade, ou seja, moléculas polares se atraem com mais intensidade formando interações mais fortes, e moléculas apolares se atraem com uma intensidade menor formando interações mais fracas.

As ligações de hidrogênio ou pontes de hidrogênio ocorrem quando o hidrogênio interage com elementos muito eletronegativos, como, por exemplo, o flúor, o oxigênio e o nitrogênio, formando ligações extremamente polares. Assim, o hidrogênio forma uma ponte entre os átomos de alta eletronegatividade de moléculas vizinhas, como mostra a Figura 1.20, em que a linha pontilhada representa uma ponte de hidrogênio entre duas moléculas de água. Essas substâncias possuem pontos de fusão e de ebulição extremamente elevados se comparadas com as substâncias de massas molares semelhantes. As ligações de hidrogênio são mais fracas do que as ligações iônicas e covalentes, porém são o tipo mais forte de interação entre moléculas (forças intermoleculares).

Figura 1.20 | Ligação de hidrogênio (ponte de hidrogênio) entre moléculas de água



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Molecole_d%27acqua.png?uselang=pt-br>. Acesso em: 24 jan. 2016.

Segundo Maia e Bianchi (2007), a ligação de hidrogênio é responsável pelas características de muitos compostos que também apresentam esse tipo de interação intermolecular, tal como a de serem solúveis em água. Por exemplo, o etanol é solúvel em água em qualquer proporção, ao passo que o cloreto de etila, que possui quase o mesmo momento dipolar, é praticamente insolúvel. A explicação para esse fato experimental é que as moléculas de etanol podem formar ligações de hidrogênio com as moléculas de água, mas o cloreto de etila não pode.



Assimile

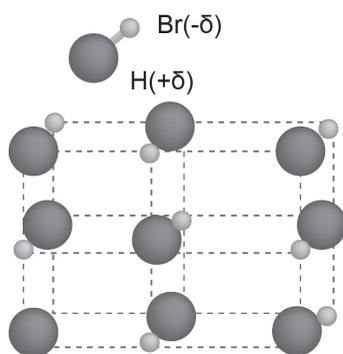
O link a seguir pode auxiliar você a assimilar a formação das pontes de hidrogênio:

TECA. **Formação das pontes de hidrogênio.** Disponível em: <<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=47050>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

E quando as moléculas de uma substância não formam ligações de hidrogênio entre si? Como ficarão unidas? A interação que manterá essas moléculas unidas é chamada de forças de van der Waals (ou ligações de van der Waals), que são interações mais fracas do que as ligações de hidrogênio. Para compostos covalentes, existem dois tipos de forças que são mais importantes: dipolo-dipolo e dispersão de London (dipolo instantâneo – dipolo induzido).

As atrações elétricas dipolo-dipolo ocorrem em substâncias formadas por moléculas polares neutras que não possuem hidrogênio ligado ao elemento mais eletronegativo (F, O e N) e, portanto, não realizam a ligação de hidrogênio. A Figura 1.21 exemplifica a ligação dipolo-dipolo nas moléculas do ácido bromídrico (HBr). Essas substâncias apresentam pontos de fusão e ebulição menores do que as substâncias que possuem ligações de hidrogênio, porém maiores do que as substâncias que possuem a dispersão de London. Essas ligações, portanto, necessitam de menor quantidade de energia para serem quebradas do que as ligações de hidrogênio e de mais energia quando comparadas com a dispersão de London.

Figura 1.21 | Interações dipolo-dipolo para o ácido bromídrico (HBr)



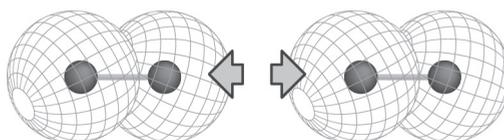
Fonte: adaptado de <<http://brasilecola.uol.com.br/upload/conteudo/images/hbr.jpg>>. Acesso em: 24 jan. 2016.

A dispersão de London, ou dipolo induzido, é o único tipo de força intermolecular aplicado a moléculas apolares. É uma força muito fraca, razão pela qual as moléculas apolares de baixas massas moleculares são gasosas à temperatura ambiente. As substâncias que apresentam esse tipo de interação possuem baixos

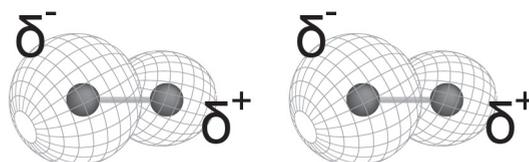
pontos de fusão e ebulição e necessitam de pouca energia para que a ligação se quebre. Vale ressaltar que a dispersão de London está presente em moléculas polares e apolares. No entanto, em moléculas polares, as interações relacionadas às ligações de hidrogênio ou dipolo-dipolo são tão mais intensas que a dispersão de London pode ser negligenciada. A Figura 1.22 apresenta a dispersão de London para iodo.

Figura 1.22 | Dispersão de London para o iodo

Moléculas apolares de I_2 :



Dipolo induzido:



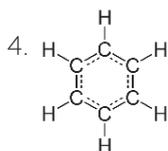
Fonte: adaptado de <<http://biologianet.uol.com.br/upload/conteudo/images/2014/12/dipolo-induzido.jpg>>. Acesso em: 24 jan.



Exemplificando

Assinale a alternativa que relaciona corretamente a força intermolecular existente em cada uma das substâncias a seguir, respectivamente:

1. $H_3C - CH_3$
2. $H_3C - CH_2 - OH$
3. HBr



a) Dispersão de London, dispersão de London, dipolo-dipolo, dipolo-dipolo.

b) Dispersão de London, ligação de hidrogênio, dipolo-dipolo, dispersão de London.

c) Ligação de hidrogênio, dispersão de London, dispersão de London, ligação de hidrogênio.

d) Dipolo-dipolo, dipolo-dipolo, ligação de hidrogênio, dipolo induzido.

e) Dipolo-dipolo, dipolo-dipolo, dispersão de London, dispersão de London.

A alternativa correta é a letra "B". As substâncias 1 e 4 são hidrocarbonetos e, por isso, apolares. Suas moléculas, portanto, são unidas pela dispersão de London. A substância 2 é unida por ponte de hidrogênio, pois tem uma ligação de oxigênio com hidrogênio. A substância 3 possui hidrogênio, mas não realiza ligação com F, O e N; portanto, suas moléculas são unidas pela interação dipolo-dipolo.



Faça você mesmo

O dióxido de carbono é uma substância presente na atmosfera e utilizada para apagar incêndios. Assinale a alternativa que representa de forma correta a polaridade da ligação química dessa substância e a força intermolecular que une as suas moléculas, respectivamente:

a) Apolar; dipolo-dipolo.

b) Apolar; dispersão de London.

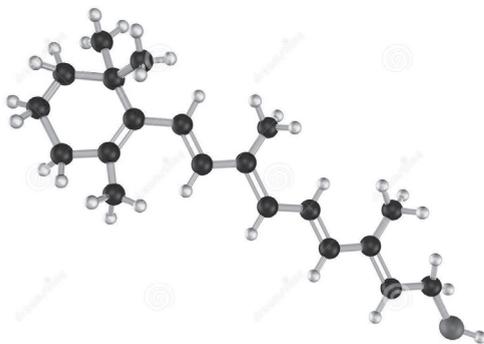
c) Polar; ligações de hidrogênio.

d) Polar; dipolo-dipolo.

e) Polar; dispersão de London.

Sem medo de errar

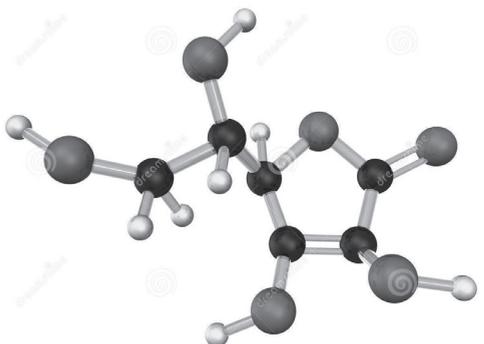
Figura 1.23 | Molécula de vitamina A



Fonte: <<http://es.dreamstime.com/fotos-de-archivo-vitamina-3d-de-la-mol%C3%A9cula-image12040753>>. Acesso em: 3 maio 2016.

A vitamina A (Figura 1.23), conhecida também como Ácido retinoico, possui fórmula química $C_{20}H_{30}O$. Os elementos que formam essa molécula necessitam receber elétrons. Portanto, formam ligações covalentes sendo em sua maioria simples e cinco duplas para se unirem e formarem essa vitamina, como mostra a figura. As moléculas são unidas através de uma ponte de hidrogênio devido à ligação entre o hidrogênio e o oxigênio.

Figura 1.24 | Molécula de vitamina C



Fonte: <<http://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-libre-de-regal%C3%ADas-vitamina-c-3d-de-la-mol%C3%A9cula-image12040795>>. Acesso em: 3 maio. 2016.

A vitamina C (Figura 1.24), conhecida também como ácido ascórbico, possui fórmula química $C_6H_8O_6$. Como a vitamina A, os elementos que formam essa molécula necessitam receber elétrons. Portanto, formam ligações covalentes de duas duplas e o restante simples, para se unirem e formarem essa vitamina, como mostra a figura. As moléculas são unidas através de seis pontes de hidrogênio devido às ligações entre o hidrogênio e o oxigênio.

**Atenção**

Para reforçar os conceitos sobre as ligações primárias e secundárias, acesse: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/aactanamati/coordenacao-de-engenharia-de-alimentos-coeal/disciplinas/fundamentos-de-quimica-el31i-turma-ig1a/material-aula-teorica/ligacoes-quimicas/Ligacoes%20quimicas.pdf/at_download/file>. Acesso em: 3 maio. 2016.

Avançando na prática

O betacaroteno

Descrição da situação-problema

O betacaroteno é uma substância bastante importante para o nosso organismo e, dentre suas principais características, sabe-se que é um antioxidante, beneficia a visão noturna, aumenta a imunidade, dá elasticidade à pele, aumenta o brilho dos cabelos, fortalece as unhas, além de atuar no metabolismo de gorduras. O betacaroteno também auxilia no bronzeamento da pele, pois é transformado em vitamina A em nosso organismo, auxiliando na formação de melanina. As principais fontes de betacaroteno são os alimentos de cor alaranjada, como por exemplo: cenoura, abóbora, mamão e manga. Os alimentos verdes também possuem betacaroteno em sua composição, porém em quantidades menores. Assim sendo, você sabe quais ligações químicas formam a molécula de betacaroteno? Analise a sua molécula e discuta sobre as ligações primárias e secundárias que o formam.



Lembre-se

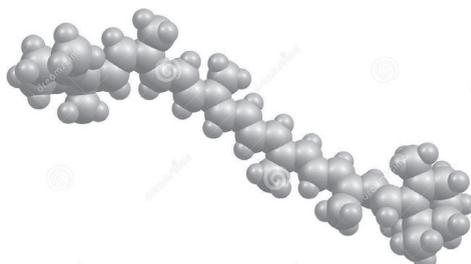
Reforce os seus conceitos assistindo ao vídeo a seguir:

AULA LIVRE. **Química** – Aula 05 – Ligações Químicas. 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qaitmlBzi98>>. Acesso em: 3 maio 2016.

Resolução da situação-problema

O betacaroteno (Figura 1.25) possui fórmula química $C_{40}H_{56}$, formado unicamente por carbono e hidrogênio, que são elementos químicos que precisam receber elétrons para se estabilizarem. Ele é formado por ligações covalentes simples e duplas entre carbonos e hidrogênios, como apresenta a figura a seguir. A diferença de eletronegatividade do betacaroteno é igual a zero, portanto, é uma molécula apolar, sendo assim, suas moléculas são unidas através de ligações dipolo induzido que são ligações de van der Waals.

Figura 1.25 | Molécula de betacaroteno



Fonte: <<http://es.dreamstime.com/imagen-de-archivo-bolas-de-la-ciencia-mol%C3%A9cula-del-caroteno-image35800621>>. Acesso em: 3 maio. 2016.



Faça você mesmo

O licopeno pode ser encontrado nos alimentos de cor vermelha e o seu consumo traz diversas vantagens para o organismo. Analise a molécula do licopeno e discuta sobre as suas ligações primárias e secundárias.

Faça valer a pena

1. Ernest Rutherford apresentou um modelo atômico com base em experimentos com radioatividade.

Uma importante contribuição do modelo de Rutherford foi considerar o átomo constituído de:

- Elétrons mergulhados numa massa homogênea de carga positiva.
- Uma estrutura altamente compactada de prótons e elétrons.
- Um núcleo de massa desprezível comparada com a massa do elétron.
- Uma região central com carga negativa chamada núcleo.
- Um núcleo muito pequeno de carga positiva cercado por elétrons.

2. Consultando a tabela periódica, podemos verificar o número atômico e a massa atômica dos elementos químicos.

Indique o número de prótons, nêutrons e elétrons do átomo de mercúrio $^{80}_{200}\text{Hg}$:

- 80, 80, 200.
- 80, 200, 80.
- 80, 120, 80.
- 200, 120, 200.
- 200, 120, 80.

3. O modelo atômico de Thomson ficou conhecido como “pudim de passas”.

O átomo, na visão de Thomson, é constituído de:

- Camadas eletrônicas.

- b) Cargas positivas e negativas.
- c) Núcleo e eletrosfera.
- d) Grandes espaços vazios.
- e) Orbitais.

Seção 1.4

Classificação periódica dos elementos

Diálogo aberto

Chegamos à última seção desta primeira unidade. Até o momento, aprendemos a identificar e classificar as matérias e as suas propriedades e estudamos a evolução do modelo atômico e as ligações químicas. Agora vamos conhecer a tabela periódica e aprender como classificar periodicamente os elementos químicos.

A tabela periódica relaciona todos os elementos químicos conhecidos em linhas, as quais chamamos de períodos, e em colunas, que chamamos de famílias, em ordem crescente de seus números atômicos, formando os grupos de metais, semimetais, não metais, gases nobres e o hidrogênio. A tabela periódica nem sempre foi do jeito que conhecemos: ela passou por modificações e elementos químicos foram descobertos e acrescentados ao longo dos anos. Vale dizer que, classificar os elementos químicos nos auxilia a compreender as propriedades das substâncias químicas, como por exemplo, brilho, condutividade térmica, condutividade elétrica, maleabilidade, solubilidade, estado físico, dentre outras.

Encerrando o nosso contexto sobre a química da nutrição, aprendemos que os nutrientes são classificados em macronutrientes e micronutrientes e que possuem propriedades e funções diferentes no nosso organismo. Como vimos na seção anterior, os micronutrientes podem ser subdivididos em vitaminas e minerais, e ambos possuem funções específicas de fundamental importância na nossa alimentação.

Minerais são substâncias inorgânicas que contribuem para os processos vitais e podem ser subdivididos em macrominerais que são necessários em maiores quantidades (sódio, potássio, cloro, magnésio, fósforo e cálcio), e microminerais (minerais de traços), como o ferro, cobre, zinco, iodo e flúor. As quantidades de todos esses minerais, com exceção do cálcio, podem ser facilmente supridas por uma dieta normal. Mas como esses elementos podem ser classificados periodicamente? Você já imaginou que todos eles estão contidos na tabela periódica? Sua última missão é classificar os minerais que são essenciais ao nosso organismo.

Nesta seção, vamos pensar em como são constituídos os elementos químicos, na sua localização na tabela periódica. Desejamos bons estudos para você e que ao final

dessa seção você seja capaz de distinguir os elementos químicos com segurança.

Não pode faltar

Em 1869, com a finalidade de organizar os elementos conforme a semelhança de suas propriedades físicas e químicas, o químico russo Mendeleev e o alemão Meyer criaram o primeiro modelo de tabela periódica. Porém, em 1913, com a definição do modelo atômico de Rutherford-Bohr, Moseley descobriu que cada elemento apresenta um número característico no seu núcleo atômico, o que chamou de número atômico, em seguida, verificou que a caracterização dos átomos de um elemento era o seu número atômico e não a sua massa atômica, assim a lei periódica foi enunciada dizendo que as propriedades físicas e químicas dos elementos químicos são funções periódicas de seus números atômicos.



Refleta

Refleta sobre a construção da tabela periódica:

VIEGAS, Claudia et al. **Tabela Periódica**. Disponível em: <http://www.notapositiva.com/pt/trbestbs/fisica/10_tabela_periodica2_d.htm>. Acesso em: 18 jan. 2016.

A Tabela 1.3 mostra uma tabela periódica moderna na qual os elementos estão ordenados pelo número atômico, em linhas horizontais, chamadas períodos, e em colunas verticais, chamadas "famílias ou grupos", de acordo com as semelhanças das suas propriedades, começando com 1 para o período que contém H e He. Segundo IUPAC (2011), a tabela periódica possui famílias numeradas de 1 a 18. Os elementos podem ser divididos em três categorias: metais, semimetais e não metais. Um metal é um bom condutor de calor e eletricidade, enquanto um não metal é o oposto. Um semimetal tem propriedades intermediárias entre os metais e os não metais.

À medida que avançamos no estudo da química, compreendemos cada vez mais a razão pela qual a classificação dos elementos se faz necessária. Embora a tabela dos elementos seja construída para ser compreendida e utilizada, existem alguns grupos ou famílias de elementos com os quais precisamos manter um maior contato.



Assimile

Assimile as famílias e os períodos que constituem a tabela periódica com uso dessa tabela interativa:

PTable. **Tabela Periódica**. Disponível em: <<http://www.ptable>>.

com/?lang=pt>. Acesso em: 5 dez. 2015.

Aprenda também sobre curiosidades e aplicações de cada elemento químico.

Tabela 1.3 | Tabela periódica

The diagram shows the periodic table with four labels and arrows pointing to specific groups of elements:

- Elementos representativos:** Points to the first two columns (Groups 1 and 2).
- Elementos de transição:** Points to the d-block elements (Groups 3 to 10).
- Gases nobres:** Points to the noble gases (Group 18).
- Elementos de transição interna:** Points to the lanthanide and actinide series (f-block elements).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | H | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | Li | Be | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | B | C | N | O | F | He |
| | Na | Mg | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | Al | Si | P | S | Cl | Ne |
| | K | Ca | La-Lu | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| | Rb | Sr | Ac-Lr | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Uun | Uuu | Uub | In | Sn | Sb | Te | I | Xe |
| | Cs | Ba | | | | | | | | | | | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |
| | Fr | Ra | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |
| Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9rie_qu%C3%ADmica>. Acesso em: 19 maio 2016.

Na família 1 estão agrupados os metais alcalinos, os quais são encontrados no estado elementar na natureza, pois reagem rápido e completamente com quase todos os não metais. Os elementos da família 2 também não são encontrados na natureza sob a forma metálica, por serem, como os alcalinos, muito reativos. Seus compostos são geralmente insolúveis em água.

A família 13 é chamada de família do boro. Os elementos deste grupo possuem caráter metálico menos intenso que os metais alcalinos terrosos. O boro é considerado um não metal, o que contrasta com os outros elementos deste grupo, que são classificados como metais. A família 14 é a família do carbono, que é o elemento que possui maior destaque entre todos deste grupo, uma vez que existe até uma parte da química para estudo dos compostos de carbono, a Química Orgânica. O nitrogênio se encontra na família 15, recebendo maior destaque neste grupo, pois é um elemento bastante abundante. A família 16 é a dos calcogênios, o elemento mais leve de qualquer família, com propriedades químicas que diferem, apreciavelmente, dos elementos mais pesados do grupo; esse comportamento é particularmente evidente neste grupo. A família 17 é a família dos halogênios, esse grupo apresenta a maior semelhança entre seus elementos e uma relativa reatividade. Os gases nobres estão localizados na família 18 e recebem esse nome devido à sua quase não reatividade com outros elementos químicos.

Entre as famílias 2 e 13 estão os elementos de transição, os quais todos são metais e 13 deles estão entre os 30 elementos mais abundantes da crosta terrestre. Duas linhas na parte inferior da tabela acomodam os lantanídeos e os actinídeos. Muitas vezes nos referimos aos lantanídeos como terras raras. Na verdade, eles não são tão raros, mas são geologicamente muito dispersos, usados em ímãs, em telas de LCD, em baterias de carros híbridos, no polimento de vidros, dentre outras aplicações.



Exemplificando

Um elemento químico que possui um número atômico igual a 18 pode ser classificado como:

- a) Metal alcalino.
- b) Metal alcalino terroso.
- c) Semimetal.
- d) Não metal.
- e) Gás nobre.

O elemento que possui número atômico igual a 18 é o argônio e, portanto, um gás nobre, letra "e".



Faça você mesmo

Os elementos Ca (cálcio), Br (bromo) e S (enxofre) são, respectivamente, das famílias dos:

- Halogênios, calcogênios e gases nobres.
- Metais alcalinos, metais alcalinos terrosos e calcogênios.
- Metais alcalinos, halogênios e calcogênios.
- Halogênios, calcogênios e metais alcalinos terrosos.



Vocabulário

Ametal: sinônimo de não metal.

Metaloide: sinônimo de semimetal.

Sem medo de errar

Além dos macronutrientes (proteínas, lipídeos e carboidratos) e das vitaminas, existe uma classificação de nutrientes conhecidos como minerais. Os minerais são obtidos por meio da alimentação, assim como as vitaminas. Eles são essenciais para o bom funcionamento do organismo. Desempenham funções diversas no organismo e são encontrados em alimentos de origem animal, vegetal e cereais. Os minerais podem ainda estar combinados com vitaminas, lipídeos, proteínas e outros minerais, exercendo outras funções. Os minerais são classificados em macrominerais (sódio, potássio, cloro, magnésio, fósforo e cálcio) e microminerais (ferro, cobre, zinco, iodo e flúor) e são eles que vamos classificar periodicamente, com o objetivo de descobrir a qual família, período e série química pertencem.

Tabela 1.4 | Classificação periódica dos elementos utilizados para colorir vidros

| Compostos | Classificação Periódica | Série Química |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| Cálcio | Família 2, 4º período | Metal alcalino terroso |
| Cloro | Família 9, 4º período | Metal de transição |
| Cobre | Família 17, 3º período | Halogênio |
| Ferro | Família 8, 4º período | Metal de transição |
| Flúor | Família 17, 2º período | Halogênio |
| Fósforo | Família 15, 3º período | Família do nitrogênio |
| Iodo | Família 17, 5º período | Halogênio |

(continua)

| | | |
|----------|------------------------|------------------------|
| Magnésio | Família 2, 3º período | Metal alcalino terroso |
| Potássio | Família 1, 4º período | Metal alcalinos |
| Sódio | Família 1, 3º período | Metal alcalinos |
| Zinco | Família 12, 4º período | Metal de transição |

Fonte: elaborada pelo autor.



Atenção

Assista ao vídeo a seguir e aprenda mais sobre os minerais e as funções que exercem no organismo:

BIOLODÚVIDAS. **Aula 5:** Sais minerais (Função dos mais importantes). 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A_LJRTnfGT4>. Acesso em: 3 maio 2016.

Avançando na prática

Contaminação na água

Descrição da situação-problema

As necessidades humanas aumentam a demanda de indústrias de mineração, galvanoplastia e aparelhos eletrônicos, entre outras, as quais, muitas vezes, despejam os seus efluentes contendo metais pesados nos meios aquáticos. Quimicamente, os metais pesados não podem ser destruídos e são altamente reativos, assim, tratamentos são aplicados de modo a amenizar o problema de poluição. Mercúrio, chumbo, cádmio, manganês e níquel são alguns dos metais pesados poluidores dos meios aquáticos. Sendo assim, classifique-os periodicamente e apresente quais são as famílias, os grupos e as séries químicas aos quais pertencem.



Lembre-se

Leia mais sobre os metais pesados acessando o material disponível em:

AMBIENTE BRASIL. **Metais pesados.** Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/saneamento/definicoes/metais_pesados_.html>. Acesso em: 3 maio 2016.

Resolução da situação-problema

Consultando a tabela periódica, vamos agora classificar periodicamente metais pesados poluidores dos meios aquáticos, apresentando as famílias, os grupos e as séries químicas aos quais pertencem.

| Compostos | Classificação Periódica | Série Química |
|-----------|-------------------------|--------------------|
| Cádmio | Família 12, 5º período | Metal de transição |
| Chumbo | Família 14, 6º período | Família do carbono |
| Manganês | Família 7, 4º período | Metal de transição |
| Mercúrio | Família 12, 6º período | Metal de transição |
| Níquel | Família 10, 4º período | Metal de transição |



Faça você mesmo

Pesquise e classifique periodicamente os elementos que dão cores aos fogos de artifício.

Faça valer a pena

1. Conforme o número atômico dos elementos químicos, um átomo da coluna A apresenta 2 prótons a mais que um átomo da coluna B. Com base nessa informação, assinale a opção correta:

- | A | B |
|-----------------------|--------------------|
| a) Gás nobre | Calcogênio |
| b) Calcogênios | Família do carbono |
| c) Gás nobre | Alcalino terroso |
| d) Halogênio | Alcalino |
| e) Alcalinos terrosos | Lantanídeos |

2. Consultando a tabela periódica, qual elemento a seguir é o gás nobre de menor número atômico e qual o metal alcalino de maior número atômico?

- O e Ra.
- He e Bi.
- He e Fr.
- Rn e Li.
- Rn e H.

3. Observando as famílias na tabela periódica, os elementos ${}^x\text{A}$, ${}^{x+1}\text{B}$ e ${}^{x+2}\text{C}$ pertencem a um mesmo período da tabela periódica. Se B é um

halogênio, pode-se afirmar que:

- a) A tem 5 elétrons na última camada eletrônica e B tem 6 elétrons na última camada eletrônica.
- b) A tem 6 elétrons na última camada eletrônica e C tem 2 elétrons na última camada eletrônica.
- c) A é um calcogênio e C é um gás nobre.
- d) A é um metal alcalino e C é um gás nobre.
- e) A é um metal e C é um não metal.

Referências

BRADY, J. E.; RUSSEL, J. W.; HOLUM, J. R. **Química**: a matéria e suas transformações. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

CHOI, Y.; OKOS, M.R. Effects of Temperature and Composition on the Thermal Properties of Foods. **Journal of food process and applications**. 1(1): 93-101, 1986.

KOTZ, J. C et al. **Química geral e reações químicas**. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. v.1-2.

LENZI, E. et al. **Química geral e experimental**. 2. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2012.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2008. v. 1-2.

Química inorgânica

Convite ao estudo

Contextualização

Vamos iniciar a segunda unidade dos nossos estudos de Química conhecendo a química inorgânica. Em 1777, o químico sueco Torbern Olof definiu pela primeira vez a química inorgânica como o segmento da química que estuda os compostos de origem mineral. Atualmente, ela é definida como o ramo da química que estuda as substâncias que não são compostas impreterivelmente por carbono e hidrogênio.

As substâncias inorgânicas são, predominantemente, iônicas, sólidas à temperatura ambiente e apresentam metais em sua composição, com exceção dos ácidos que são covalentes, líquidos à temperatura ambiente e não possuem metais em sua composição, em sua maioria. Alguns óxidos são gasosos à temperatura ambiente, como o dióxido de carbono (CO_2). Substâncias inorgânicas podem ser classificadas em quatro principais grupos, que são os ácidos, as bases, os sais e os óxidos.

Nesta unidade, também aprenderemos a realizar a distribuição eletrônica por meio do Diagrama de Linus Pauling e a medir o pH das soluções inorgânicas.

Assim, depois de assimilar todos os assuntos relevantes deste tema, teremos adquirido as **competências** para conhecer e compreender conceitos básicos da área química. Portanto, pretendemos atingir os seguintes **objetivos de aprendizagem**: (1) ser capaz de aplicar a distribuição eletrônica; (2) conhecer as propriedades que caracterizam uma substância química como um ácido; (3) ser capaz de identificar as propriedades que caracterizam uma substância como uma base; (4) assimilar as características de um sal; (5) conhecer as propriedades de um óxido; (6) conhecer o conceito de potencial hidrogeniônico (pH); e, finalmente, (7) assimilar a escala de mediação do pH.

Muitas vezes necessitamos de medicamentos para tratar desconfortos ocasionados pelo dia a dia, como azia, má-digestão, deficiência de minerais, ou até mesmo problemas oriundos de uma má alimentação,

como a anemia. Grande parte desses medicamentos são vendidos sem a necessidade de receita médica, ou seja, podem ser ingeridos apenas com a orientação de um farmacêutico. Mas você já imaginou que eles são compostos por substâncias inorgânicas? Como a distribuição eletrônica de seus cátions pode ser realizada por meio do Diagrama de Linus Pauling? Como esses medicamentos podem ser classificados em ácidos, bases, sais e óxidos? Como é dada a nomenclatura desses medicamentos? E qual será o valor do seu pH?

No decorrer da unidade, você aprenderá como classificar e nomear as substâncias inorgânicas, realizar a distribuição eletrônica e conhecer o conceito de pH. Além disso, aplicará os conhecimentos desenvolvidos nessa unidade para identificar medicamentos e outras substâncias presentes no seu cotidiano, como produtos de limpeza e higiene pessoal.

Bons estudos!

Seção 2.1

Distribuição eletrônica

Diálogo aberto

Nesta seção, conheceremos como a distribuição eletrônica dos elétrons de um átomo é realizada. Este estudo é importante para começarmos a entender como ocorrem as reações químicas e como os átomos reagem uns com os outros, formando produtos úteis para o nosso dia a dia.

Erwin Schrödinger iniciou o estudo da mecânica quântica quando formulou equações ou funções de onda para os elétrons com base no princípio da dualidade de Broglie e no princípio da incerteza de Heisenberg e, a partir desses estudos, aprenderemos como os elétrons estão dispostos na eletrosfera do átomo. A eletrosfera é composta por sete camadas eletrônicas, sendo que quanto mais externa mais energética é a camada.

As camadas eletrônicas são representadas pelos números quânticos principais e mostram a distância entre o elétron e o núcleo e são compostas por subníveis, denominados orbitais, que são representados pelos números quânticos de momento angular e preenchidos pelos elétrons. Com base em todo este conhecimento foi desenvolvido o Diagrama de Linus Pauling, que é um método para distribuir os elétrons de forma prática em níveis e subníveis. A distribuição eletrônica é bastante importante para sabermos o número de elétrons que o elemento possui em cada camada eletrônica; assim, saberemos como o átomo vai reagir com um átomo igual a ele ou diferente.

A má-alimentação e o estresse provenientes de uma vida agitada pelo excesso de trabalho e demandas familiares acabam nos trazendo doenças. Para suprir a deficiência de vitaminas e minerais causada por esses fatores, as pessoas costumam consumir medicamentos chamados de polivitamínicos e poliminerais. Esses medicamentos são compostos por uma vasta lista de vitaminas e minerais que o organismo necessita diariamente, visando complementar a alimentação e suprimindo a falta destes nutrientes no corpo humano. Os minerais agem de diversas maneiras no organismo, como na formação de ossos e dentes, controlam batimentos cardíacos, ajudam as vitaminas e enzimas na realização de processos

metabólicos, entre muitas outras funções. Mas você sabia que para tudo isso acontecer os minerais participarão de reações químicas? Portanto, realizar a distribuição eletrônica destas substâncias é bastante importante, afinal, como você fará a distribuição eletrônica delas?

Iniciaremos nossos estudos conhecendo os números quânticos, além de aprender como a distribuição eletrônica dos elétrons é realizada, pois é o primeiro passo para entender se uma reação química ocorrerá e como ocorrerá, dando origem a diversos produtos úteis no nosso cotidiano.

Não pode faltar

Erwin Schrödinger, em 1926, elaborou equações ou funções de onda para os elétrons com base no princípio da dualidade de Broglie e no princípio da incerteza de Heisenberg, iniciando uma nova fase da física e da química com a mecânica quântica. Essas equações especificam os estados de energia que um elétron pode ocupar em um átomo de hidrogênio e identifica as funções de onda correspondentes. Estes estados de energia e funções de onda são caracterizados por um conjunto de números quânticos, com os quais construímos um modelo abrangente do átomo de hidrogênio.



Pesquise mais

Acesse o link a seguir e simule a construção dos átomos. Neste simulador você poderá construir o átomo que desejar, posicionando os prótons e nêutrons no núcleo e os elétrons nas devidas camadas eletrônicas:

PETH. **Monte um átomo**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/build-an-atom>. Acesso em: 5 dez. 2015.

Segundo Chang e Goldsby (2013), na mecânica quântica, são necessários três números quânticos para descrever a distribuição dos elétrons no hidrogênio e em outros átomos. Estes números derivam da resolução matemática da equação de Schrödinger para o átomo de hidrogênio e são chamados de número quântico principal, número quântico de momento angular e número quântico magnético. Os números quânticos são usados para descrever os orbitais atômicos e para identificar os elétrons que neles se encontram.

O estado quântico de cada elétron pode ser descrito por um conjunto formado por três números quânticos: número principal (n) – determina a energia de um orbital e é dado por números inteiros; número quântico de momento angular (l) – determina a velocidade que um elétron movimentar-se em sua órbita (momento angular); e

número quântico magnético (m) – descreve a orientação do orbital no espaço.

Posteriormente, um quarto número quântico foi criado, o número quântico de *spin* eletrônico (s), que descreve o comportamento de um elétron específico e completa a descrição dos elétrons nos átomos e possui valores $+1/2$ ou $-1/2$. Este número está relacionado à direção em que o elétron gira enquanto se move em sua órbita (sentido horário ou anti-horário).

Conforme Schrödinger, os elétrons confinados em suas órbitas estabelecem ondas estacionárias e somente seria possível descrever a probabilidade de onde um elétron estaria localizado no átomo, ou seja, uma probabilidade por unidade de volume chamada densidade de probabilidade.

As distribuições dessas probabilidades condiziam com as regiões de espaço formadas ao redor do núcleo que constituem as regiões chamadas de orbitais atômicos. Os orbitais podem ser definidos como nuvens de densidade de elétrons, sendo a região mais densa da nuvem a que tem a maior probabilidade de se encontrar um elétron, enquanto a menos densa é a área com menor probabilidade.

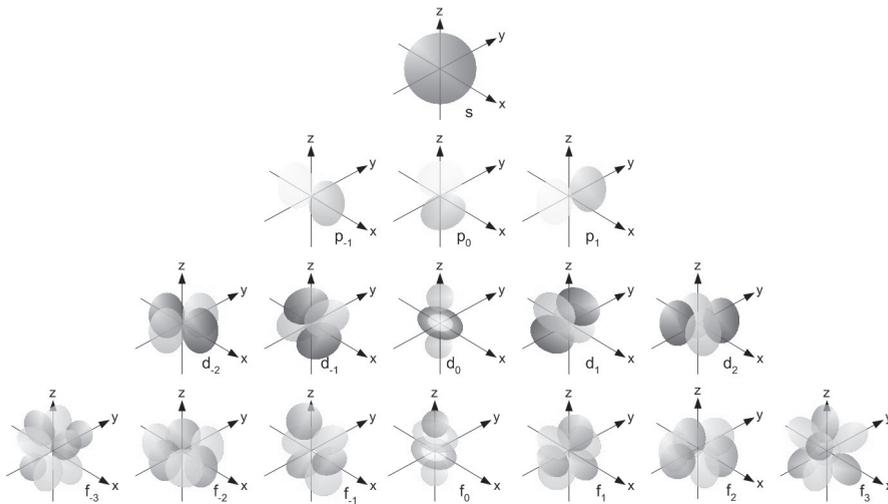


Refleta

Acesse o link e reflita sobre a origem da distribuição eletrônica e sua importância. Disponível em: <<http://www.vestibulandoweb.com.br/quimica/teoria/modelo-atomico-atual.asp>>. Acesso em: 5 dez. 2015.

Os orbitais são esféricamente simétricos e a densidade de probabilidade de um elétron quando ele está em um orbital $1s$ é obtida a partir da função de onda do estado fundamental do átomo de hidrogênio – eles possuem formatos e números máximos de elétrons diferentes em cada um dos níveis. Os orbitais são de quatro tipos, representados pela Figura 2.1: s (*sharp*) – são esféricos e possuem um orbital; p (principal) – têm formato de halteres e possuem três orbitais; d (*diffuse*) – têm formato de quatro lóbulos e possuem cinco orbitais e f (fundamental) – formato com seis lóbulos e possuem sete orbitais. Vale destacar que cada orbital consegue manter somente dois elétrons.

Figura 2.1 | Formato dos orbitais



Fonte: <http://mundoquimico.com.br/wp-content/uploads/2013/06/Single_electron_orbitals.jpg>. Acesso em: 7 nov. 2015.

Agora que já conhecemos os números quânticos e os orbitais, poderemos discutir como os elétrons estão distribuídos nas camadas eletrônicas dos átomos. A energia de um elétron em um átomo é determinada somente pelo seu número principal quântico (n) e apresenta um total de sete camadas, representadas pelas letras K, L, M, N, O, P e Q, em que cada camada possui uma quantidade específica de energia com orbitais que são representações dos subníveis, ou seja, s, p, d e f. Assim, por exemplo, para um átomo de lítio, que possui três elétrons, a sua distribuição eletrônica é $1s^2 2s^1$, sendo que o seu subnível mais energético é $2s^1$, em que 2 representa o número quântico principal n ; s representa o orbital; e 1 sobrescrito representa o número de elétrons no orbital. Uma característica dessas camadas é que cada uma delas possui um número máximo de elétrons que podem comportar, conforme a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 | Características das camadas eletrônicas

| Nível | Camada | Nº máximo de elétrons | Subníveis conhecidos |
|-------|--------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | K | 2 | $1s^2$ |
| 2 | L | 8 | $2s^2 e 2p^6$ |
| 3 | M | 18 | $3s^2, 3p^6 e 3d^{10}$ |
| 4 | N | 32 | $4s^2, 4p^6, 4d^{10} e 4f^{14}$ |

(continua)

| | | | |
|---|---|----|--|
| 5 | O | 32 | $5s^2, 5p^6, 5d^{10} \text{ e } 5f^{14}$ |
| 6 | P | 18 | $6s^2, 6p^6 \text{ e } 6d^{10}$ |
| 7 | Q | 2 | $7s^2 \text{ e } 7p^6$ |

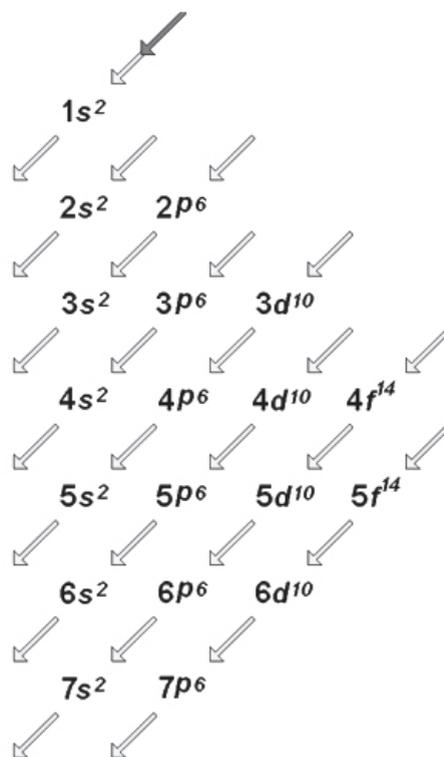
Fonte: elaborada pelo autor.

Em posse de todo esse conhecimento, o químico norte-americano Linus Carl Pauling desenvolveu uma ferramenta que foi nomeada de Diagrama de Linus Pauling, que é um método para distribuir os elétrons de forma prática em níveis e subníveis.

Conforme a Figura 2.2, as setas amarelas estabelecem uma ordem de energia que percorre todo o diagrama, iniciando na seta que passa por $1s$ e segue um percurso diagonal até chegar em $7p$. Cada seta seguinte indica um subnível de maior energia que os da seta anterior, ou seja, sempre o subnível mais abaixo da mesma linha diagonal tem maior energia que o anterior. Vejamos um exemplo: $2s^2$ tem maior energia que $1s^2$, $4p^6$ tem maior energia que $3d^{10}$ e, assim, sucessivamente.

Para realizar a distribuição de elétrons por meio do diagrama de Pauling, é necessário possuir o número de elétrons de um átomo qualquer, seguir os traços diagonais e respeitar a quantidade máxima de elétrons em cada subnível.

Figura 2.2 | Diagrama de Linus Pauling.



Fonte: <<http://www.agracadaquimica.com.br/imagens/artigos/diagrama.png>>. Acesso em: 5 dez. 2015.



Assimile

Acesse o link a seguir e assimile a execução da distribuição eletrônica de forma interativa:

RIVED. **Distribuição eletrônica.** Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/8308/open/file/distribuicao eletronica.swf>>. Acesso em: 5 dez. 2015.

Por meio da distribuição eletrônica é possível saber a família e o período do elemento na tabela periódica. A Figura 2.3 apresenta o último subnível de energia de cada elemento químico a partir de sua respectiva distribuição eletrônica. Podemos observar que na distribuição eletrônica de todos os elementos da família 1, o último subnível a ser preenchido é o s com apenas 1 elétron, já os da família 2 terminam todos com o subnível s preenchido com 2 elétrons, e assim sucessivamente.

Figura 2.3 | Distribuição eletrônica representada na tabela periódica

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | | |
| 1s ¹ | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1s ² | |
| 2s ¹ | 2s ² | | | | | | | | | | | | | 2p ¹ | 2p ² | 2p ³ | 2p ⁴ | 2p ⁵ | 2p ⁶ |
| 3s ¹ | 3s ² | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | 3p ¹ | 3p ² | 3p ³ | 3p ⁴ | 3p ⁵ | 3p ⁶ | |
| 4s ¹ | 4s ² | 3d ¹ | 3d ² | 3d ³ | 3d ⁴ | 3d ⁵ | 3d ⁶ | 3d ⁷ | 3d ⁸ | 3d ⁹ | 3d ¹⁰ | | 4p ¹ | 4p ² | 4p ³ | 4p ⁴ | 4p ⁵ | 4p ⁶ | |
| 5s ¹ | 5s ² | 4d ¹ | 4d ² | 4d ³ | 4d ⁴ | 4d ⁵ | 4d ⁶ | 4d ⁷ | 4d ⁸ | 4d ⁹ | 4d ¹⁰ | | 5p ¹ | 5p ² | 5p ³ | 5p ⁴ | 5p ⁵ | 5p ⁶ | |
| 6s ¹ | 6s ² | 4f ¹ | 5d ¹ | 5d ² | 5d ³ | 5d ⁴ | 5d ⁵ | 5d ⁶ | 5d ⁷ | 5d ⁸ | 5d ⁹ | 5d ¹⁰ | | 6p ¹ | 6p ² | 6p ³ | 6p ⁴ | 6p ⁵ | 6p ⁶ |
| 7s ¹ | 7s ² | 5f ¹ | 6d ¹ | 6d ² | 6d ³ | 6d ⁴ | 6d ⁵ | 6d ⁶ | 6d ⁷ | 6d ⁸ | 6d ⁹ | 6d ¹⁰ | | | | | | | |
| Lantanídeos | | 4f ¹ | 4f ² | 4f ³ | 4f ⁴ | 4f ⁵ | 4f ⁶ | 4f ⁷ | 4f ⁸ | 4f ⁹ | 4f ¹⁰ | 4f ¹¹ | 4f ¹² | 4f ¹³ | 4f ¹⁴ | 5d ¹ | | | |
| Actinídeos | | 5f ¹ | 5f ² | 5f ³ | 5f ⁴ | 5f ⁵ | 5f ⁶ | 5f ⁷ | 5f ⁸ | 5f ⁹ | 5f ¹⁰ | 5f ¹¹ | 5f ¹² | 5f ¹³ | 5f ¹⁴ | 6d ¹ | | | |

Fonte: <<http://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo/imagens/subnivel-eletronico-de-cada-elemento.jpg>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

A distribuição eletrônica é importante, pois por meio dela saberemos quais elétrons da camada de valência ou do subnível de energia farão ligações com outros átomos, formando substâncias ou moléculas. Para isso precisamos saber quantos elétrons estão localizados na última camada da distribuição, denominada "camada de valência".

Os gases nobres, elementos da família 18 da tabela periódica, possuem este nome porque não reagem com nenhum outro elemento químico e isso ocorre, pois a camada de valência desses elementos possui oito elétrons, com exceção do

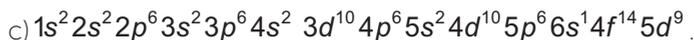
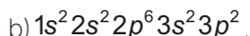
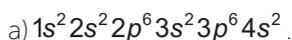
Hélio, que possui dois elétrons. Um átomo que possui oito elétrons em sua camada de valência é considerado um átomo estável, ou seja, não tem necessidade de realizar ligações químicas com outros elementos nem consigo mesmo para adquirir estabilidade. Portanto, os demais átomos pertencentes a outras famílias possuem a necessidade de reagir com outros átomos para adquirir a estabilidade, ou seja, ter oito elétrons em sua camada de valência, para isso o átomo terá que doar elétrons ou receber elétrons para se estabilizar. Assim, foi postulada a regra do octeto, que explica o motivo pelo qual os átomos tendem a reagir entre si sendo que cada um possui oito elétrons na sua camada de valência, ficando com a mesma configuração eletrônica do gás nobre mais próximo na tabela periódica. No geral, átomos com um, dois ou três elétrons na camada de valência procuram doar elétrons, e átomos com cinco, seis, sete elétrons na camada de valência tendem a ganhar elétrons. Quando possuem quatro elétrons na última camada, tanto faz eliminar ou completar, dependerá do elemento químico em questão.



Exemplificando

Realize a distribuição eletrônica para os seguintes elementos, conforme o diagrama de Linus Pauling:

- a) Ca ($Z = 20$).
- b) Si ($Z = 14$).
- c) Pt ($Z = 78$).



Faça você mesmo

Conforme o diagrama de Linus Pauling, realize a distribuição eletrônica do elemento cobalto (Co), o qual possui número atômico (Z) igual a 27, e responda as questões a seguir:

- a) A distribuição eletrônica.
- b) O número total de elétrons por camada.

- c) O número de elétrons no subnível mais energético.
- d) O número de elétrons no subnível mais externo.

Sem medo de errar

Os minerais agem de diversas maneiras no organismo, mas, para isso, é necessário que eles participem de reações químicas, portanto, realizar a distribuição eletrônica dessas substâncias é bastante importante. O primeiro passo para prevermos se uma reação química irá ocorrer é realizar a distribuição eletrônica. Isso é necessário porque os elétrons pertencentes à última camada da distribuição eletrônica (camada de valência) são os que participam de algum tipo de ligação química por serem os mais distantes do núcleo. Por meio da distribuição eletrônica podemos analisar quais átomos necessitarão receber ou doar elétrons para se estabilizar, assim, vamos agora realizar a distribuição eletrônica dos elementos que colorem os vidros e identificar o comportamento desses átomos, classificando-os conforme a camada de valência, subnível e número de elétrons na última camada eletrônica, conforme a Tabela 2.2.

Tabela 2.2 | Distribuição eletrônica dos elementos que compõem os minerais presentes nos medicamentos polivitamínicos e poliminerais

| Elemento | Distribuição eletrônica | Camada de valência | Subnível | Número de elétrons na última camada |
|------------|--|--------------------|----------|-------------------------------------|
| Cálcio | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ | 3 | p | 4 |
| Cobre | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$ | 4 | s | 2 |
| Cromo | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ | 4 | s | 1 |
| Ferro | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ | 4 | s | 2 |
| Fosforo | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ | 3 | p | 3 |
| Iodo | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$ | 5 | p | 5 |
| Magnésio | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ | 3 | s | 2 |
| Manganês | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ | 4 | s | 2 |
| Molibdênio | $1s^2 2s^2 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^5$ | 5 | s | 1 |
| Selênio | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$ | 4 | p | 4 |
| Zinco | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$ | 4 | s | 2 |

Fonte: elaborada pelo autor.

Podemos observar que ferro, manganês, magnésio, zinco e cobre possuem dois elétrons na camada de valência, portanto, a tendência desses elementos é doar seus elétrons e reagir facilmente com o oxigênio, pois, se realizarmos a distribuição eletrônica do oxigênio ($1s^2 2s^2 2p^4$), veremos que ele possui seis elétrons na camada de valência e, dessa forma, quer ganhar dois elétrons para

estabilizar-se. O cromo e o molibdênio apresentam somente um elétron em sua camada de valência e também tendem a doar esse elétron. Já os demais tendem a ganhar elétrons para estabilizarem-se.



Atenção

Note que os elementos cálcio, cromo, ferro, manganês, zinco e cobre pertencem ao mesmo período da tabela periódica (4º período).

Avançando na prática

Distribuição eletrônica da família 17

Descrição da situação-problema

Os halogênios são elementos bastante eletronegativos, sendo o flúor o mais eletronegativo da tabela periódica. O nome desta família vem do grego e significa “formados de sais”. Quando reagem com metais, formam ligações iônicas e, quando reagem entre si, formam ligações covalentes. Os elementos dessa família participam de muitas reações químicas, portanto, a importância de se estudar a distribuição eletrônica desses elementos é fundamental. Como será realizada a distribuição eletrônica para os elementos pertencentes dessa família?



Lembre-se

Acesse o link a seguir e leia mais sobre o comportamento dos halogênios, onde estão presentes na natureza e como o flúor e o cloro são prejudiciais ao meio ambiente:

PEDROLO, Caroline. **Halogênios**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/halogenios/>>. Acesso: 11 dez. 2015.

Resolução da situação-problema

Realizando a distribuição eletrônica da família 17 da tabela periódica, por meio do Diagrama de Linus Pauling, temos:

Quadro 2.1 | Distribuição eletrônica dos halogênios

| Elemento | Distribuição Eletrônica |
|----------|----------------------------|
| Flúor | $1s^2 2s^2 2p^5$ |
| Cloro | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ |

(continua)

| | |
|------------|--|
| Bromo | $2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$ |
| Iodo | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$ |
| Astato | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^5$ |
| Ununséptio | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{14} 6d^{10} 7p^5$ |

Fonte: elaborado pelo autor.

Por meio da distribuição eletrônica podemos observar que todos os elementos pertencentes à família 17 (halogênios) possuem sete elétrons na camada de valência e, portanto, tendem a ganhar um elétron para se tornarem estáveis quando participam de uma reação química.



Faça você mesmo

Realize a distribuição eletrônica da família 1 (metais alcalinos) da tabela periódica e discuta sobre o comportamento desses elementos.

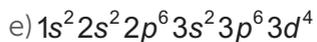
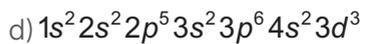
Faça valer a pena

1. O bário ($Z = 56$) possui muitas aplicações. Por exemplo, na forma de sulfato de bário é utilizado como pigmento branco em tinturas e vidros. Conforme a sua distribuição eletrônica, observa-se que o seu subnível mais energético e a quantidade de elétrons distribuídos nele são:

- a) $6s^2$
- b) $5p^6$
- c) $4f^{10}$
- d) $4f^{12}$
- e) $5p^6$

2. O titânio ($Z = 22$) é um metal muito utilizado na indústria metalúrgica com o objetivo de produzir ligas metálicas. Realizando a sua distribuição eletrônica, temos como resultado:

- a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^1 4p^1$



3. O cálcio ($Z = 20$) é um metal que pertence à família dos metais alcalinos terrosos e possui ampla utilização industrial na forma de carbonatos e fluoretos. Realizando a distribuição eletrônica do cálcio, quantos elétrons possui em cada camada eletrônica?

a) 2, 8, 1, 2

b) 2, 8, 10

c) 2, 8, 8, 4

d) 2, 8, 8, 2

e) 2, 10, 2

Seção 2.2

Ácidos e bases

Diálogo aberto

No decorrer desta unidade já vimos a distribuição eletrônica e conhecemos a sua importância para que as ligações químicas ocorram. Além disso, aprendemos a realizar a distribuição eletrônica por meio do Diagrama de Linus Pauling, que é um método para distribuir os elétrons de forma prática em níveis e subníveis.

A partir de agora, daremos início ao estudo das funções inorgânicas, aprendendo sobre os ácidos e as bases. Para isso, veremos como são formadas estas substâncias e a maneira como devemos nomeá-las, diferenciando-as umas das outras. Estudaremos primeiramente os ácidos, que são substâncias que se dissociam em contato com a água, liberando íons H^+ . Veremos, neste contexto, que os ácidos podem ser fracos, moderados e fortes, e que existem diversas regras para que possamos nomeá-los. Conheceremos também, em seguida, as bases, que são substâncias que liberam o íon OH^- (hidroxila) em contato com água. As bases também podem ser classificadas em fracas, moderadas e fortes e possuem regras para serem nomeadas.

Em razão da má-alimentação, as pessoas podem adquirir anemia. Existem diversos tipos de anemia, sendo ferropriva a mais comum; ela ocorre por conta da deficiência de ferro no organismo, sendo uma das causas a ingestão de ferro inadequada (Figura 2.4). A anemia ferropriva ocasiona sintomas como fraqueza, desânimo, palidez cutânea e nas mucosas, dispneia aos esforços e tontura postural. Mas você já imaginou que esse tipo de anemia pode ser tratado por meio da ingestão de um medicamento composto por uma base? Você sabe qual é esse medicamento e como podemos nomeá-lo? Descubra!

Figura 2.4 | Alimentos ricos em ferro



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/photo/healthy-product-rich-of-iron-gm528977824-93178267?st=b5a8200>>. Acesso em: 23 jun. 2016.

Vamos agora aprender as características dos ácidos e das bases, bem como as classificações dessas duas funções. Você também vai nomear esses ácidos e bases a partir das regras assimiladas em nossos estudos, aprendendo a diferenciá-los uns dos outros por meio de seus nomes.

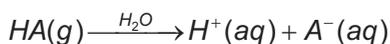
Bons estudos! Vamos em frente!

Não pode faltar

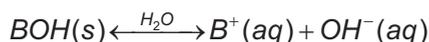
Em 1884, o químico sueco Svante Arrhenius propôs que os ácidos e as bases dissociam-se na água, formando íons. Segundo Kotz (2010), esta teoria antecedeu qualquer conhecimento a respeito da composição e da estrutura dos átomos, não tendo sido bem aceita inicialmente. Os ácidos foram reconhecidos como substâncias que têm gosto azedo, característica esta que deu origem ao seu nome de origem latina *acidus*. Além do sabor azedo, eles possuem outras características, como condutividade elétrica em solução aquosa (em água), mudança de cor de certas substâncias e reação com as bases, formando sal e água. As bases ou *álcalis* são compostos adstringentes, derivados da palavra *álcali*, que possui origem do árabe *al-kali* e significa "cinzas de uma planta", e, assim como os ácidos, também são condutores de eletricidade.

A definição de Arrhenius para ácidos e bases centraliza-se na formação de íons H^+ e OH^- em soluções aquosas. Ele definiu os ácidos como toda substância

que, quando dissolvida em água, libera o cátion hidrogênio H^+ , aumentando a sua concentração na solução aquosa, como mostra a seguinte reação:



E definiu as bases como substâncias que, quando dissolvidas em água, aumentam a concentração do íon hidroxila $-OH^-$, na solução.



Arrhenius propôs, ainda, que a força do ácido estava relacionada com a extensão na qual o ácido ionizava. Alguns ácidos, como o ácido clorídrico $-HCl-$ e o ácido nítrico $-HNO_3-$, ionizam completamente na água, pois são eletrólitos fortes, os quais agora serão por nós chamamos de ácidos fortes. Outros ácidos ionizam apenas uma fração para produzir íons $H^+(aq)$ e são chamados de eletrólitos fracos, ou seja, ácidos fracos.

Os ácidos podem ser classificados em relação à sua volatilidade, sua estabilidade, seu grau de oxigenação, seu grau de hidratação, seu grau de ionização e quanto ao número de hidrogênios ionizáveis. O grau de ionização (Equação 2.1) é a razão entre o número de moléculas ionizadas e o número total de moléculas dissolvidas. É com base no grau de ionização que podemos classificar o ácido em fraco, moderado e forte, como mostra a Tabela 2.3.

$$\alpha = \frac{\text{n}^\circ \text{ de moléculas ionizadas}}{\text{n}^\circ \text{ total de moléculas dissolvidas}} \quad (2.1)$$

Tabela 2.3 | Classificação dos ácidos conforme o grau de ionização

| Classificação | Grau de Ionização (α) |
|------------------|--------------------------------|
| Ácidos fortes | $\alpha > 50\%$ |
| Ácidos moderados | $5\% < \alpha < 50\%$ |
| Ácidos fracos | $\alpha < 5\%$ |

Fonte: elaborada pelo autor.

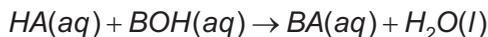


Pesquise mais

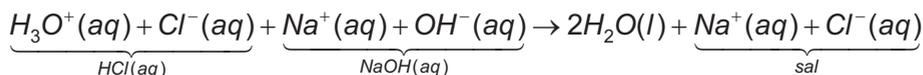
Os ácidos e as bases também foram definidos por Bronsted-Lowry e Lewis. Para conhecer essas definições, clique no link a seguir:

FOGAÇA, Jennifer R. Vargas. **Teorias ácido-base de Arrhenius, de Bronsted-Lowry e de Lewis**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/teorias-acido-base-arrhenius-bronsted-lowry-lewis.htm>>. Acesso em: 6 fev. 2016.

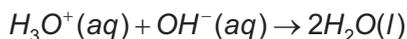
A reação entre um ácido e uma base produz sal e água. Uma vez que as propriedades características de um ácido são perdidas quando uma base é adicionada e vice-versa, as reações ácido-base são logicamente descritas como o resultado da combinação de H^+ e OH^- para formar água:



O ácido clorídrico e o hidróxido de sódio são eletrólitos fortes em água, de modo que a equação iônica completa para a reação de $HCl(aq)$ e $NaOH(aq)$ é escrita como:

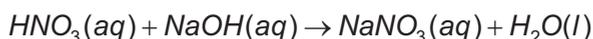


Uma vez que íons Na^+ e Cl^- aparecem em ambos os lados da equação, eles podem ser cancelados, e a equação iônica líquida é apenas a combinação dos íons H_3O^+ e OH^- para formar a água:

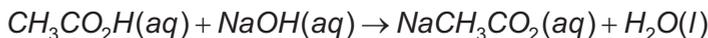


Esta é sempre a equação iônica líquida quando um ácido forte reage com uma base forte.

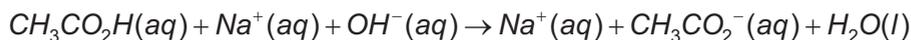
As reações entre ácidos fortes e bases fortes são chamadas de reações de neutralização, porque, depois de concluídas, a solução não é ácida nem básica se exatamente as mesmas quantidades de matéria do ácido e da base são misturadas. Os outros íons permanecem inalterados. Se a água é evaporada, no entanto, o cátion e o ânion formam um sal sólido. Se você misturar $NaOH$ e HCl , pode obter $NaCl$. Se ácido nítrico, HNO_3 , – e $NaOH$ forem colocados para reagir, o sal nitrato de sódio, $NaNO_3$, e água, seria o resultado:



Se ácido acético e hidróxido de sódio são misturados, a seguinte reação ocorrerá:

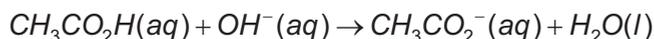


Como o ácido acético é um ácido fraco e ioniza-se em uma pequena extensão, as espécies moleculares são a forma predominante nas soluções aquosas. Nas equações iônicas, por conseguinte, o ácido acético é mostrado como $CH_3CO_2H(aq)$ molecular. A equação iônica completa para esta reação é:

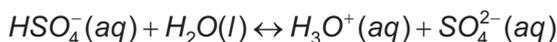
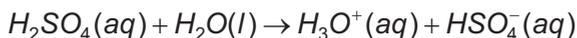


Os únicos íons espectadores nessa equação são os íons sódio, de modo que a

equação iônica líquida é:



Neste contexto, destacam-se os ácidos polipróticos, cujas moléculas são capazes de doar mais que um íon H^+ , pois se ionizam em várias etapas, fornecendo um íon H^+ por vez. Por exemplo, o ácido sulfúrico – H_2SO_4 – ioniza em duas etapas liberando dois íons H^+ .



Na primeira etapa, um próton é transferido à água, produzindo um íon hidrônio e o íon hidrogenossulfato – HSO_4^- . Na segunda etapa, que ocorre em menor extensão, o íon hidrossulfato doa seu próton remanescente à água, formando um segundo íon hidrônio e o íon sulfato.



Refleta

Teste seus conhecimentos adquiridos sobre os ácidos no link a seguir:

CIÊNCIA EM CASA. **Reações Ácido-Base**. Disponível em: <<http://cienciaemcasa.cienciaviva.pt/questacido.html>>. Acesso em: 31 jan. 2016

Os ácidos podem ser classificados quanto à presença de oxigênio na fórmula. Assim, os hidrácidos são ácidos que não contêm oxigênio, como: **HF, HCl, HBr, HI, H₂S e HCN**. Já os oxiácidos são ácidos que contêm oxigênio, como: **HNO₃, H₂SO₄, H₂CO₃ e HClO₄**.

No caso dos hidrácidos, a nomenclatura é constituída de forma bem simples. Quando o nome do ânion termina em “-eto”, o nome do ácido é formado pela junção do sufixo “-ídrico” à raiz do ânion, da seguinte forma: **Ácido + Raiz do ânion + Sufixo “ídrico”**. Existe também uma tendência de nomear os hidrácidos usando a seguinte nomenclatura: nome do ânion de hidrogênio. A Tabela 2.4 apresenta alguns exemplos dessa nomenclatura.

Para os oxiácidos, os nomes dos ânions que contêm oxigênio terminam geralmente em “-ato” ou “-ito”. Para os íons que possuem os nomes que terminam com “-ato”, o nome será composto por: **Ácido + Raiz do ânion + Sufixo “-ico”**. A Tabela 2.5 apresenta exemplos da nomenclatura dos oxiácidos.

Tabela 2.4 | Nomenclatura dos hidrácidos

| Íon | | Nome | | | | |
|----------|-----------------|-------|---------------|---------|---|---------|
| | | Ácido | Raiz do ânion | Sufixo | Resultado | Fórmula |
| Cloreto | Cl^- | Ácido | Clor | -ídrico | Ácido clorídrico (Cloreto de hidrogênio) | HCl |
| Cianeto | CN^- | Ácido | Cian | -ídrico | Ácido cianídrico (Cianeto de hidrogênio) | HCN |
| Fluoreto | F^- | Ácido | Fluor | -ídrico | Ácido fluorídrico (Fluoreto de hidrogênio) | HF |
| Sulfeto | S^{2-} | Ácido | Sulf | -ídrico | Ácido Sulfídrico (Sulfeto de hidrogênio) | HS |

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 2.5 | Nomenclatura dos oxiácidos

| Íon | | Nome | | | | |
|-----------|------------------------------------|-------|---------------|--------|-----------------|-----------------------------------|
| | | Ácido | Raiz do ânion | Sufixo | Resultado | Fórmula |
| Acetato | $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ | Ácido | Acet | -ico | Ácido acético | $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ |
| Carbonato | CO_3^{2-} | Ácido | Carbon | -ico | Ácido carbônico | H_2CO_3 |
| Nitrato | NO_3^- | Ácido | Nitrat | -ico | Ácido nítrico | HNO_3 |
| Fosfato | PO_4^{3-} | Ácido | Fosfat | -ico | Ácido fosfórico | H_3PO_4 |

Fonte: elaborada pelo autor.

A todos os oxiácidos que possuem o término do seu nome em “-ico” dá-se o nome de “ácido padrão”. Eles são utilizados para nomear os demais oxiácidos, conforme o grau de hidratação, ou seja, se diminuirmos um oxigênio de um ácido padrão, o sufixo “-ico” será trocado pelo sufixo “-oso”. Se dois oxigênios forem subtraídos desse ácido, será adicionado o prefixo “hipo-”, e o sufixo “-ico” será trocado pelo sufixo “-oso”. E se o número de oxigênio for incrementado em um, o prefixo “per-” será adicionado. A Tabela 2.6 apresenta um exemplo sobre a nomenclatura dos oxiácidos conforme o grau de hidratação.

Tabela 2.6 | Exemplo de nomenclatura de oxiácidos conforme o grau de hidratação

| Fórmula | Grau de Hidratação | Prefixo | Raiz do ânion | Sufixo | Nome |
|----------------|------------------------------------|---------|---------------|--------|--------------------|
| HIO_4 | Um oxigênio a mais Ácido iódico | per- | iód | -ico | Ácido periódico |
| HIO_3 | Ácido Padrão | | iód | -ico | Ácido iódico |

(continua)

| | | | | | |
|----------------|-------------------------------------|-------|-----|------|------------------|
| HIO_2 | Um oxigênio a menos Ácido iódico | | iód | -oso | Ácido iodoso |
| HIO | Um oxigênio a menos Ácido iodoso | hipo- | iód | -oso | Ácido hipoiódico |

Fonte: elaborada pelo autor.



Assimile

Realize simulações de ácidos e bases para ampliar seus conhecimentos:

PHET. **Soluções Ácido-base**. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_pt_BR.html>. Acesso em: 31 jan. 2016.

As bases podem ser classificadas com base no número de hidroxilas (OH^-), solubilidade e grau de dissociação. A classificação por meio do número de hidroxilas ocorre da seguinte forma:

- Monobases: 1OH^- ; exemplos: NaOH , LiOH , KOH .
- Dibases: 2OH^- ; exemplos: $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- Tribases: 3OH^- ; exemplos: $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
- Tetrabases: 4OH^- ; exemplo: $\text{Pb}(\text{OH})_4$.

Considerando-se a solubilidade das bases, podemos classificá-las em solúveis, pouco solúveis e insolúveis. As bases formadas por metais alcalinos são solúveis – LiOH (hidróxido de lítio); as formadas por metais alcalinos terrosos são pouco solúveis – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (hidróxido de cálcio); e as formadas por outros metais são praticamente insolúveis – $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (hidróxido de ferro). Vale destacar que esta regra é aplicada à classificação em relação à solubilidade em água.

A nomenclatura das bases é dada pela união da palavra hidróxido + o nome do cátion, por exemplo: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é formado pelo cátion Ca^{2+} (cálcio) e pelo ânion OH^- (hidroxila), portanto o nome será hidróxido de cálcio. Existem exemplos em que um mesmo elemento químico forma cátions com valências diferentes; neste caso, o número da carga do íon é acrescentado ao final do nome ou se acrescenta o sufixo “-oso” ao íon de menor valência e “-ico” ao íon de maior valência. Por exemplo: o níquel pode formar os cátions Ni^{2+} e Ni^{3+} , por esta razão seus nomes são, respectivamente, hidróxido de níquel (II) ou hidróxido níqueloso – $\text{Ni}(\text{OH})_2$ – e hidróxido de níquel (III) ou hidróxido níquelico – $\text{Ni}(\text{OH})_3$ –.



Exemplificando

Dê o nome correto ao seguintes ácidos e bases:

- HNO_2 : ácido nitroso.
- H_2Se : seleneto de hidrogênio ou ácido selenídrico.
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$: hidróxido de magnésio.
- HgOH : hidróxido de mercúrio I.



Faça você mesmo

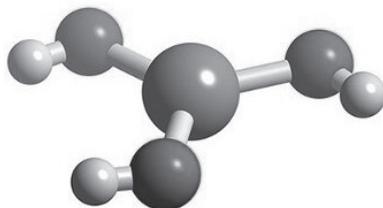
Dê o nome ao seguintes ácidos e bases:



Sem medo de errar

A anemia ferropriva pode ser ocasionada por uma alimentação pobre em ferro, causando sintomas como fraqueza, desânimo, palidez cutânea e nas mucosas, sensação de desmaio e nos casos mais graves irritabilidade e ansiedade. Segundo Cançado et al. (2010), a anemia ferropriva permanece como uma das deficiências nutricionais mais frequentes e importantes no mundo. O tratamento com ferro deve ser iniciado preferencialmente por via oral e a investigação apropriada de sua causa é obrigatória. Atualmente, o tratamento para a anemia ferropriva é realizado por meio da ingestão de uma base, o hidróxido de ferro III FeOH_3 .

Figura 2.5 | Representação de uma molécula de hidróxido de ferro (III)



Fonte: <<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1765&evento=5>>. Acesso em: 21 jun. 2016

A nomenclatura das bases é dada pela união da palavra hidróxido + o nome do cátion. Como o ferro, por exemplo, pode formar os cátions Fe^{2+} e Fe^{3+} , seus nomes são, respectivamente, hidróxido de ferro (II) ou hidróxido ferroso – $\text{Fe}(\text{OH})_2$ – e hidróxido de ferro (III) ou hidróxido férrico – $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Por este motivo, a substância que promove o tratamento da anemia ferropriva é nomeada hidróxido de ferro (III), ou hidróxido férrico.



Atenção

A nomenclatura dos ácidos está relacionada ao ânion que o forma e a nomenclatura das bases está relacionada ao cátion que a forma.

Avançando na prática

A hortênsia e o solo

Descrição da situação-problema

O solo pode apresentar características ácidas que prejudicam a safra, trazendo resultados ruins para o agricultor. Uma análise do solo pode ser realizada em laboratório para verificar o pH, porém é um procedimento oneroso. Assim, a observação das flores de hortênsia vem sendo empregada e, apesar de não ser tão rigorosa, está apresentando bons resultados a respeito da acidez e/ou basicidade dos solos, pois essas flores apresentam coloração variável em decorrência do pH do solo onde estão sendo cultivadas. O índice de acidez e alcalinidade do solo pode realmente alterar a coloração dessas flores, as quais, quando crescem em solos ácidos, ou seja, com pH abaixo de 6,5, nascem azuis, e, em solos alcalinos, com pH acima de 7,5, nascem rosadas e até brancas. Mas quais são esses ácidos e bases? E como é dada a sua nomenclatura? Você deverá pesquisar quais são estas substâncias e nomeá-las.



Lembre-se

Assimile as regras de nomenclatura dos ácidos e bases nos seguintes links:

SOUZA, Líria Alves de. **Nomenclatura dos Ácidos**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/nomenclatura-dos-acidos.htm>>. Acesso em: 31 jan. 2016.

_____. **Características e nomenclatura das Bases**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/caracteristicas-nomenclatura-das-bases.htm>>. Acessos em: 31 jan. 2016.

Resolução da situação-problema

Diversos ácidos são encontrados no solo, alguns têm mais destaque, como os ácidos oxálico, fórmico, fumárico e málico, e sua nomenclatura é apresentada na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 | Os ácidos oxálico, fórmico, fumárico e málico e sua nomenclatura.

| Íon | | Nome | | | | |
|----------|------------------|-------|---------------|--------|----------------|----------------|
| | | Ácido | Raiz do ânion | Sufixo | Resultado | Fórmula |
| Oxalato | $C_2O_4^{2-}$ | Ácido | Oxal | -ico | Ácido oxálico | $H_2C_2O_4$ |
| Formiato | $COOH^-$ | Ácido | Form | -ico | Ácido fórmico | $HCOOH$ |
| Fumarato | $C_4H_2O_4^{2-}$ | Ácido | Fumar | -ico | Ácido fumárico | $H_2C_4H_2O_4$ |
| Malato | $C_4H_4O_5^{2-}$ | Ácido | Málico | -ico | Ácido málico | $H_2C_4H_4O_5$ |

Fonte: elaborada pelo autor.

Outros ácidos podem ser encontrados no solo, porém em quantidades menores, como: os ácidos succínico, acético, aconítico, gálico, vanílico, benzoico, fumárico e chiquímico.

As bases mais encontradas no solo são os hidróxidos de amônio e cálcio e podem ser nomeadas da seguinte forma (Tabela 2.8):

Tabela 2.8 | Os hidróxidos de amônio e cálcio

| Hidróxido | De | Nome do cátion | Cátion | Resultado | Fórmula |
|-----------|----|----------------|-----------|---------------------|------------|
| Hidróxido | De | Amônio | NH_4^+ | Hidróxido de amônio | NH_4OH |
| Hidróxido | De | Cálcio | Ca^{+2} | Hidróxido de cálcio | $Ca(OH)_2$ |

Fonte: elaborada pelo autor.



Faça você mesmo

Identifique e nomeie os ácidos e as bases formados a partir do elemento bromo.

Faça valer a pena

1. Sobre a nomenclatura dos oxiácidos, sabe-se que ácidos com sufixo "-oso" apresentam um oxigênio a menos que os ácidos com sufixo "-ico". Assinale a alternativa que completa as lacunas da tabela:

| Nome | Fórmula |
|-------------------|-----------------|
| I | HBrO_4 |
| Ácido brômico | II |
| III | HBrO_2 |
| Ácido hipobromoso | IV |

- a) I. Ácido Bromoso; II. HBrO_3 ; III. Ácido Perbrômico; IV. HBrO .
- b) I. Ácido Bromoso; II. HBrO ; III. Ácido Perbrômico; IV. HBrO_3 .
- c) I. Ácido Perbrômico; II. HBrO_3 ; III. Ácido Bromoso; IV. HBrO .
- d) I. Ácido Perbromoso; II. HBrO_3 ; III. Ácido hipobrômico; IV. HBrO .
- e) I. Ácido Perbrômico; II. HBrO ; III. Ácido Bromoso; IV. HBrO_3 .

2. Conforme as regras para a nomenclatura dos oxiácidos, indique a alternativa correta que representa o nome do ácido HIO:

- a) Ácido periódico.
- b) Ácido iódico.
- c) Ácido iodoso.
- d) Ácido hipoiódico.
- e) Ácido iodídrico.

3. A chuva ácida é composta por três tipos de ácidos que, juntos, diminuem o pH da água, tornando-a ácida; são eles: H_2CO_3 , H_2SO_4 e HNO_3 . Assinale a alternativa que descreve de forma correta o nome desses ácidos:

- a) Carbônico, sulfúrico e nítrico.
- b) Carbonoso, sulfuroso e nitroso.
- c) Percarbonoso, persulfuroso e pernitroso.
- d) Hipocarbônico, hipossulfúrico e hiponítrico.
- e) Hipocarbonico, sulfúrico e nitroso.

Seção 2.3

Sais e óxidos

Diálogo aberto

Até o momento, contemplamos a distribuição eletrônica por meio do diagrama de Linus Pauling, bem como os números quânticos e iniciamos o estudo sobre as funções inorgânicas, conhecendo não só os ácidos e as bases, como também suas diferenças, características, reações químicas e regras de nomenclatura.

Agora, vamos dar continuidade a mais uma seção desta unidade de ensino, continuando o nosso estudo sobre as funções inorgânicas e conhecendo, assim, os sais e os óxidos. Vamos estudar primeiramente os sais e perceber o quão presentes eles estão no nosso dia a dia. Aprenderemos, então, como eles são formados, suas características, sua classificação e a regra para compor a sua nomenclatura. Em seguida, encerraremos essa seção com o estudo dos óxidos e, também, de suas características, classificação e regras de nomenclatura, completando, assim, nossos estudos sobre as funções inorgânicas.

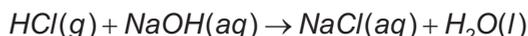
Com tantos afazeres diários, muitas vezes nos alimentamos de forma indevida, ingerindo alimentos que costumamos denominar como “pesados”, como carnes e gorduras, pois demoram mais tempo para serem digeridas. Logo, começamos a sentir aquela sensação de desconforto no estômago, chamada má-digestão. Para tratar a má-digestão, podemos, primeiramente, melhorar os hábitos diários ou também, ingerir medicamentos que nos trazem um grande e rápido alívio. Mas você já imaginou que estes medicamentos são compostos por substâncias inorgânicas? Já pensou em como você poderá nomeá-los?

Nesta seção, vamos conhecer os sais e os óxidos, bem como as classificações dessas duas funções. Dentro deste assunto será possível classificar, nomear e expor a fórmula química dessas substâncias inorgânicas, tão presentes no nosso cotidiano?

Bons estudos!

Não pode faltar

Como vimos na seção anterior, quando um ácido e uma base reagem, formam geralmente outro produto além da água. Este produto é chamado de sal, um composto iônico que contém um cátion diferente do íon H^+ e um ânion diferente do íon OH^- . O sal pode ser produzido por uma reação de neutralização que consiste de um cátion pertencente à base e de um ânion pertencente ao ácido, por exemplo, no sal cloreto de sódio, em que o cátion Na^+ , vem da base NaOH e o ânion Cl^- vem do ácido HCl e, quando a solução final for evaporada, o sal, cloreto de sódio, permanecerá. A equação a seguir representa essa reação:



Os sais são derivados dos ácidos e bases. Neste sentido, Arrhenius definiu-os como substâncias que, quando adicionadas à água, liberam um cátion diferente do hidrogênio H^+ e um ânion diferente da hidroxila OH^- , por exemplo, nas equações para o cloreto de sódio e para o nitrato de potássio:



Os sais são substâncias bastante utilizadas em nosso cotidiano, tal como o cloreto de sódio – NaCl – e o bicarbonato de sódio – NaHCO_3^- , que são caracterizados pela cor branca. Porém, outros sais bastante utilizados apresentam outras cores, como o sulfato cúprico – CuSO_4^- , que apresenta coloração azul e é utilizado no tratamento da água de piscinas, e o dicromato de potássio – $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, – que possui coloração vermelho-alaranjada e é utilizado no teste de bafômetro.



Reflita

Conheça aplicações dos sais no cotidiano e reflita sobre o seu uso no link a seguir:

BRASIL ESCOLA. **Sais no cotidiano**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/sais-no-cotidiano.htm>>. Acesso em: 9 fev. 2016.

São compostos iônicos e encontram-se em estado sólidos nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Possuem sabor salgado e são bons condutores de eletricidade. Alguns sais apresentam características que os permitem cristalizar em contato com a água, formando os compostos denominados "sais hidratados", como por exemplo: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (sulfato de cálcio di-hidratado) e o $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (cloreto de cobalto hexa-hidratado). Existem sais com características higroscópicas, ou seja, que absorvem até a umidade do ar, como é o caso do $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (sílica gel).

Os sais podem ser classificados, de acordo com sua natureza química, em: neutros, ácidos, básicos e mistos. Os sais neutros são obtidos pela reação de neutralização total, ou seja, não possuem íons H^+ e OH^- em sua composição, por exemplo: NaCl (cloreto de sódio), Na_2SO_4 (sulfato de sódio) e o NH_4CN (cianeto de amônia). Os sais ácidos são obtidos por meio da reação de neutralização parcial; porém é necessário que a quantidade de ácido seja superior à de base. Em razão disso, apresentam dois cátions, sendo um metal e o outro o íon hidrogênio (H^+). São exemplos de sais ácidos o NaHCO_3 (bicarbonato de sódio) e o NaHSO_4 (bissulfato de sódio).

Os sais básicos são obtidos também a partir da reação de neutralização parcial, porém, ao contrário dos sais ácidos, a quantidade de ácido precisa ser inferior à da base, razão pela qual apresentam dois ânions, sendo um ametal e o outro o íon hidroxila OH^- , por exemplo, os sais $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$ (hidroxicloreto de alumínio) e o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (hidroxicloreto de cálcio).

Os sais duplos ou mistos não apresentam íons hidrogênio e/ou hidroxila em sua composição, mas são formados por dois cátions diferentes de H^+ ou por dois ânions que sejam diferentes de OH^- .



Assimile

Utilize este simulador e saiba mais sobre a solubilidade dos sais:

PHET. **Sais e solubilidade**. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/soluble-salts>. Acesso em: 9 fev. 2016.

A nomenclatura dos sais é composta de maneira bem simples de acordo com a seguinte regra: nome do ânion + de + nome do cátion. A Tabela 2.9 apresenta alguns exemplos.

Tabela 2.9 | Nomenclatura dos sais

| Ânion | de | Cátion | Nome | Fórmula |
|--|----|-------------------------------|---------------------|---|
| Sulfato (SO_4^{2-}) | de | Sódio (Na^+) | Sulfato de sódio | Na_2SO_4 |
| Fosfato (PO_4^{3-}) | de | Potássio (K^+) | Fosfato de potássio | K_3PO_4 |
| Acetato ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$) | de | Magnésio (Mg^{2+}) | Acetato de magnésio | $\text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ |
| Cloreto (Cl^-) | de | Cálcio (Ca^{2+}) | Cloreto de cálcio | CaCl_2 |
| Nitrato (NO_3^-) | de | Alumínio (Al^{3+}) | Nitrato de alumínio | $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ |

Fonte: elaborada pelo autor.



Exemplificando

Dê os nomes dos seguintes sais e classifique-os:

- Na_3PO_4 : fosfato de sódio; sal neutro.
- NaLiSO_4 : sulfato de sódio e lítio; sal misto.
- $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$: sulfato de cálcio di-hidratado; sal hidratado.
- NaHCO_3 : bicarbonato de sódio, sal ácido.

Os sais ainda podem ser classificados conforme a sua solubilidade. Os sais solúveis são aqueles que dissociam em água, sendo bons condutores de eletricidade, como os cloretos de sódio e potássio, e são classificados como insolúveis aqueles que apresentam baixa solubilidade em água, sendo, assim, maus condutores de eletricidade, como o cloreto e o iodeto de prata. A Tabela 2.10 apresenta algumas regras de solubilidade dos sais.

Tabela 2.10 | Solubilidade dos sais

| Solúveis | Insolúveis | Solúveis | Insolúveis |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| (Regra) | | (Exceção) | |
| Nitratos (NO_3^-) Acetatos ($\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$) | Sulfetos (S^{2-}) | Famílias 1, 2 e NH_4^+ | Não há |
| Cloretos (Cl^-) Brometos (Br^-) Iodetos (I^-) | Carbonatos (CO_3^{2-}) | Famílias 1 e NH_4^+ | Ag^+ , Pb^{2+} , Hg^{2+} |
| Sulfatos (SO_4^{2-}) | Fosfatos (PO_4^{3-}) | Famílias 1 e NH_4^+ | Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} |

Fonte: elaborada pelo autor.



Faça você mesmo

Dê os nomes corretos para os seguintes sais e classifique-os:

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:
- NaHSO_4 :
- NaKSO_4 :
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$:

Encerrando os estudos sobre as funções inorgânicas, conheceremos então os óxidos, que são todas as substâncias formadas por oxigênio e outros elementos químicos com menor eletronegatividade do que ele. Graças à elevada afinidade eletrônica do oxigênio, os óxidos podem ser formados por metais, apresentando um caráter mais iônico, ou por não metais, possuindo um caráter mais covalente.



Refleta

Conheça as aplicações dos principais óxidos no cotidiano e reflita sobre o seu uso acessando o link a seguir:

BRASIL ESCOLA. **Principais óxidos do cotidiano**. Disponível em: <<http://brasile scola.uol.com.br/quimica/principais-Oxidos-cotidiano.htm>>. Acesso em: 9 fev. 2016.

Os óxidos podem ser classificados com base em sua estrutura e seu comportamento químico. De acordo com a sua estrutura, os óxidos podem ser classificados como normais e peróxidos; quanto ao seu comportamento químico, classificam-se em: ácidos, básicos, neutros, anfóteros, mistos e peróxidos. Os óxidos ácidos são aqueles que, quando reagem com água, formam um ácido. Alguns desses óxidos podem não reagir diretamente com a água, mas reagem com uma base formando sal e água e revelando o seu comportamento ácido. São formados, geralmente, por não metais, possuindo caráter covalente, por exemplo: CO_2 , SO_3 , NO_2 , P_4O_{10} e B_2O_3 .

Óxidos básicos são aqueles que, ao reagirem com a água, produzem uma base ou também são capazes de neutralizar um ácido, formando sal e água. São formados, em sua grande maioria, por metais e, portanto, possuem caráter iônico, por exemplo: Na_2O , Li_2O , CaO e BaO . Algumas exceções, que não reagem com a água, reagem em vez disso com ácidos, formando sais, caracterizando o comportamento básico, por exemplo: Tl_2O_3 , Bi_3O_3 e ThO_2 . Quanto à solubilidade dos óxidos, pode-se afirmar que todos estes são insolúveis, com a exceção dos óxidos básicos de Ca^{2+} , Sr^{2+} e Ba^{2+} .

Óxidos neutros não reagem com a água nem com os ácidos e as bases. São formados com não metais e possuem caráter covalente, como por exemplo: CO , N_2O e NO . Os óxidos anfóteros, por sua vez, reagem tanto com ácidos fortes quanto com bases fortes, por exemplo: ZnO , Al_2O_3 , PbO , PbO_2 , BeO e SnO . Os óxidos duplos ou mistos são formados por dois óxidos de um mesmo elemento, como a magnetita – Fe_3O_4 .

Por fim, temos os peróxidos, que são óxidos que possuem dois átomos de oxigênio ligados diretamente ($-\text{O}-\text{O}-$) e possuem a propriedade de serem agentes oxidantes forte. O exemplo mais clássico de um peróxido é o peróxido de hidrogênio – H_2O_2 , conhecido popularmente como "água oxigenada". Outros exemplos de peróxidos são: K_2O_2 , Li_2O_2 , K_2O_2 , BaO_2 e CaO_2 .



Pesquise mais

Pesquise mais sobre os óxidos e seus efeitos no meio ambiente no link a seguir:

BRASIL ESCOLA. Óxidos no meio ambiente. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/oxidos-meio-ambiente.htm>>. Acesso em: 9 fev. 2016.

A nomenclatura dos óxidos é dada pela seguinte regra: prefixo que indica o número de átomos de oxigênio + óxido de + prefixo que indica o número de átomos do outro elemento + nome do elemento menos eletronegativo, considerando que, quando há somente um elemento menos eletronegativo, pode-se desprezar o prefixo. Os prefixos podem ser: (1) mono-; (2) di-; (3) tri-; (4) tetra-; (5) penta-; (6) hexa-; (7) hepta-, e assim por diante. A Tabela 2.11 apresenta alguns exemplos do uso dessa nomenclatura.

Tabela 2.11 | Nomenclatura dos óxidos

| Prefixo no de átomos de oxigênio | Óxido de | Prefixo no de átomos do outro elemento | Nome do elemento menos eletronegativo | Nome | Fórmula |
|----------------------------------|----------|--|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Mono | Óxido de | Mono | Carbono | Monóxido de carbono | CO |
| Di | Óxido de | Mono | Enxofre | Dióxido de enxofre | SO ₂ |
| Tri | Óxido de | Di | Cromo | Trióxido de dicromo | Cr ₂ O ₃ |
| Pent | Óxido de | Di | Nitrogênio | Pentóxido de dinitrogênio | N ₂ O ₅ |

Fonte: elaborada pelo autor.

Os óxidos podem ser formados por elementos químicos que possuam diferentes valências e, neste caso, a nomenclatura dos óxidos seguirá uma nova regra, segundo a qual os prefixos padrão serão desprezados e acrescentados prefixos conforme a valência do elemento, ou seja, para o elemento de menor valência será acrescentado o sufixo "-oso"; e para o de maior valência, o sufixo "-ico", como mostra a Tabela 2.12.

Tabela 2.12 | Nomenclatura dos óxidos conforme a valência.

| Cátion | Óxido de + nome elemento menos eletronegativo + valência | Óxido de + nome elemento menos eletronegativo + Sufixo | Fórmula |
|------------------|--|--|---------|
| Fe ²⁺ | Óxido de Ferro II | Óxido Ferroso | FeO |

(continua)

| | | | |
|------------------|--------------------|---------------|-------------------------|
| Fe^{3+} | Óxido de Ferro III | Óxido Férrico | Fe_2O_3 |
| Cu^+ | Óxido de Cobre I | Óxido Cuproso | Cu_2O |
| Cu^{2+} | Óxido de Cobre II | Óxido Cúprico | CuO |

Fonte: elaborada pelo autor.



Exemplificando

Dê os nomes dos seguintes óxidos e classifique-os:

- Al_2O_3 : trióxido de dialumínio; óxido anfótero.
- BaO : óxido de bário; óxido básico.
- P_2O_5 : pentóxido de difósforo; óxido ácido.
- Pb_3O_4 : tetróxido de trichumbo; óxido misto.



Faça você mesmo

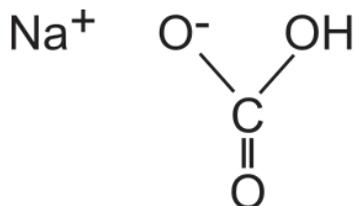
Dê os nomes dos seguintes óxidos e classifique-os:

- Na_2O :
- SiO_2 :
- BiO_3 :
- Cu_2O :

Sem medo de errar

Uma alimentação balanceada pode prevenir a má-digestão, mas, também, podemos ingerir medicamentos que nos trazem um grande e rápido alívio. Esses medicamentos são compostos por alguns sais, como o carbonato de sódio e o bicarbonato de sódio. Será possível classificá-los, nomeá-los e apresentar a fórmula química de cada um deles? Sim!

Figura 2.6 | Carbonato de sódio

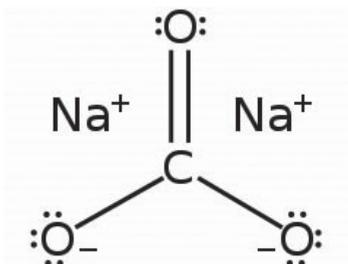


Fonte: <http://www.wikiwand.com/es/Bicarbonato_de_sodio>. Acesso: 21 jun. 2016.

O bicarbonato de sódio (Figura 2.7) é formado pela união do íon bicarbonato (HCO_3^-) com o sódio (Na^+). Seguindo a regra para nomear sais, temos que seguir usamos: nome do ânion + de + nome do cátion. Portanto, para nomear esse sal, sabemos que o ânion é o bicarbonato e o cátion é o sódio, assim, o nome desse sal é "bicarbonato de sódio" (NaHCO_3).

O carbonato de sódio (Figura 2.7) é formado pela união do íon carbonato (CO_3^{2-}) com o sódio (Na^+). Conforme a regra para nomear sais, usamos: nome do ânion + de + nome do cátion. Portanto, para nomear esse sal, sabemos que o ânion é o carbonato e o cátion é o sódio, assim, o nome desse sal é "carbonato de sódio" (Na_2CO_3).

Figura 2.7 | Bicarbonato de sódio.



Fonte: <http://www.soda.name/img/soda_formul.jpg>. Acesso: 21 jun. 2016.



Atenção

Lembre-se e assimile as regras de nomenclatura dos sais e óxidos com o auxílio do link a seguir:

ÁCIDOS-BASE. **Classificação dos principais sais e óxidos.** Disponível em: <<https://acidosbase.wordpress.com/7-principais-sais-e-oxidos/>>. Acesso em: 09 fev. 2016.

Avançando na prática

A corrosão no estudo da química

Descrição da situação-problema

A corrosão pode ser definida como um processo de deterioração dos metais, representada popularmente pela maresia e pelo azinhave. A maresia é caracterizada pela formação acelerada de ferrugem nos objetos compostos por ferro, e o azinhave é uma camada de cor esverdeada formada nos objetos

compostos por cobre ou latão. O que esses dois processos têm em comum além de serem corrosivos? Eles são acentuados nas regiões litorâneas, em razão da alta concentração de íons cloreto presentes na água do mar e na humidade do ar dessas regiões.

Figura 2.8 | Estátua da Liberdade



Fonte: <<http://www.pages.drexel.edu/~jbp66/class/images/statueofliberty.jpg>>. Acesso em: 9 fev. 2016.

Um exemplo clássico da formação de azinhave é a Estátua da Liberdade, que foi construída a partir de placas de cobre sobre uma estrutura de ferro. No entanto, como foi construída em uma região litorânea, foi coberta de azinhave com o passar do tempo e por isso adquiriu a cor esverdeada.

Nesse contexto, você deve descobrir quais são os sais presentes na azinhave e os óxidos presentes na composição da ferrugem, bem como suas fórmulas químicas. Você também poderá apresentar medidas paliativas para minimizar a corrosão.



Lembre-se

Lembre-se das características dos sais e dos óxidos acessando o link a seguir:

TEC CIÊNCIA. **Sais e óxidos**. Disponível em: <<http://tecciencia.ufba.br/sais-e-oxidos>>. Acesso em: 9 fev. 2016.

Resolução da situação-problema

O azinhavre é composto por uma mistura tóxica de hidróxido de cobre I, hidróxido de cobre II, carbonato de cobre I e carbonato de cobre II, portanto é uma mistura de bases e sais, sendo os sais o carbonato de cobre I e carbonato de cobre II, os quais possuem as seguintes fórmulas químicas:

- Carbonato de cobre I ou carbonato cuproso: Cu_2CO_3 .
- Carbonato de cobre II ou carbonato cúprico: CuCO_3 .

A ferrugem tem uma composição química complexa, porém, basicamente, é constituída por óxido-hidróxido de ferro, óxido de ferro II e óxido de ferro III, os quais apresentam as seguintes fórmulas químicas:

- Óxido-hidróxido de ferro: $\text{Fe}(\text{OH})\text{O}$.
- Óxido de ferro III ou óxido férrico: Fe_2O_3 .
- Óxido de ferro II ou óxido ferroso: FeO .

Como medidas paliativas para a ferrugem, é aconselhável que, quando possível, se mantenham as peças de ferro longe do mar, caso não seja possível mantê-las cobertas e em local refrigerado. Já para prevenir o azinhavre, é recomendado cobrir as peças de cobre com resina para que não fiquem com contato direto com a atmosfera da região litorânea, embora essa seja uma medida preventiva, que não torna, portanto, a peça inerte ao azinhavre.



Faça você mesmo

A indústria farmacêutica utiliza diversos sais e óxidos como matérias-primas para produção de medicamentos, como por exemplo, os antiácidos. Identifique quais são os sais e óxidos presentes nesses medicamentos e relacione-os juntamente com as suas fórmulas químicas.

Faça valer a pena

1. O NaHCO_3 é um sal muito utilizado na indústria farmacêutica como antiácido e na indústria alimentícia como fermento para bolos e biscoitos. O nome correto desta substância é:

- a) Carbonato ácido de sódio.
- b) Carbonato de sódio.

- c) Carbeto de sódio.
- d) Bicarbonato de sódio.
- e) Bicarboneto de sódio.

2. O NH_4NO_3 é largamente utilizado como inseticida, pesticida, herbicida e, também, fertilizante. O nome correto da substância da fórmula NH_4NO_3 é:

- a) Binitrato de amônio.
- b) Nitrato de amônio.
- c) Pernitrato de amônio.
- d) Nitreto de amônio.
- e) Nitritoso de amônio.

3. Os compostos principais dos fertilizantes são o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K), necessários para nutrir o solo, trazendo sucesso à plantação. Alguns sais, como KNO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e NH_4Cl , podem ser utilizados na fabricação dos fertilizantes como fonte de NPK. Os nomes corretos destas substâncias são, respectivamente:

- a) Nitrato de potássio, fosfito de cálcio e cloreto de amônio.
- b) Nitrito de potássio, fosfito de cálcio e clorato de amônio.
- c) Nitrato de potássio, fosfito de cálcio e clorato de amônio.
- d) Nitrito de potássio, fosfato de cálcio e cloreto de amônio.
- e) Nitrato de potássio, fosfato de cálcio e cloreto de amônio.

Seção 2.4

Potencial hidrogeniônico

Diálogo aberto

Nesta segunda unidade, já aprendemos a distribuição eletrônica por meio do Diagrama de Linus Pauling, bem como os números quânticos. Conhecemos as quatro principais funções inorgânicas: os ácidos, as bases, os sais e os óxidos, e aprendemos suas diferenças, características, reações químicas e as regras de nomenclatura.

Agora, vamos conhecer o conceito de potencial hidrogeniônico (pH). Em 1909, o conceito de pH foi introduzido pelo químico dinamarquês Soren Sorensen, para medir o caráter ácido ou básico de soluções aquosas. Como diz o próprio nome, o pH está diretamente relacionado à concentração (potencial) molar dos íons hidrogênio ou dos íons hidrônio (hidrogeniônico) e classifica as soluções aquosas como ácidas, neutras ou básicas, conforme a escala de pH, que varia de 0 a 14. Conheceremos também alguns meios que nos permitem realizar medições de pH, como os indicadores ácido-base, que são imprecisos e equipamentos como o pHmetro, bem como o papel de tornassol que já possuem precisão.

Neste contexto, voltaremos a pensar sobre os medicamentos que nos ajudam a tratar os desconfortos ocasionados pela rotina diária. Um desconforto muito comum presente na rotina de muitas pessoas é a azia, que nada mais é do que uma sensação de queimação, ardência, a qual se inicia abaixo do esterno e sobe até a boca, podendo ser acompanhada da regurgitação de um líquido claro, que pode possuir diversas causas, entre elas a ingestão de alimentos ácidos em grande quantidade, como os refrigerantes sabor cola. Para tratar esses sintomas, faz-se o uso de medicamentos compostos por funções inorgânicas, como as bases. Mas quais são esses medicamentos? Como o pH está relacionado a eles?

Figura 2.9 | Representação de azia



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/vector/stomach-heartburn-gm538726443-58453204?st=b2b788c>>. Acesso: 23 jun. 2016.

Nessa seção você usará os seus conhecimentos adquiridos sobre pH para desvendar este problema e muito outros. Desejamos bons estudos a você com votos de que tenha gostado desta unidade.

Siga em frente!

Não pode faltar

Conforme a teoria de Arrhenius, ácidos e bases são compostos que reagem com água dissociando-se e liberando o cátion o hidrônio (H_3O^+) ou hidrogênio (H^+) e o ânion a hidroxila (OH^-), respectivamente. Como representar a quantidade desses íons em uma determinada solução ou mistura? Para isso, podemos utilizar o potencial hidrogeniônico (pH). O pH representa a quantidade de cátions hidrônio, em termos molares, presentes em um meio ou solução, mas também considera a presença dos ânions hidroxila.

Ainda seguindo a teoria de Arrhenius, uma solução contendo íons hidrônios e hidrogênio é nomeada como ácida e a que contém hidroxilas é uma solução básica. Assim, a classificação destas soluções está relacionada com a quantidade de ambos os íons, sendo representada por três faixas nomeadas ácido, básico ou neutro, sendo estas três classificações relacionadas da seguinte forma:

- Ácido: concentração de íons hidrogênio maior que a de hidroxilas.

- Neutro: concentração de íons hidrogênio igual a de hidroxilas.
- Básico ou alcalino: concentração de íons hidrogênio menor que a de hidroxilas.

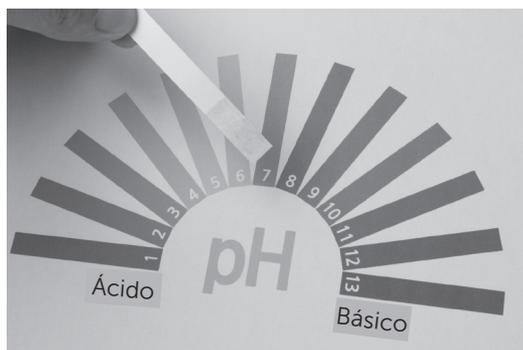
A partir dessa classificação, foram atribuídos valores para essas três faixas de pH. Esses valores foram definidos a partir da constante de dissociação da água (K_w), pois por meio dessa constante pode-se obter a relação entre $[H^+]$ e $[OH^-]$. Por definição: $K_w = [H^+][OH^-]$, sendo o valor dessa constante $K_w = 10^{-14}$ mol/L a 25°C, podemos obter o valor da faixa de pH aplicando logaritmos, como podemos observar na Equação 2.2.

$$\begin{aligned}
 K_w &= [H^+][OH^-] \\
 10^{-14} &= [H^+][OH^-] \\
 -14 &= \log[H^+] + \log[OH^-] \\
 14 &= -\log[H^+] - \log[OH^-] \\
 14 &= pH + pOH \\
 pOH &= 14 - pH
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

Dessa maneira, observamos que a faixa de pH varia de 0 a 14, a 25 °C, sendo a divisão entre a concentração dos cátions hidrônio e dos ânions hidroxila localizada no 7, pois $K_w = 10^{-7}$. Podemos classificar uma solução conforme o valor de pH da seguinte forma:

- Ácido = pH < 7.
- Neutro = pH = 7.
- Básico = pH > 7.

Figura 2.10 | Escala de pH



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/photo/ph-paper-test-gm512132335-47438806?st=e8e5906>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

Ainda por meio da equação de dissociação da água, podemos relacionar o pH com a concentração molar dos cátions hidrogênio, por meio da Equação 2.3.

$$pH = -\log[H^+] \quad (2.3)$$

E aplicando o logaritmo base 10, temos a Equação 2.4.

$$10^{-pH} = [H^+] \quad (2.4)$$

Assim, conhecendo a concentração molar de cátions hidrônio ou hidrogênio da solução aquosa, poderemos obter o valor de pH, por exemplo, se temos uma solução cuja concentração molar de H^+ é de 10^{-7} mol/L, o pH pode ser calculado da seguinte forma:

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = -\log[10^{-7}]$$

Conforme as propriedades logarítmicas, o expoente -7 multiplica o log de 10, que vale 1:

$$pH = 7 \cdot \log 10$$

$$pH = 7 \cdot 1$$

$$pH = 7$$

Logo, podemos concluir que é uma solução neutra.

Em um outro exemplo, vamos calcular o pH de uma solução que possui uma concentração molar de H^+ é de 10^{-3} mol/L, o pH pode ser calculado da seguinte forma:

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = -\log[10^{-3}]$$

Conforme as propriedades logarítmicas, o expoente -3 multiplica o log de 10, que vale 1:

$$pH = 3 \cdot \log 10$$

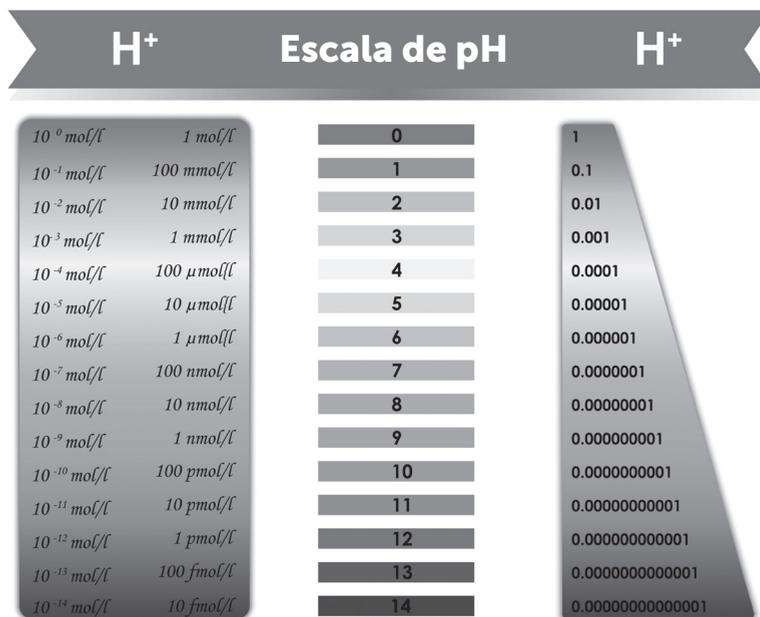
$$pH = 3 \cdot 1$$

$$pH = 3$$

Logo, podemos concluir que é uma solução ácida.

A Figura 2.11 apresenta uma relação entre a escala de pH e a concentração de cátions hidrogênio. Vale destacar que a mesma escala é válida para os cátions hidrônio.

Figura 2.11 | Relação entre a escala de pH e a concentração de cátions hidrogênio



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/vector/ph-scale-chart-vector-illustration-gm480844138-68729881?st=24c1ab0>>. Acesso em: 21 jun. 2016.



Pesquise mais

Realize a leitura do artigo científico “A Medição de pH em Álcool Etilíco Anidro Combustível Utilizando Diferentes Eletrodos” e aprenda mais sobre a medição do pH em soluções. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br/imagebank/pdf/Vol25No4_684_25.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2016.

De forma análoga ao cálculo do pH, podemos realizar o cálculo do pOH, que é definido por potencial hidroxiliônico e está relacionado com a concentração molar de ânions hidroxila presentes em uma solução ou meio e é representado pela Equação 2.5.

$$pOH = -\log[OH^-] \quad (2.5)$$

E aplicando o logaritmo base 10, temos a Equação 2.6.

$$10^{-pOH} = [OH^-] \quad (2.6)$$

A faixa de pOH compreende a mesma faixa de pH, ou seja, de 0 a 14, porém tem significado contrário. Portanto, quando o valor do pOH for entre 0 e 7, a solução é básica. Quando for igual a 7, possui o mesmo significado, isto é, é uma

solução neutra. E se o pOH estiver entre 7 e 14, significa que a solução é ácida. Portanto, se uma solução cuja concentração molar de OH^- é de 10^{-1} mol/L, o pOH pode ser calculado da seguinte forma:

$$pOH = -\log[\text{OH}^-]$$

$$pOH = -\log[10^{-1}]$$

Conforme as propriedades logarítmicas, o expoente -1 multiplica o log de 10, que vale 1:

$$pOH = 1 \cdot \log 10$$

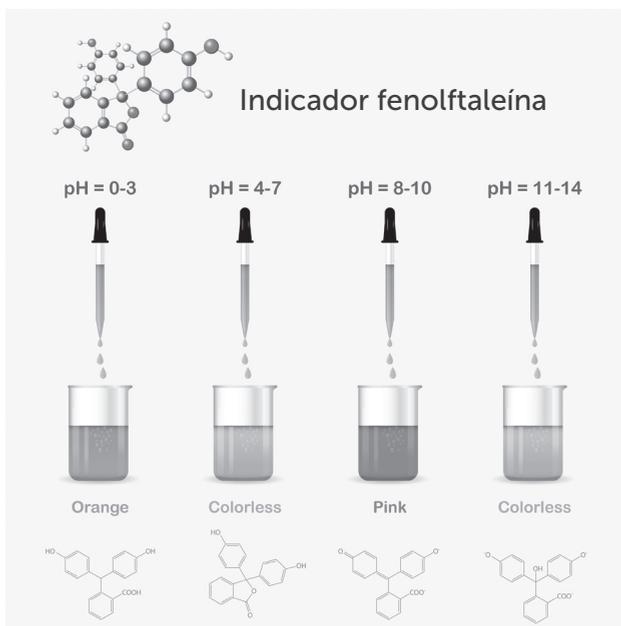
$$pOH = 1 \cdot 1$$

$$pOH = 1$$

Logo, podemos concluir que é uma solução básica.

Assim, se temos uma solução com pH ácido igual a 2, sabemos por meio da Equação 2.2, que o seu pOH é 12. É possível classificar uma substância como ácido e base utilizando-se um indicador ácido e base, como por exemplo, a fenolftaleína (Figura 2.12), que, quando adicionada à solução a ser classificada, apresenta cor rosa em solução básica e incolor em solução ácida. No entanto, esses indicadores somente nos mostram a classificação da solução e não o valor do pH ou pOH.

Figura 2.12 | Alteração de cores devida a adição de fenolftaleína



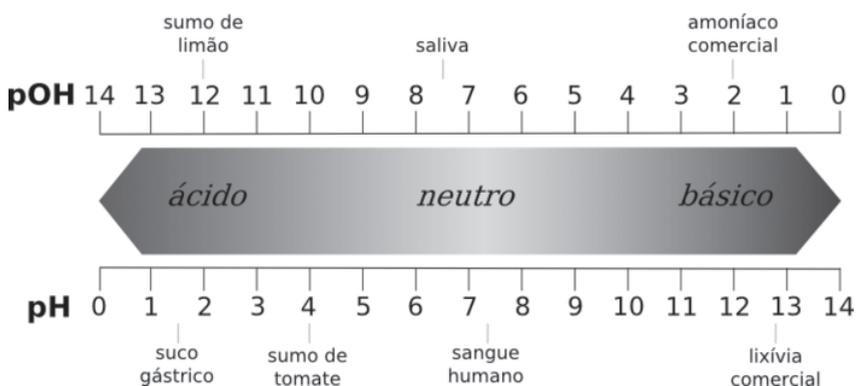
Fonte: <<http://www.istockphoto.com/vector/forms-of-phenolphthalein-in-solutions-with-different-ph-gm483244288-70521119?st=df5b1ac>>. Acesso em: 23 jun. 2016.



Assimile

Assimile a escala do pH e pOH, lembrando que divide-se em ácido, neutro e básico (alcalino).

Figura 2.13 | Relação do pH com algumas substâncias conhecidas



Fonte: elaborada pelo autor.

Os valores de pH não precisam ser somente calculados conhecendo-se a concentração dos cátions hidrônio ou hidrogênio e dos ânions hidroxila. Esses valores podem ser medidos com precisão por meio de um equipamento chamado **pHmêtro**, apresentado pela Figura 2.14.

Figura 2.14 | pHmêtro



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/photo/ph-meter-to-measure-the-acidity-alkalinity-of-liquids-gm514914919-47766254?st=281e5c5>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

Um dos modos mais comuns de se realizar a medição do pH é utilizando o papel tornassol (Figura 2.15). Este tipo de medição tem como princípio ativo o tornassol, que é extraído de uma planta chamada líquen e fixado no papel. Pode ser adquirido em três diferentes tipos: vermelho, azul ou neutro. O tornassol vermelho é utilizado para testar bases, o azul para testar ácido e o neutro para testar ambos.

O papel tornassol muda de cor ao ser imergido em uma solução. Por exemplo, o papel tornassol neutro torna-se vermelho em contato com ácidos e azul em contato com bases, e, a partir da cor apresentada pelo papel, consulta-se uma tabela comparativa para verificar o valor do pH. Esta alteração ocorre pela reação química entre os íons e o tornassol, mudando o arranjo dos átomos presentes no indicador.

Figura 2.15 | Papel tornassol neutro



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/photo/litmus-strips-showing-ph-and-acidity-gm175755317-24174992?st=ac02701>>. Acesso em: 21 jun. 2016.



Refleta

Qual será o pH da água do mar? E o do vinagre? Veja qual o valor de pH para estas substâncias e muitas outras assistindo o vídeo a seguir:

ME SALVA. **Me Salva! INO09** - pH: Potencial Hidrogeniônico. 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=lwHmoHfWj60>>. Acesso em: 20 jun. 2016.



Exemplificando

Qual é o pH de uma solução de 5×10^{-3} de NaOH?

Resolução:

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$pOH = -\log[10^{-3}]$$

$$pOH = 3 \cdot \log 10$$

$$pOH = 3 \cdot 1$$

$$pOH = 3$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - 3 = 11$$

Logo, é uma solução básica.



Faça você mesmo

Qual é o pOH de uma solução de 0,007 M de HCl?

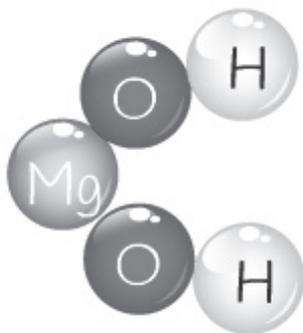
Sem medo de errar

A azia é uma sensação de queimação, ardência, a qual se inicia abaixo do esterno e sobe até a boca, podendo ser acompanhada da regurgitação de um líquido claro, a partir de diversas causas, entre elas, a ingestão de alimentos ácidos em grande quantidade. Para tratar esses sintomas, faz-se a ingestão de medicamentos como o hidróxido de magnésio ($Mg(OH)_2$) e o hidróxido de alumínio ($Al(OH)_3$).

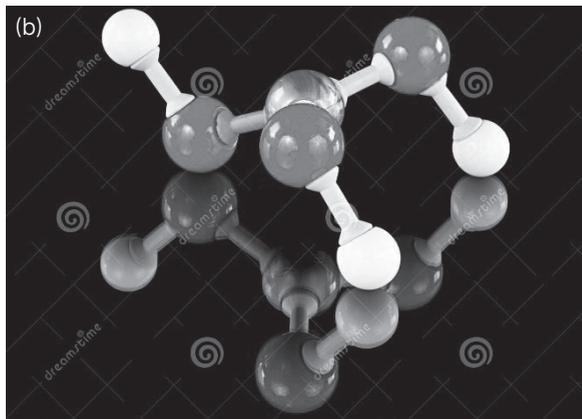
Os hidróxidos de magnésio (Figura 2.16a) e alumínio (Figura 2.16b), ao serem ingeridos, reagem com o ácido clorídrico presente no estômago neutralizando-o, e, assim, elevando o pH gástrico. O ácido clorídrico em excesso presente no estômago é a causa da sensação de queimação no estômago sempre que ingerimos um alimento muito pesado e, então, a produção em excesso deste ácido se faz necessária para que o organismo consiga processá-lo. É bastante comum a automedicação, pois dispensa receita médica, como os antiácidos, porém é importante ressaltar em determinados casos a utilização desses medicamentos pode ocasionar mais problemas, como nos casos de úlceras.

Figura 2.16 | Hidróxido de magnésio (a) e hidróxido de alumínio (b)

(a)



(b)



Download from
Dreamstime.com

41181094
Charles Kozlov / Dreamstime.com

Fonte: (a) <http://www.objetos.unam.mx/quimica/oxigeno_mnm/index.html>. (b) <<https://pt.dreamstime.com/imagens-de-stock-modelo-de-um-atom-do-hidrxido-de-alumnio-image40181094>>. Acessos em: 21 jun. 2016.

A utilização desses medicamentos é bastante comum para proporcionar o alívio dos sintomas da azia, porém mudanças nos hábitos diários, como uma alimentação balanceada, comer devagar e sem stress são fundamentais para se evitar os problemas estomacais.



Atenção

O pH está relacionado com a concentração molar de cátions hidrogênio e hidrônio e o pOH com a concentração molar dos ânions hidroxila.

Avançando na prática

O pH dos alimentos

Descrição da situação-problema

Cada alimento que ingerimos possui um pH diferente, que causa grande influência no nosso organismo. Imagine uma pessoa que apresenta problemas estomacais. Quais tipos de alimentos você indicaria para que ela faça uma dieta alimentar, melhorando assim os sintomas de azia e má-digestão tão desconfortáveis na vida diária?



Lembre-se

Assista ao vídeo a seguir e retome os conceitos sobre pH e pOH:

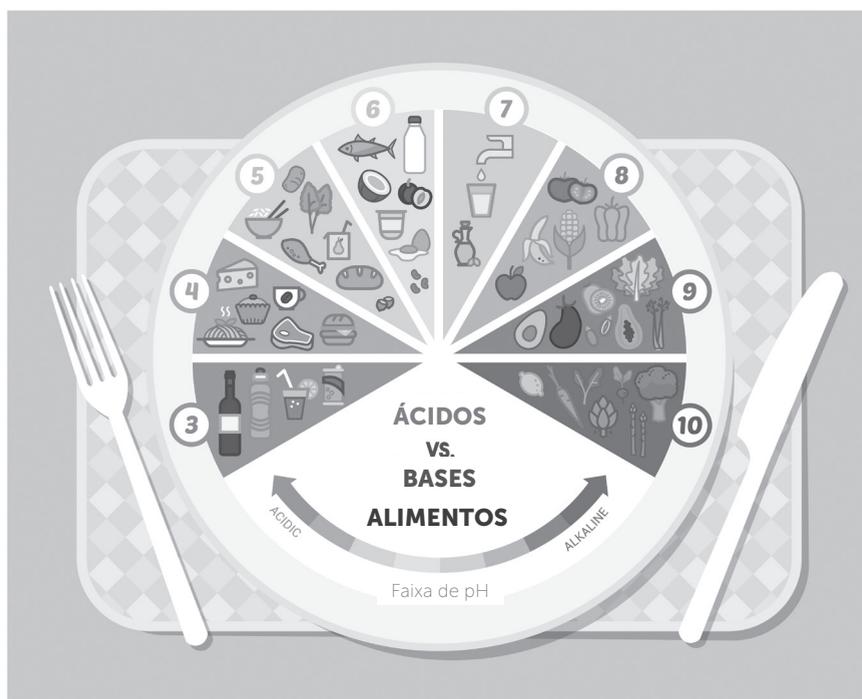
QUIFACIL. **pH e pOH**. 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r_ke6Hqow8E>. Acesso em: 21 jun. 2016.

Resolução da situação-problema

Uma pessoa que possui problemas com azia e má-digestão precisa ingerir alimentos que possuam pH maior que 7, ou seja, alimentos básicos. Consultando a Figura 2.17, observamos que o indicado é uma alimentação rica em frutas, verduras e legumes, pois apresentam pH entre 8 e 10, beber bastante água (pH = 7) e ingerir carnes brancas (pH entre 5 e 6), pois possuem o pH mais elevado do que as carnes vermelhas (pH = 4).

Assim, os sintomas de azia e má-digestão diminuirão e a pessoa recuperará a saúde e a qualidade de vida.

Figura 2.17 | Alimentos ácidos e alcalinos



Fonte: <<http://www.istockphoto.com/vector/the-acidic-alkaline-diet-gm514777520-88259447?st=184f811>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

**Faça você mesmo**

Você já pensou sobre a importância do conceito de pH nos produtos de higiene pessoal, como xampu e pasta de dente? Pesquise e entenda o motivo desses produtos obedecerem a uma faixa de pH.

Faça valer a pena

1. O suco de limão possui concentração hidrogeniônica de 10^{-3} mol/L. Qual o pH respectivo a essa concentração?

- a) 3,0.
- b) 1,0.
- c) 2,0.
- d) 4,0.
- e) 5,0.

2. Uma solução aquosa é composta por um ácido forte HA com concentração de 0,05 mol/L. Assinale a alternativa que apresenta a resposta correta sobre o pH da solução, considerando que o ácido é totalmente dissociado ao reagir com a água:

- a) pH = 1,3.
- b) pH < 1,3.
- c) pH > 1,3.
- d) pH = 1,5.
- e) pH = 0,5.

3. Conforme os conceitos vistos sobre potencial hidrogeniônico. Julgue as afirmativas relacionadas a seguir.

- I. Um meio com $[H^+] > 10^{-7}$ mol/L apresenta pH > 7.
- II. Um meio com $[H^+] > 10^{-7}$ mol/L é um meio ácido.
- III. Um meio contendo uma base forte possui pH > 7 em qualquer concentração.
- IV. Um meio contendo um ácido forte possui pH < 7 em qualquer concentração.

V. Um meio de $\text{pH} = 9$ possui $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol/L}$.

Marque a alternativa que apresenta as afirmativas corretas:

- a) Somente a afirmativa I é correta.
- b) Somente a afirmativa II é correta.
- c) Somente as afirmativas II e V são corretas.
- d) Somente as afirmativas IV e V são corretas.
- e) Somente a afirmativa III é correta.

Referências

KOTZ, J. C. et al. **Química geral e reações químicas**. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. v. 1-2.

MAIA, J. D.; BIANCHI, J. C. de A. **Química geral: fundamentos**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2007.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008, v. 1-2.

ZUMDAHL, S. S.; DECOSTE, D. J. **Introdução à Química: fundamentos**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CANÇADOL, R. D; LOBOLL, C.; FRIEDRICH, J. R. Tratamento da anemia ferropriva com ferro por via oral. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**. São Paulo, v. 32, supl. 2, jun. 2010.

Química orgânica e funções orgânicas

Convite ao estudo

Olá, aluno(a), seja bem-vindo(a) a mais uma unidade de Química. Iniciamos essa disciplina com os estudos da matéria e da tabela periódica. Hoje você é capaz de identificar e classificar a matéria, compreendendo as suas propriedades, a evolução do modelo atômico e a classificação periódica dos elementos. Em um segundo momento, conhecemos a química inorgânica pelo estudo da distribuição eletrônica. Naquele estágio, aprendemos sobre as funções inorgânicas, como os ácidos, bases, sais, óxidos, e finalizamos com o potencial hidrogeniônico.

Agora, chegamos ao momento de apresentar a química orgânica e suas respectivas reações. Mas você sabe o que é essa ciência? Sabe como ela é definida? Você já teve contato com esses estudos? E em seu cotidiano, a palavra orgânico(a) lhe é familiar?

Neste momento, vamos acompanhar a rotina de uma farmacêutica que está liderando o seu primeiro projeto de pesquisa e desenvolvimento para formular um novo cosmético capilar. Mas além do domínio das técnicas de preparação, quais outros conhecimentos serão necessários? Quais as funções dos diversos compostos orgânicos nestes produtos?

Vamos primeiro conhecer o emprego de compostos orgânicos na fabricação de cosméticos. Posteriormente, estudaremos a definição da química orgânica e suas variadas aplicações. Em seguida, será o momento de aprofundarmos nossos conhecimentos sobre as funções orgânicas e suas nomenclaturas, começando pelos hidrocarbonetos, passando pelos álcoois e finalizando com os ácidos carboxílicos.

Por meio dos estudos dos conteúdos abordados, você vai conhecer e compreender conceitos básicos da área química necessários para a sua formação profissional. É imprescindível compreender a importância da química e sua utilização nos cosméticos usados nos mais diversos tratamentos.

Para tanto, são necessários bons estudos, dedicação e muita perseverança. O estudo da química orgânica muitas vezes é prejudicado porque, antes mesmo de iniciá-lo, muitos estudantes já partem da premissa de que o tema é muito difícil. Aqui, faz-se necessária uma analogia: como não gostar de algo ou de comer um alimento se nem sem ao menos experimentá-lo?

Seção 3.1

Produtos orgânicos e o emprego em formulações cosméticas

Diálogo aberto

A química orgânica é de importância vital para as indústrias petroquímica, farmacêutica, têxtil e de cosméticos, nas quais a principal preocupação é a síntese de novas moléculas orgânicas e polímeros. São várias as maneiras com que a química orgânica está presente em nossas vidas diárias. Mas vamos nos concentrar em como os produtos químicos orgânicos têm sido utilizados para a produção de cosméticos.

Você pode não perceber, mas todas as manhãs, ao se barbear ou ao se maquiar, a química orgânica está presente em todos os lugares do seu armário do banheiro.

Na indústria de cosméticos são utilizados produtos originados de sínteses orgânicas ou produtos naturais na fabricação de muitos cosméticos, tais como loção, creme de barbear, hidratante, xampu, batons, entre outros. É interessante notar que a grande maioria dessas substâncias também é utilizada, em processos industriais de fabricação, desde a limpeza de equipamentos, estabilização de pesticidas até graxas de engrenagens.

Portanto, vamos ao desafio desta seção: uma farmacêutica iniciou o desenvolvimento de um novo cosmético capilar, mas, para que tenha sucesso em sua formulação, muitas etapas e estudos serão necessários. Durante a primeira etapa do desenvolvimento desse novo cosmético, na fase de elaboração do conceito, foram definidos muitos aspectos importantes. Um dos principais foi a utilização de produtos orgânicos na fórmula, e algumas questões foram levantadas: o que são produtos orgânicos? Esse entendimento é consensual em todas as áreas da ciência? E o que são cosméticos? Como são classificados? Existe algum órgão no Brasil responsável pelas resoluções e fiscalizações das produções de cosméticos? Quais serão as próximas etapas após essa primeira fase?

Figura 3.1 | Manipulação de cosméticos



Fonte: <<http://goo.gl/qosMky>>. Acesso em: 13 ago. 2015.

Com os temas abordados nesta seção, você conhecerá as definições do que são cosméticos, assim como os órgãos responsáveis pelas resoluções e fiscalizações desse tipo de produção. Você compreenderá o que são produtos orgânicos a partir da química orgânica e poderá refletir sobre a utilização em nosso cotidiano do termo “produto ou alimento orgânico”.

Bons estudos!

Não pode faltar

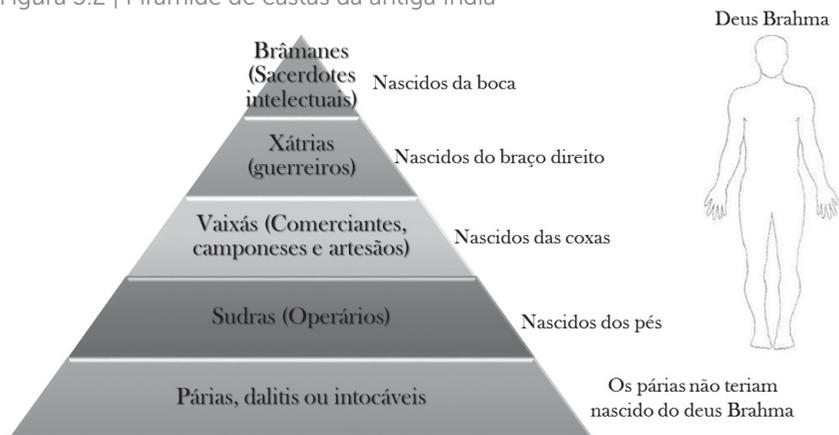
A utilização de produtos cosméticos é conhecida desde as primeiras civilizações. Por séculos, eles foram utilizados em rituais religiosos, no realce da beleza, para promover a saúde. A utilização desses produtos era tão importante para essas civilizações que também serviam para indicar preocupações práticas de uma sociedade e distinguir classes sociais.



Refleta

Você se lembra da famosa novela da autora Glória Perez, “Caminho das Índias”, ganhadora do Emmy Internacional em 2009? Uma das temáticas abordadas na trama era exatamente sobre as castas indianas, que foram extintas por lei no fim da década de 1940. As castas eram uma divisão partir da crença hinduísta que acreditava que uma parte da sociedade nascia de partes do deus Brahma. A Figura 3.2 apresenta o sistema de castas da antiga Índia e uma imagem com pinturas características. A Figura 3.3 traz uma imagem com pinturas características.

Figura 3.2 | Pirâmide de castas da antiga Índia



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 3.3 | Pinturas características das castas indianas



Fonte: <<http://goo.gl/SfcPj7>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

Mas, por definição, o que são cosméticos? Segundo a Administração de Drogas e Alimentos dos Estados Unidos (FDA - U.S. Food Drug Administration), os cosméticos são definidos como produtos a serem friccionados, derramados, borrifados, aplicados, introduzidos ou de outra forma aplicados ao corpo humano para limpeza, embelezamento, promoção da atratividade ou mudança da aparência. Nessa definição, incluem-se produtos como hidratantes de pele, perfumes, batons, esmaltes de unha, maquiagem facial, e para os olhos, xampus, tratamentos capilares permanentes, tintura para cabelo, cremes dentais e desodorantes, bem como qualquer material destinado ao uso cosmético (FDA, 2016).



Pesquise mais

Veja como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) define o que são cosméticos e aproveite para ver outras definições como as de

medicamentos, drogas e insumos farmacêuticos:

BRASIL. Anvisa. **Conceitos técnicos**. Disponível em: <HYPERLINK "http://www.anvisa.gov.br/medicamentos/conceito.htm#3.9" www.anvisa.gov.br/medicamentos/conceito.htm#3.9>. Acesso em: 30 ago. 2016.

Aproveite e faça o *download* do arquivo em: <http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd_farmacopeia/pdf/volume1%2020110216.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2016.

Dessa forma, se faz necessário conhecer a procedência e a empresa fabricante dos produtos cosméticos, uma vez que, diariamente, desde o momento em que acordamos até quando nos deitamos, utilizamos cosméticos. Justamente por esse motivo, cada país adota uma legislação vigente para aprovação de um novo produto.

Em 2005, a Anvisa publicou a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n. 211, de 14 de julho, que atualiza as normas anteriores, já que é "sua missão principal a prevenção de agravos à saúde, a ação reguladora de garantia da qualidade de produtos e serviços, que incluem a aprovação de normas e suas atualizações, bem como a fiscalização de sua aplicação" (ANVISA, 2016).

Assim, para que um cosmético seja disponibilizado para a venda, é necessário que passe por diversas etapas. O início consiste em uma pesquisa básica pela busca de matéria-prima, técnicas de produção e novas concepções fundamentadas na pesquisa e nos avanços na área da dermatologia. De acordo com Clef, Martinelli e Campos (2006), o desenvolvimento de produto cosmético é um processo complexo e que envolve diversas etapas até se chegar a um cosmético de qualidade desejável. A Figura 3.4 apresenta um esquema que sintetiza as principais etapas do desenvolvimento de um cosmético.

Figura 3.4 | Etapas de desenvolvimento de um produto cosmético

Em termos de legislação são necessários:

- testes de eficácia, segurança, validade
- testes clínicos

(seguindo as exigências regulatórias o registro e comercialização do produto).



Fonte: elaborada pelo autor.



Assimile

A ausência de fiscalização na fabricação ou venda de cosméticos coloca em risco a saúde dos consumidores. É comum encontramos em lojas populares vários produtos, de hidratantes a batons, por preços muito acessíveis. No entanto, um consumidor que adquire esse produto pode ter reações alérgicas severas ou outros problemas de saúde, já que as composições químicas desses cosméticos são desconhecidas.

No Anexo I, item 1 da RDC n. 211, de 14 DE julho de 2005, a Anvisa define que

“produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes são preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo, nas diversas partes do corpo humano: pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado”.(BRASIL, 2005, on-line)

E ainda, nesse mesmo anexo, a Anvisa classifica esses produtos em grau 1 e 2:

Grau 1: os produtos de grau 1 atendem ao item I da RDC n. 211, e se caracterizam por possuírem propriedades básicas ou elementares, cuja comprovação não seja inicialmente necessária e não requeiram informações detalhadas quanto ao seu modo de usar e suas restrições de uso, devido às características intrínsecas do produto.

Grau 2: os produtos de grau 2 também atendem ao item I da RDC n. 211, no entanto, possuem indicações específicas, cujas características exigem comprovação de segurança e/ou eficácia, bem como informações e cuidados, modo e restrições de uso.



Exemplificando

Alguns exemplos de produtos que constam nas listas de produtos graus 1 e 2 encontrados na RCD supracitada são:

Grau 1: água de colônia, água perfumada, perfume e extrato aromático, amolecedor de cutícula (não cáustico), aromatizante bucal, base facial/corporal (sem finalidade fotoprotetora), batom labial e brilho labial (sem finalidade fotoprotetora).

Grau 2: água oxigenada 10 a 40 volumes (incluídas as cremosas, exceto os produtos de uso medicinal), antitranspirante axilar, antitranspirante pédico, ativador/ acelerador de bronzeado, batom labial e brilho labial infantil, bloqueador solar/antissolar.

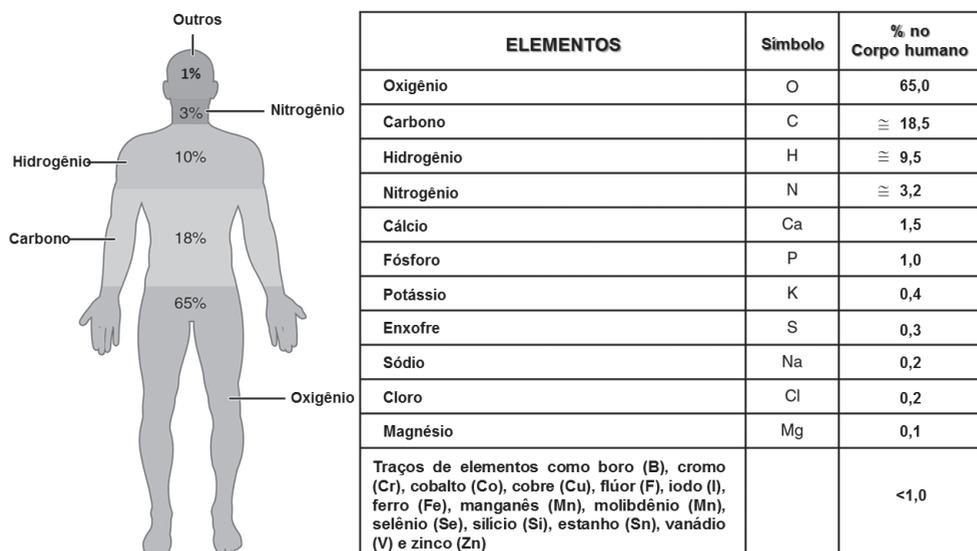
A preocupação em atender às resoluções da Anvisa, ao mesmo tempo que existe o intuito de propiciar cada vez mais produtos cosméticos de qualidade e de segurança, tem feito os fabricantes utilizarem como matéria-prima produtos orgânicos.

Mas o que são produtos orgânicos? Segundo o *site* do Ministério da Agricultura do Governo Federal, para ser orgânico, o produto deve ser cultivado em um ambiente que considere sustentabilidade social, ambiental e econômica e que valorize a cultura das comunidades rurais. A agricultura orgânica não utiliza agrotóxicos, hormônios, drogas veterinárias, adubos químicos, antibióticos ou transgênicos em qualquer fase da produção.

A utilização desse tipo de produto, isento de qualquer tipo de química, é crescente. Porém, quando pensamos no estudo desta unidade, intitulada "Química Orgânica e Funções Orgânicas", é natural associarmos o título da unidade ao termo "produto orgânico". No entanto, quando pensamos na química orgânica, logo perceberemos que o termo utilizado para esses produtos é, no mínimo, equivocado, uma vez que a química orgânica é a química dos compostos de carbono (SOLOMONS; FRYLE, 2005), isto é, o estudo dos compostos do elemento carbono e das suas propriedades características. Porém, existem algumas exceções, como o dióxido de carbono, que é um composto inorgânico. Assim sendo, os compostos orgânicos estão presentes em todos os seres vivos, independentemente da adição de algum tipo de agrotóxico. Nós, por exemplo, somos compostos orgânicos!

A Figura 3.5 apresenta um esquemático da composição química do corpo humano com aproximadamente 18,5% de carbono.

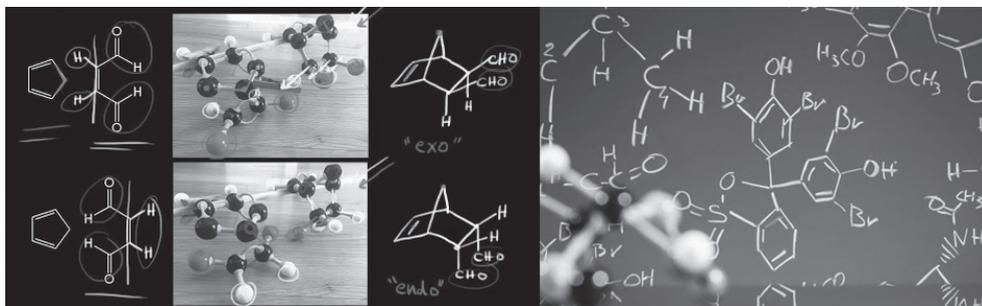
Figura 3.5 | Composição química do corpo humano



Fonte: adaptada de <<https://goo.gl/EFu8dj>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

Infelizmente, a associação desses termos faz com que haja uma certa discriminação aos estudos da química orgânica ou até mesmo da química, já que a maioria das pessoas acaba associando essas ciências somente a produtos fabricados em laboratório e que, na grande maioria, gera efeitos nocivos à saúde das pessoas e ao meio ambiente, quando, na verdade, graças ao estudo da química, temos diversos medicamentos que nos ajudam a combater diversas patologias e a criar as tecnologias das quais hoje usufruímos e que nos trazem conforto, entre outros exemplos. A química, assim como a química orgânica, não está somente presente em nosso dia a dia. Como vimos anteriormente, nós mesmos somos um produto orgânico, um produto da química orgânica. E o estudo dessas ciências nos auxilia a compreender o funcionamento do nosso próprio corpo e do universo. A Figura 3.6 traz a representação de alguns compostos orgânicos.

Figura 3.6 | Representação de alguns compostos orgânicos



Fonte: elaborada pelo autor.

Sem medo de errar

Como vimos, uma farmacêutica iniciou o desenvolvimento de um novo cosmético capilar, mas até concluir essa pesquisa e disponibilizar o produto à venda, muito trabalho será desenvolvido. Durante a fase de elaboração, muitos questionamentos foram levantados, tais como: o que são produtos orgânicos? Esse entendimento é consensual em todas as áreas? E o que são cosméticos? Como são classificados? Existe algum órgão no Brasil responsável pelas resoluções e fiscalizações das produções de cosméticos? Quais serão as próximas etapas após essa primeira fase?

Vimos anteriormente que os cosméticos são friccionados, derramados, borrifados, aplicados, introduzidos ou de outra forma aplicados ao corpo humano para limpeza, embelezamento, promoção da atratividade ou mudança da aparência.

Quanto à classificação, são classificados em graus 1 e 2 segundo a Anvisa. Vimos que esta, por sua vez, tem como missão a prevenção de agravos à saúde, a ação reguladora de garantia da qualidade de produtos e serviços que incluem a aprovação de normas e suas atualizações, bem como a fiscalização de sua aplicação.

Vimos, ainda, que definição de produtos orgânicos requer alguns cuidados, devido ao uso maciço pela mídia do termo "produto orgânico". Este termo ficou equivocadamente conhecido como um produto ou alimento isento de qualquer adição de agrotóxicos, drogas veterinárias, adubos químicos, antibióticos ou transgênicos em qualquer fase da produção.

No entanto, partindo da definição de que a química orgânica é a química dos compostos de carbono e do fato de que todos os seres vivos são produtos orgânicos (já que possuem carbono em suas composições), os hidratos de carbono, também conhecidos como **carboidratos**, como as frutas, massas, farinhas, pães, cereais, arroz, são exemplos de hidratos de **carbono**. Logo, são produtos orgânicos, mesmo que tenham sido produzidos com algum tipo de aditivo durante a produção.

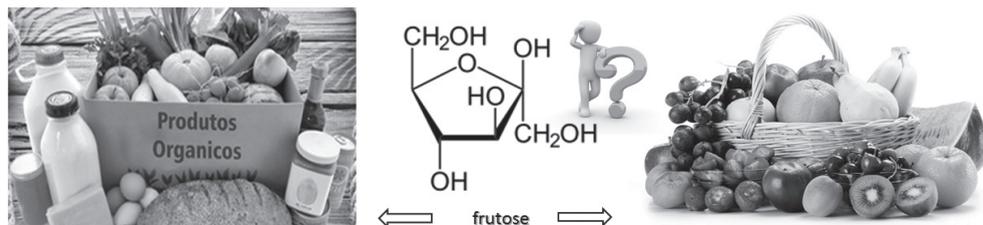


Atenção

Não se esqueça: mesmo que, a partir da visão da química orgânica, o termo "produto orgânico" não seja adequado, a forma definida pelo Ministério da Agricultura é de consenso mundial. Todos os países, quando se referem a produtos orgânicos, estão falando sobre produtos isentos de qualquer tipo de agrotóxico, como citado anteriormente.

Na Figura 3.7 fica uma reflexão: temos a fórmula estrutural da frutose, isto é, o açúcar presente nas frutas, que está representada no centro da figura. Nas extremidades, temos, à esquerda, produtos popularmente ditos orgânicos e, à direita, frutas. Segundo a estrutura da frutose, existe alguma diferença para não chamarmos os produtos à direita também de produtos orgânicos?

Figura 3.7 | E agora, o que são produtos orgânicos?



Fonte: elaborada pelo autor.

Avançando na prática

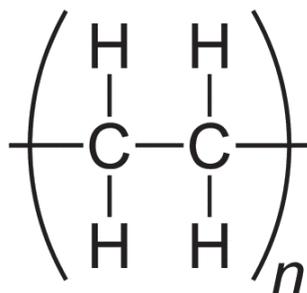
Ser ou não ser

Descrição da situação-problema

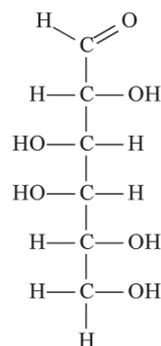
No decorrer do semestre letivo, os alunos ingressantes do curso superior de Estética e Cosmética iniciaram seus estudos da química orgânica e se depararam com a figura a seguir (Figura 3.8). Junto com a figura havia alguns questionamentos:

1. Olhando para as fórmulas estruturais dos compostos A e B, o que elas têm em comum?
2. Os dois compostos são utilizados em formulações cosméticas. Quimicamente, algum deles é um produto orgânico? Por quê?
3. Imagine-se comprando um creme hidratante que contenha a seguinte mensagem no rótulo: "Produto fabricado com produtos 100% orgânicos." O que isso significa?

Figura 3.8 | Fórmulas estruturais dos compostos A e B



A



B

Fonte: elaborada pelo autor.



Lembre-se

Comparando a definição a partir da química orgânica com a aceita mundialmente e expandida comercialmente, o termo "produto orgânico" é bem diferente.

Resolução da situação-problema

Os alunos, entusiasmados, logo começaram a responder às questões. A primeira questão ficou muito fácil de identificar: que os compostos A e B têm em comum átomos de hidrogênio (H) ligados em átomos de carbono (C). A segunda questão, os alunos, já sabendo que a química orgânica é o estudo dos compostos de carbono (C), também ficou fácil: A e B são produtos orgânicos. Mas quando chegaram à questão 3, foi preciso mais cautela, porque um cosmético ou mesmo um alimento que apresenta a palavra produto 100% orgânico, não se refere à definição sob o ângulo da química orgânica. Essa menção refere-se à definição que conhecemos e ouvimos na mídia, e que é adotada em todos os países. Um cosmético, ao ser rotulado como “produto orgânico”, significa que as matérias-primas utilizadas em sua formulação, como óleos essenciais, por exemplo, foram extraídos de fontes isentas de qualquer tipo de adição de aditivo sintético e produzidos a partir do cultivo sustentável.



Faça você mesmo

Ficou curioso para saber quem são os compostos A e B e suas aplicações? Faça uma busca na internet sobre a utilização do polietileno e do leite na formulação de cosméticos, assim você rapidamente “matará” essa curiosidade.

Faça valer a pena

1. A utilização de produtos cosméticos é conhecida desde as primeiras civilizações, e por séculos o foram em rituais religiosos, no realce da beleza, na promoção da saúde.

A _____ desses produtos era tão _____ para essas civilizações que também serviam para indicar _____ de uma sociedade e distinguir _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- a) Utilização; importante; preocupações práticas; classes sociais.
- b) Utilização; obsoleta; preocupações diárias; o comércio local.
- c) Compreensão; importante; a riqueza, classes sociais.
- d) Fabricação; desprezada; a pobreza; padrões sociais.
- e) Utilização; obsoleta; excessos; classes sociais.

2. Segundo a FDA, é uma definição ampla do que são cosméticos

somente:

- a) Produtos destinados ao corpo humano aplicados por diferentes métodos, sendo que algumas das finalidades são a limpeza do corpo e o embelezamento.
- b) Produtos friccionados no corpo humano por diferentes métodos, que têm como objetivo a mudança da aparência.
- c) Produtos borrifados no corpo humano que têm como objetivo a promoção da atratividade e a mudança da aparência.
- d) Produtos introduzidos no corpo humano por métodos cirúrgicos cuja finalidade é a promoção da autoestima.
- e) Produtos derramados no corpo humano por vazão, sendo que algumas das finalidades são a hidratação da pele e a limpeza do corpo.

3. Assinale a alternativa que apresenta o órgão ou instituição responsável por fiscalizar a produção de cosméticos e prevenir agravos à saúde no Brasil:

- a) FDA.
- b) RDC.
- c) Ministério da Saúde.
- d) Anvisa.
- e) INSS.

Seção 3.2

Química orgânica e suas aplicações

Diálogo aberto

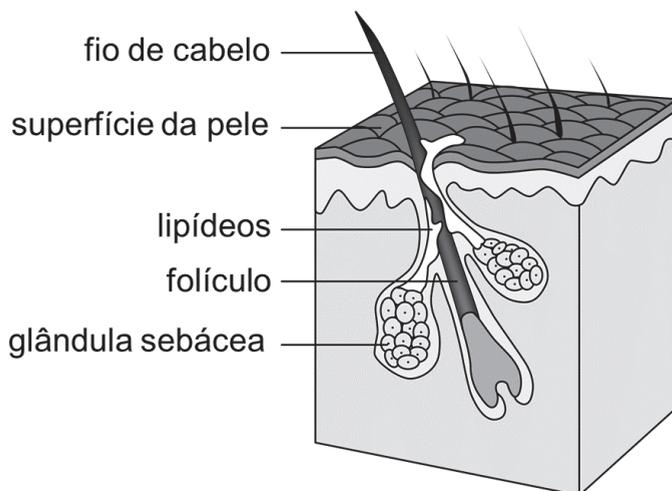
Na primeira seção, estudamos sobre os produtos orgânicos e o emprego em formulações cosméticas. Você aprendeu que existem diferentes definições para o termo “produtos orgânicos” ou “alimentos orgânicos”. Na definição partir do ponto de vista da química orgânica, os produtos orgânicos são compostos pelo elemento carbono e, dessa forma, qualquer ser vivo, como seres humanos, animais, vegetais, frutas, entre outros, são produtos orgânicos, assim como o petróleo e qualquer outro composto que tenha o elemento carbono em sua composição, salvo algumas exceções como o dióxido de sódio e o bicarbonato.

Quando a definição parte de instituições governamentais, de produtos encontrados nas prateleiras e disseminados na mídia, produtos orgânicos são aqueles que não possuem nenhuma adição de ativos, como os agrotóxicos, e que durante sua produção respeitam-se as formas de cultivo sustentável, politicamente e socialmente corretos. Adicionalmente, aprendemos que para um cosmético chegar ao consumidor, algumas etapas são necessárias, como a elaboração do conceito, os parâmetros de definição, o desenvolvimento da formulação, os testes em voluntários, assim como os testes determinados pela legislação de eficácia, segurança, validade e testes clínicos e, por fim, a comercialização.

Mas ainda há muito o que se aprender. Assim, iniciamos mais uma etapa, acompanhando a rotina de uma farmacêutica que está liderando o seu primeiro projeto de pesquisa e desenvolvimento formulando um novo cosmético capilar.

Nesse momento, é importante conhecer um pouco mais da química orgânica e dos compostos orgânicos para compreender os parâmetros que serão utilizados para definir os produtos. Mas quais são as aplicações dos compostos orgânicos? E na área de formulações de cosméticos, como esses compostos orgânicos são utilizados? Nos conteúdos a serem abordados nesta seção, vamos compreender um pouco mais sobre os compostos orgânicos e suas aplicações em diversas áreas, dando ênfase principalmente na utilização dos cosméticos. Para isso, iniciemos com a Figura 3.9, que mostra a estrutura do bulbo capilar.

Figura 3.9 | Estrutura do bulbo capilar



Fonte: elaborada pelo autor.

Não pode faltar

A química orgânica é estudada por muitos estudantes, cientistas, farmacêuticos, químicos e outros profissionais, e o mais importante nesses estudos é que seus resultados impactam diretamente nossas vidas diárias. A química orgânica é definida como o estudo de compostos de carbono, ou como o estudo das substâncias encontradas em organismos vivos. Já vimos que essas definições não são exatamente perfeitas, já que temos o dióxido de carbono como uma das exceções. No entanto, em nossos estudos, partiremos dessa definição.

A compreensão das moléculas orgânicas nos ajuda a compreender o funcionamento dos seres vivos, assim como o funcionamento de muitos medicamentos e materiais, deixando evidente a importância desses estudos. Todos os alimentos que consumimos são compostos por moléculas orgânicas essenciais para o funcionamento do nosso corpo. No entanto, a química orgânica não estuda somente compostos para essa finalidade. Alguns compostos orgânicos são sintetizados por reações químicas, isto é, são produzidos pelo homem. Um desses produtos são os polímeros, normalmente conhecidos como plásticos (Figura 3.10).

Figura 3.10 | Produtos fabricados com polímeros



Fonte: elaborada pelo autor.

Os polímeros são formados por longas cadeias de carbono, e há muitos desses materiais em nossas vidas, como os plásticos, os acrílicos e até mesmo o nylon, utilizado na fabricação de roupas e meias-calças.

Esses são alguns exemplos de compostos orgânicos produzidos pelo homem, mas e na natureza, temos um polímero natural?

Sim, a borracha é, provavelmente, o polímero natural mais famoso, que é extraído das seringueiras. Mas os plásticos, mesmo que totalmente feitos pelo homem, contêm moléculas de hidrocarbonetos que originalmente vieram de plantas e animais.



Assimile

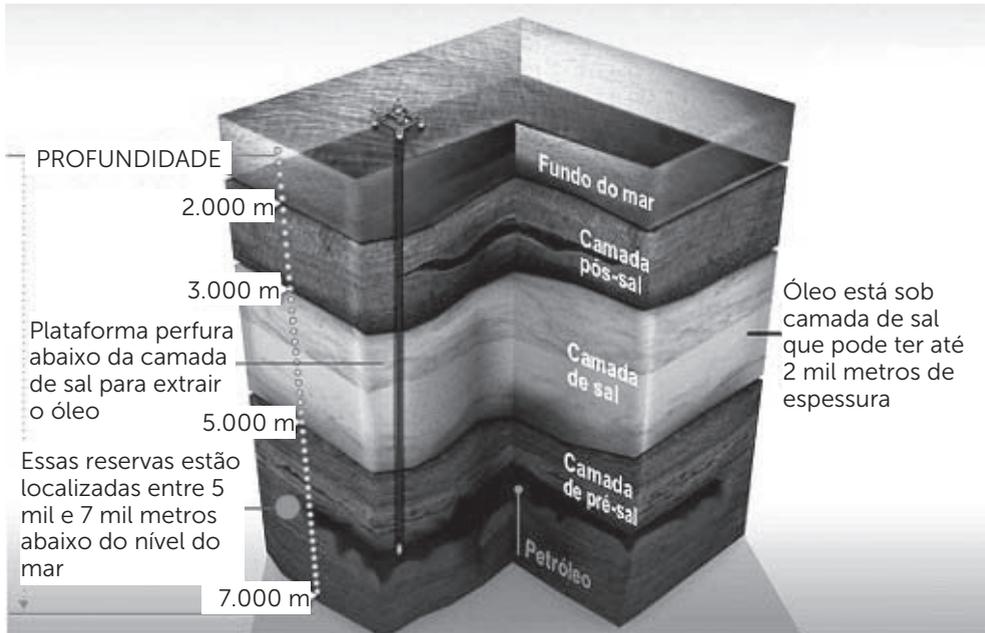
Cravo-da-índia, extrato de casca de canela, assim como a gasolina e o diesel são exemplos de produtos orgânicos.

Uma das aplicações mais importantes da química orgânica e dos compostos orgânicos é o refino do petróleo. O petróleo e seus derivados movimentam toda a economia da sociedade moderna. A partir do craqueamento do petróleo obtemos gasolina, óleo diesel e matérias-primas para a formulação dos plásticos, detergentes, corantes, dentre outros.

Mas como o petróleo bruto é um exemplo de química orgânica?

O petróleo é formado da deposição de restos de plantas e animais mortos, no fundo dos mares e lagos, cobertos por camadas de sedimentos durante milhões de anos. Sob as profundezas dos mares, o petróleo é formado através da ação da temperatura, da elevada pressão das camadas de sedimentos e do volume de água. A Figura 3.11 apresenta um esquemático que mostra as camadas da superfície do mar até o petróleo.

Figura 3.11 | Extração de petróleo



Fonte: <<http://goo.gl/0Sii5c>>. Acesso em: 13 ago. 2016.



Refleta

A gasolina ainda é um dos principais combustíveis utilizados nos automóveis. No entanto, existem diversos estudos sobre seus efeitos nocivos a nossa saúde e ao meio ambiente. Entre a gasolina e o diesel, qual desses combustíveis você acredita ser o maior poluente?

Uma série de produtos químicos orgânicos são originados a partir da nafta, que é obtida através da destilação fracionada do petróleo, como várias drogas, plásticos, tintas, adesivos, fibras, detergentes, borracha sintética e produtos químicos agrícolas. Porém, além das indústrias de refino do petróleo e petroquímicas, os compostos orgânicos são utilizados nas indústrias farmacêuticas, de biotecnologia e química. A biotecnologia, por exemplo, é uma área da biologia aplicada, que envolve o uso de organismos vivos e bioprocessos para criar ou modificar produtos para um uso específico.

O cultivo de plantas é tido como um dos primeiros exemplos da biotecnologia e o precursor da engenharia genética moderna e tecnologias de células e cultura de tecidos. Praticamente todos os produtos de biotecnologia são resultados da química orgânica. A biotecnologia é empregada na agricultura, na produção de óleos vegetais, nos cuidados da saúde e em aplicações ambientais.



Exemplificando

Um exemplo do emprego da química orgânica e da biotecnologia é a produção de sementes resistentes a determinadas doenças e plantas que são resistentes à seca. No entanto, não há um consenso da comunidade científica no que se refere à segurança para a nossa saúde em relação ao consumo e plantio desses alimentos modificados geneticamente.

A Figura 3.12 apresenta um símbolo que tem sido cada vez mais comum no Brasil, em embalagens de grãos de milho, óleos de soja, alimentos infantis à base de leite e soja, batatas fritas processadas, salsichas enlatadas, sopas instantâneas, macarrões instantâneos, alimentos para dietas, formulações não lácteas à base de proteína de soja, hambúrgueres e até em biscoitos cobertos de chocolate.

Figura 3.12 | Símbolo de produtos transgênicos



Fonte: elaborada pelo autor.



Pesquise mais

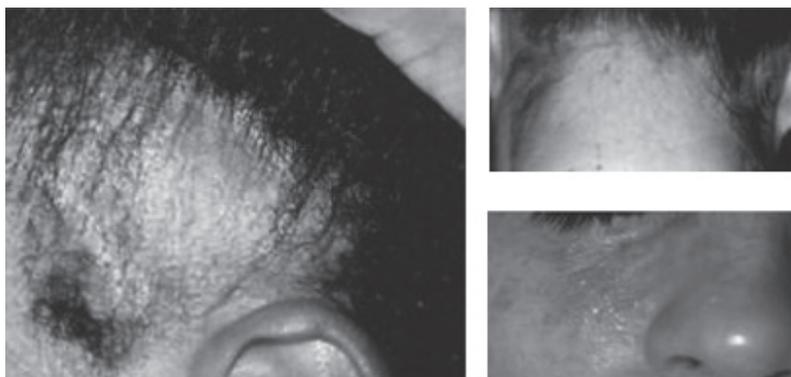
O artigo a seguir apresenta uma discussão sobre a relação entre a segurança alimentar e o consumo dos alimentos geneticamente modificados, já que a biotecnologia e a engenharia genética hoje são encaradas como a segunda revolução verde:

CAVALLI, Suzi Barletto. Segurança alimentar: a abordagem dos alimentos transgênicos. **Rev. Nutri.**, n. 14, p. 41-46, Campinas 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v14s0/8762.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

A indústria de beleza e cosméticos também investe bilhões de dólares anuais na pesquisa e no desenvolvimento de novos cosméticos. Entre os compostos orgânicos mais utilizados nos produtos cosméticos que utilizamos destacam-se a utilização de aldeídos, como o metanal, que, em formulação aquosa, é denominado formol. O metanal, também conhecido como ácido fórmico ou formaldeído, é um gás incolor em temperatura ambiente, irritante e de cheiro característico. Quando

em solução aquosa a 40%, forma o tão conhecido formol, utilizado, inicialmente, na conservação de cadáveres. A Anvisa permite a utilização de formol em alguns cosméticos, mas em baixas concentrações, como em endurecedores de unha (concentração máxima de 5%) e cosméticos capilares (máximo de 2%). No entanto, algumas pessoas fazem o uso do formol em concentrações acima de 37% em tratamentos de alisamento capilar, o que é proibido por lei, já que podem levar ao desenvolvimento de cânceres e até a morte. A Figura 3.13 apresenta imagens de queimaduras provocadas pela utilização de formol em tratamentos de alisamento acima das concentrações permitidas pela Anvisa.

Figura 3.13 | Queimaduras pela utilização de formol em tratamentos capilares



Fonte: <<http://www.amoscsmeticos.com.br/quais-os-riscos-do-uso-indevido-do-formol/>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

No entanto, diversos produtos orgânicos são utilizados nas formulações dos mais variados cosméticos e, seguindo as resoluções adotadas pela FDA e, no Brasil, pela Anvisa, esses produtos são seguros e não trazem prejuízos à saúde quando utilizados adequadamente. O Quadro 3.1 apresenta alguns produtos orgânicos utilizados em formulações de cosméticos.

Quadro 3.1 | Produtos orgânicos empregados em produtos cosméticos

| COMPOSTOS ORGÂNICOS | APLICAÇÃO |
|-------------------------------|---|
| Etanoato de butila | Solvente usado em esmaltes de unhas. |
| Hidroxitolueno butilado (BHT) | Antioxidante utilizado para reduzir a taxa com que um cosmético se oxida e muda de cor. |
| Formaldeído | Desinfetante e conservante em uma variedade de produtos como sabonetes, desodorantes, cremes de barbear, xampus e esmaltes. |
| Dietanolamina (DEA) | Emulsificantes e agentes espumantes em produtos como xampus, cremes de barbear e hidratantes. |
| Tolueno | Tem ação solvente para melhorar a aderência e adicionar brilho em tinturas de cabelo e esmaltes. |
| Alcatrão de hulha | Utilizado em cosméticos para dissolver as células mortas da pele, controlar coceiras e descamação no corpo. |

(continua)

| | |
|------------------------|---|
| Acetato de chumbo (II) | Utilizado na fabricação de creme dental, e também é adicionado como um ingrediente em alguns batons e em tinturas de cabelo masculinas. |
| Ftalatos | Usado para manter a cor e a essência em esmaltes, perfumes e <i>sprays</i> de cabelo. |
| Laurilsulfato de sódio | Utilizado como agente de limpeza em xampu. |
| Isopropanol | Utilizado para dissolver tinturas de cabelo. |

Fonte: elaborado pelo autor.

A maioria dos produtos químicos orgânicos utilizados nos cosméticos é segura e traz benefícios a nossa saúde. No entanto, alguns deles são considerados tóxicos e nocivos. Assim, faz-se necessário utilizar os produtos sempre com a orientação de profissionais capacitados, como dermatologistas e farmacêuticos.

Sem medo de errar

Colocando-se no lugar de uma farmacêutica que está liderando o seu primeiro projeto de pesquisa e desenvolvimento para formular um novo cosmético capilar, é importante que você conheça um pouco mais da química orgânica e dos compostos que podem ser utilizados na produção de cosméticos capilares.

Você pesquisou e aprendeu que a maioria dos produtos utilizados em cosméticos são compostos orgânicos, e essa indústria investe bilhões de dólares anualmente em inovações, pesquisas e desenvolvimento. Em cosméticos capilares, é comum a utilização de alguns compostos orgânicos, como pode ser observado no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 | Compostos orgânicos utilizados em cosméticos capilares

| COMPOSTOS ORGÂNICOS UTILIZADOS EM COSMÉTICOS CAPILARES |
|--|
| Formaldeído |
| Dietanolamina (DEA) |
| Tolueno |
| Acetato de chumbo (II) |
| Ftalatos |
| Laurilsulfato de Sódio |
| Isopropanol |
| Cocoamida (DEA) |
| Nonoxinol |
| Palmistamida MEA |
| Polissorbato 20 |

Fonte: elaborado pelo autor.



Atenção

A utilização desses e de qualquer produto químico, seja ele orgânico ou não, é regulamentada pela Anvisa.

Os estudos desses conteúdos foram importantes para que você compreendesse o quão imprescindível é o estudo da química orgânica em nosso cotidiano, seja na fabricação de um produto, de um novo medicamento, no desenvolvimento de vacinas e até mesmo na cura de muitas doenças. A partir desse conhecimento, vamos aprofundar nossos estudos das classificações e nomenclaturas dos compostos orgânicos para que seja possível entendermos suas funções nas mais diversas utilizações.

Avançando na prática

Fabricando em casa

Descrição da situação-problema

Uma manicure atende, em média, oito clientes por dia em um pequeno salão na frente de sua casa. Devido ao aumento dos preços dos produtos cosméticos, como esmaltes e removedores, ela resolveu pesquisar na internet maneiras de fabricar alguns desses produtos. Em suas pesquisas, a manicure percebeu o que ela, de forma intuitiva, já sabia: que um dos removedores mais utilizados e de baixo custo é a acetona, um composto orgânico. No entanto, a acetona, que é um solvente orgânico volátil, libera vapores inflamáveis que, ao serem inalados, provocam irritações nas mucosas nasais e oculares, além de causar outros problemas como ressecamento da pele, inflamações e dermatites. Pesquisando mais um pouco, a manicure encontrou uma receita caseira à base de álcool etílico e açúcar refinado. Testando a mistura em suas próprias unhas, percebeu que a formulação realmente funcionava. Animada, no dia seguinte, a profissional colocou na porta de seu salão: "Manicure e pedicure: removedores 100% naturais, sem química!".



Lembre-se

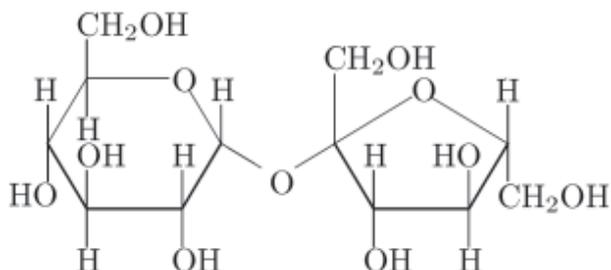
Existem entendimentos diferentes do que são produtos orgânicos a partir da química orgânica e do conceito utilizado em alimentos e cosméticos.

Por coincidência, o filho mais velho da manicure estava iniciando seus estudos da química orgânica na faculdade e logo quis ver a formulação do removedor. Como o estudante pode classificar o açúcar refinado e o álcool etílico?

Resolução da situação-problema

No Brasil, o açúcar refinado é produzido a partir da cristalização do caldo de cana e, segundo a legislação brasileira, é composto por 98,5% de sacarose, que é um dissacarídeo composto por glicose e frutose. A molécula de sacarose é um composto orgânico cuja representação química está representada na Figura 3.14.

Figura 3.14 | Representação química da molécula de sacarose



Fonte: elaborada pelo autor.



Faça você mesmo

O site a seguir mostra um objeto interativo muito interessante, que simula a compra de produtos orgânicos, definidos segundo a química orgânica:

PUC-RS. **Comprando compostos orgânicos no supermercado.** Disponível em <http://www.pucrs.br/quimica/professores/arigony/super_jogo3.html>. Acesso em: 13 ago. 2016.

O álcool etílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) também é um composto orgânico, obtido da fermentação de açúcares. O único erro cometido pela manicure foi o uso da expressão "sem química", já que tanto o açúcar refinado quanto o álcool etílico são exatamente produtos químicos orgânicos.

Faça valer a pena

1. Leia atentamente as afirmações a seguir:

I. O petróleo é formado da deposição de restos de plantas e animais mortos, no fundo dos mares e lagos, cobertos por camadas de sedimentos durante milhões de anos.

II. O petróleo é formado por meio da ação da temperatura e elevada pressão das camadas de sedimentos e do volume de água.

III. O petróleo é uma mistura complexa de compostos orgânicos,

sendo que os principais são os hidrocarbonetos.

Assinale a alternativa correta quanto às afirmações:

- a) As afirmações I, II e III são corretas.
- b) As afirmações II e III são corretas.
- c) As afirmações I e III são corretas.
- d) Apenas a afirmação I é correta.
- e) Apenas a afirmação III é correta.

2. A partir da destilação fracionada do petróleo se obtém a nafta, que é utilizada como matéria-prima para uma série de produtos químicos orgânicos.

Assinale a única alternativa que apresenta um produto fabricado a partir da nafta extraída do petróleo:

- a) Etileno.
- b) Carboidratos.
- c) Proteínas.
- d) Aminoácidos.
- e) Cloreto de sódio.

3. A _____ é uma área da _____ aplicada, que envolve o uso de _____ e _____ para criar ou modificar produtos para um uso específico.

Assinale a alternativa que preencha as lacunas corretamente:

- a) Química orgânica; química; plantas; bioprocessos.
- b) Biotecnologia; biologia; organismos vivos; bioprocessos.
- c) Física molecular; biologia; movimentos; processos.
- d) Química inorgânica; química; polímeros; processos mecânicos.
- e) Biotecnologia; biologia; produtos do petróleo; processos químicos.

Seção 3.3

Funções orgânicas e nomenclaturas dos compostos orgânicos: hidrocarbonetos

Diálogo aberto

Vamos iniciar agora mais uma seção da disciplina de Química, dando enfoque nos estudos da química orgânica. No primeiro momento, estudamos a importância da química orgânica no nosso dia a dia e compreendemos que sem o estudo da química e da química orgânica a sociedade não teria chegado ao desenvolvimento de hoje. Na segunda seção, foi possível entendermos a dimensão da importância da química orgânica e compreendemos que a utilização de muitos compostos orgânicos é controlada pela Anvisa no Brasil. A Anvisa determina quais são os compostos liberados e proibidos na produção de vários produtos. No caso dos cosméticos, é possível ter acesso a esses produtos e às quantidades máximas permitidas para uma determinada aplicação. Você se lembra, por exemplo, da quantidade máxima de formol permitida pela Anvisa, que pode ser utilizado em cosméticos capilares? É importante lembrar! Agora é o momento de voltarmos a acompanhar a rotina de uma farmacêutica, líder de uma equipe responsável por desenvolver um novo cosmético capilar.

Já sabemos que deve-se tomar cuidado com a rotulagem do cosmético, principalmente com o termo "produto orgânico". Anteriormente, identificamos os principais compostos orgânicos utilizados nestas formulações. Neste momento, a equipe trouxe alguns rótulos de cosméticos já produzidos pela companhia (Figura 3.15).

Figura 3.15 | Formulação de cosmético capilar

Composição: Cetearyl Alcohol, Glycerin, Cetrimonium Chloride, Lanolin, Methylchloroisotiazolinona e Methylisotiazolinona, Aqua, BHT, Citric Acid, Corante CI -19140/42090, Parafinum Liquidum, Dimethiconol and TEA - dodecylbenzenesulfonate, Poliquaternium 7, Fragrance, Ricinus Communis Oil, Cyclopentasilosano, Keratin, Unica Dioica Extract, Mentha Arvensis Extract, Aloe Barbadensis Extract, Rosmarinus officilis Extract, Arnica Montana Extract, Arctium Lappa Extract, Melissa Officinalis Extract, Pilocarpus Pennatifolius Extract, Symphytum Officinale Leaf Extract, Equisetum Arvense Extract, Quillaia Saponaria Extract, Pflaffia Paniculata Extract.

Fonte: elaborada pelo autor.

Nessa composição, a maioria dos produtos utilizados são compostos orgânicos, como o glicerol (*glycerin*), lanolina (*lanolin*), hidroxitolueno butilado (BHT), parafina líquida (*parafinum liquidum*), entre outros. A parafina líquida é obtida a partir do petróleo, e também é conhecida como óleo mineral. Como esse composto orgânico é classificado? Qual sua fórmula molecular? Por que esses produtos são utilizados em muitos cosméticos para cabelo? Nesta seção, vamos conhecer as regras de nomenclatura dos compostos orgânicos e como eles são classificados. O estudo contribuirá para que você seja capaz de conhecer e compreender os conceitos básicos da área química necessários para sua formação profissional.

Bons estudos!

Não pode faltar

Nos estudos que envolvem a química orgânica, a identificação e descoberta de novos compostos sempre foi crescente. Assim, em 1919, foi criada a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), um órgão não governamental dedicado aos estudos e avanços da química orgânica.

Devido às novas descobertas de compostos orgânicos e ao fato de que muitos desses compostos são isômeros, a IUPAC estabeleceu um sistema de regras mundialmente aceito que classifica e nomeia os compostos orgânicos.

Assim como cada composto possui uma estrutura molecular única, que pode ser designada por uma fórmula estrutural, a cada composto é atribuído um nome único e característico. Atualmente, utilizam-se as recomendações da IUPAC de 1993, que é um conjunto de regras lógicas elaboradas e utilizadas pelos químicos orgânicos para contornar os problemas causados pela nomenclatura arbitrária.

Conhecendo essas regras, dada uma fórmula estrutural de um composto orgânico, é possível identificá-lo por um nome único e exclusivo, da mesma forma que, se informada a nomenclatura IUPAC de um composto, é possível escrever sua respectiva fórmula estrutural.

Além disso, os compostos orgânicos são divididos em grupos a partir do seu comportamento químico e pela presença de agrupamentos atômicos em suas estruturas. Estes grupos são denominados **funções orgânicas** e os compostos são divididos em: hidrocarbonetos, álcoois, ácidos carboxílicos, aldeídos, cetonas, ésteres, éter, fenóis, amino-fenóis, entre outros.

Em geral, a nomenclatura da IUPAC apresenta três características essenciais:

- Um prefixo, que indica a cadeia/anel de átomos de carbono na estrutura molecular.

- Um infixo, que indica a quantidade de saturação na cadeia/anel de carbono.
- Um sufixo, que indica o grupo funcional presente no composto orgânico.

Quadro 3.3 | Nomenclatura IUPAC

| Prefixo: Número de átomos de carbono (C) | Infixo: Saturação na cadeia | Sufixo: Grupo funcional |
|---|--|---|
| 1 C = MET | Saturadas = AN | Hidrocarboneto = O |
| 2 C = ET | Insaturadas: 1 dupla = EN 2 duplas = DIEN 3 duplas = TRIEN 1 tripla = IN 2 triplas = DIIN 3 triplas = TRIIN 1 dupla + 1 tripla = ENIN | Álcool = OL |
| 3 C = PROP | | Ácido carboxílico = OICO |
| 4 C = BUT | | Aldeído = AL |
| 5 C = PENT | | Cetona = ONA |
| 6 C = HEX | | |
| 7 C = HEPT | | |
| 8 C = OCT | | |
| 9 C = DEC | | Éster = O + ATO de + R' + A R' é igual ao nome do radical. |

Fonte: elaborado pelo autor.



Assimile

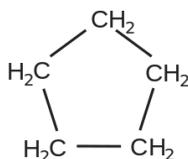
Isômeros são compostos que apresentam a mesma forma molecular, apesar de serem compostos diferentes. A diferença está no grupo funcional. Exemplo: a fórmula estrutural para o n-butano e metilpropano é C_4H_{10} .

No entanto, existem duas exceções com relação à nomenclatura apresentada no Quadro 3.1, nas quais adota-se uma palavra antes do prefixo:

1. Em compostos que possuem cadeia fechada, coloca-se a palavra **ciclo**.
2. Em compostos do grupo dos ácidos carboxílicos, adota-se a palavra **ácido**. São exemplos dessas exceções o ciclopentano e o ácido metanoico (Figura 3.16).

Figura 3.16 | Nomenclatura de compostos orgânicos (exceções)

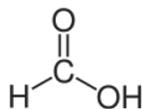
Ciclopentano



Ciclo + pent (5 C) + an (apenas ligações simples entre C) + o (hidrocarboneto)

(continua)

Ácido metanoico



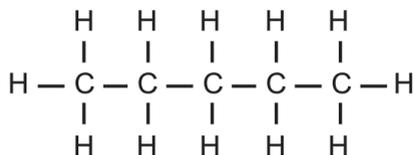
Ácido + met (1 C) + an (ligações simples entre C) + oico

Fonte: elaborada pelo autor.

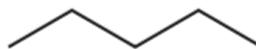
Os hidrocarbonetos são compostos orgânicos formados apenas por átomos de carbono e hidrogênio, e a grande maioria advém naturalmente do petróleo bruto. Assim como todos os outros compostos orgânicos, os hidrocarbonetos podem ser classificados em diversas maneiras:

Aberta ou **acíclica** ou **alifática** – a cadeia é linear, isto é, não se fecha em um ciclo. Exemplo: pentano (Figura 3.17).

Figura 3.17 | Representações das diferentes fórmulas químicas do pentano



Fórmula estrutural plana



Fórmula por traços



Fórmula estrutural simplificada
ou condensada

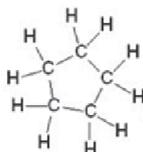


Fórmula molecular

Fonte: elaborada pelo autor.

Fechada ou **cíclica** – a cadeia se fecha em um ciclo. Exemplo: ciclopentano (Figura 3.18).

Figura 3.18 | Representações das diferentes fórmulas químicas do ciclopentano

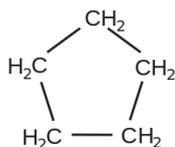


Fórmula estrutural



Fórmula por traços

(continua)



Fórmula estrutural simplificada
ou condensada

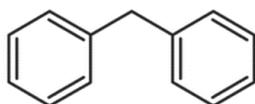


Fórmula molecular

Fonte: elaborada pelo autor.

Cadeias mistas – apresentam, ao mesmo, tempo cadeias aberta e fechada.
Exemplo: difenilmetano.

Figura 3.19 | Representações das diferentes fórmulas químicas do difenilmetano



Fórmula por traços



Fórmula molecular

Fonte: elaborada pelo autor.

Outra classificação é quanto à presença de insaturações. Quando o composto orgânico apresenta somente ligações simples entre os átomos de carbonos, ele é denominado composto orgânico **saturado**. Caso o composto apresente no mínimo uma ligação dupla ou tripla entre os átomos de carbono, denominamos composto orgânico **insaturado**. A Figura 3.20 apresenta alguns exemplos de hidrocarbonetos saturados e insaturados, nas quais também é possível observarmos que todos são formados por apenas átomos de carbono e hidrogênio.

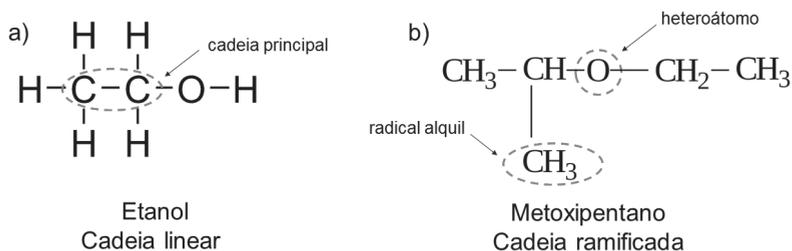
Figura 3.20 | Exemplos de hidrocarbonetos saturados e insaturados

| SATURADOS | INSATURADOS |
|---|---|
| CH_4 | C_2H_2 |
| $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ | $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ |
| C_3H_8 | C_4H_6 |
| $\begin{array}{ccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} & & \\ & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \end{array}$ | $\begin{array}{ccccccc} & & & \text{H} & \text{H} & & \\ & & & & & & \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} & & & & \\ & & & & & & \\ & & \text{H} & \text{H} & & & \end{array}$ |

Fonte: elaborada pelo autor.

Os compostos orgânicos também podem ser classificados de acordo com os átomos da cadeia principal, isto é, quando a cadeia principal é formada por apenas átomos de carbono, ela é denominada **homogênea** (Figura 3.21a). No entanto, quando existe um átomo de outro elemento químico (heteroátomo) dividindo a cadeia principal, a cadeia é denominada **heterogênea** (Figura 3.21b). Em relação à presença de radicais alquila, também chamados de alcoíla, alquil ou alquilo (C_nH_{2n+1}), a cadeia que não apresenta radical é considerada **normal, reta** ou **linear** (Figura 3.21a), enquanto que as que possuem radicais são consideradas **ramificadas** (Figura 3.21b).

Figura 3.21 | Exemplos de cadeia homogênea (a) e heterogênea (b)



Fonte: elaborada pelo autor.



Pesquise mais

O artigo a seguir apresenta um estudo que aborda o desenvolvimento de cânceres em trabalhadores expostos a substâncias carcinogênicas:

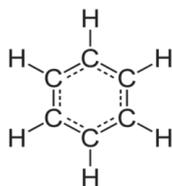
CHAGAS, Carolina Costa. Câncer relacionado ao trabalho: uma revisão sistemática. **Cad. Saúde Colet.**, 21 (2), p. 209-223, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cadsc/v21n2/17.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

Além dessas classificações, os compostos orgânicos de cadeia fechada recebem, adicionalmente, outras classificações:

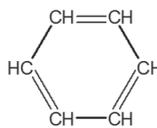
Cadeia aromática – existe a presença de no mínimo um anel ou núcleo benzênico na cadeia (Figura 3.22).

Alícíclica não aromática – não existe a presença do núcleo benzênico (Figura 3.23).

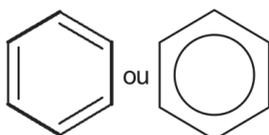
Figura 3.22 | Benzeno (cadeia aromática)



Fórmula estrutural



Fórmula estrutural simplificada



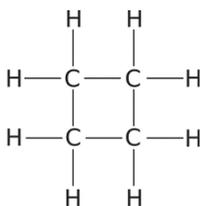
Fórmula por traços



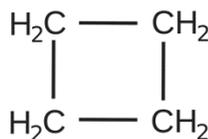
Fórmula molecular

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 3.23 | Ciclobutano (cadeia alicíclica não aromática)



Fórmula estrutural



Fórmula estrutural simplificada



Fórmula por traços



Fórmula molecular

Fonte: elaborada pelo autor.



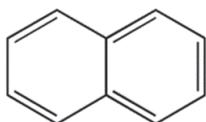
Refleta

Associe as diferentes fórmulas que podemos utilizar para fazer a representação de um composto orgânico.

As cadeias orgânicas também são classificadas de acordo com o tipo de conexão entre os anéis aromáticos e a quantidade dos núcleos. Quando estão conectadas diretamente por seus carbonos, são denominadas **aromáticos condensados**. No entanto, quando os anéis aromáticos estão conectados de forma isolada por apenas um de seus carbonos, são denominadas **aromáticos isolados**. Um composto com apenas um anel aromático na cadeia principal é denominado **mononucleado**, enquanto que um composto com mais de um núcleo é classificado como **polinucleado**. O benzeno é um exemplo de composto orgânico de cadeia mononucleada, o naftaleno é de um composto condensado e mononucleado (3.24a) e o peróxido de benzoíla é um exemplo de composto aromático de cadeia isolada (3.24b).

Figura 3.24 | Naftaleno e peróxido de benzoíla

a)

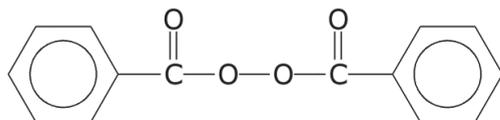


Fórmula estrutural por traços

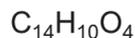


Fórmula molecular

b)



Fórmula estrutural simplificada



Fórmula molecular

Fonte: elaborada pelo autor.

Os hidrocarbonetos podem ser gases (metano e propano), líquidos (hexano e benzeno), ceras ou sólidos de baixo ponto de fusão (parafina e naftaleno) além de polímeros (polietileno, polipropileno e poliestireno). Ainda de acordo com a IUPAC, os hidrocarbonetos são divididos em: alcanos, alcenos, alcinos, alcadienos, cicloalcanos e cicloalcenos. A Tabela 3.1 apresenta algumas dessas variações de alguns hidrocarbonetos, a quantidade de carbono e a fórmula geral.

Tabela 3.1 | Nomenclatura de alguns hidrocarbonetos

| HIDROCARBONETOS | | | | | |
|-------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| Divisão | Alcanos | Alcenos | Alcinos | Cicloalcanos | Alcadienos |
| Fórmula geral | $C_n H_{2n+2}$ | $C_n H_{2n}$ | $C_n H_{2n-2}$ | $C_n H_{2n}$ | $C_n H_{2n-2}$ |
| Tipo de Ligação | SIMPLES | DUPLA | TRIPLA | SATURADA | DUAS DUPLAS |
| Número de carbono | | | | | |
| 1 | Metano | -- | -- | -- | -- |
| 2 | Etano | Eteno | Etino | -- | -- |
| 3 | Propano | Propeno | Propino | Propano | Propadieno |
| 4 | Butano | Buteno | Butino | Butano | Butadieno |
| 5 | Pentano | Penteno | Pentino | Pentano | Pentadieno |
| 6 | Hexano | Hexeno | Hexino | Hexano | Hexadieno |
| 7 | Heptano | Hepteno | Heptino | Heptano | Heptadieno |
| 8 | Octano | Octeno | Octino | Octano | Octadieno |

(n = número de átomos de carbono presentes na molécula).

Fonte: elaborada pelo autor.

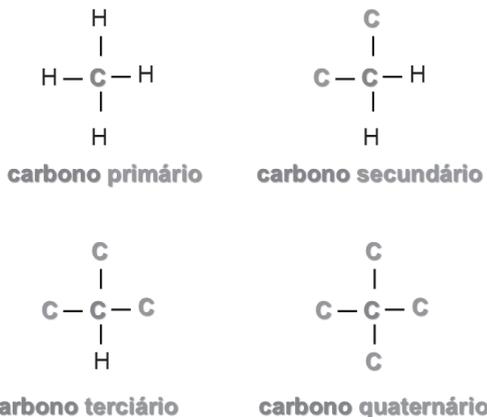


Exemplificando

O metano, por exemplo, possui apenas um átomo de carbono. Assim, utilizando a fórmula geral dos alcanos igual a $C_n H_{2n+2}$, sendo n igual ao número de carbono, temos: $n = 1$, $C_1 + H_{(2 \times 1 + 2)} = C_1 H_4 = CH_4$.

No entanto, os átomos de carbono de uma cadeia carbônica também são classificados de acordo com a quantidade de ligações que fazem com outros átomos de carbono (Figura 3.25).

Figura 3.25 | Classificação dos átomos de carbono



Fonte: elaborada pelo autor.

Avançando na prática

A similaridade entre a manicure e o sapateiro

Descrição da situação-problema

Semanalmente ou quinzenalmente, muitas mulheres vão até a manicure para fazer as unhas e escolher um belo esmalte. Não exatamente com a mesma frequência, também é comum homens e mulheres levarem aquele calçado surrado que precisa de uma boa reforma em um sapateiro. Pensando no material de trabalho desses profissionais, o que a cola de sapateiro tem em comum com os esmaltes utilizados em manicures (Figura 3.27)?

Figura 3.27 | O que esses produtos têm em comum?



Fonte: elaborada pelo autor.



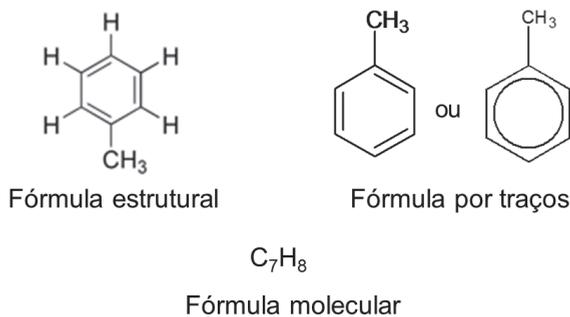
Lembre-se

Muitos compostos orgânicos são utilizados em diferentes aplicações, principalmente os compostos orgânicos.

Resolução da situação-problema

Ambos os produtos, esmaltes e cola de sapateiro, possuem em comum o tolueno, que é utilizado nesses produtos como solvente. No esmalte, esse solvente atua como fixador. O tolueno é um hidrocarboneto aromático mononuclear altamente volátil, tóxico, inflamável e potencialmente nocivo à nossa saúde quando ingerido ou inalado. A Figura 3.28 apresenta as diferentes representações desse composto orgânico.

Figura 3.28 | Tolueno



Fonte: elaborada pelo autor.



Faça você mesmo

Pesquise outros produtos que utilizam tolueno em sua composição.

Faça valer a pena

1. Assinale a alternativa que apresenta a sigla correta da instituição criada em 1919 dedicada aos estudos e avanços da química orgânica:

- IUPAC.
- Anvisa.
- UIQPA.
- SBQ.
- CRQ.

2. Leia atentamente as afirmações a seguir:

I. O sistema de nomenclaturas da IUPAC é um conjunto de regras lógicas elaborados e utilizado pelos químicos orgânicos.

II. Os compostos orgânicos são divididos em grupos a partir do seu comportamento químico e pela presença de agrupamentos atômicos em suas estruturas.

III. Os hidrocarbonetos são compostos orgânicos formados por apenas átomos de carbono e hidrogênio.

Entre as afirmações, assinale a alternativa correta:

- As afirmações I, II e III estão corretas.
- Apenas as afirmações II e III estão corretas.

- c) As afirmações I e II estão corretas.
- d) Apenas a afirmação III está correta.
- e) Apenas as afirmações I e III estão corretas.

3. O pentano é um hidrocarboneto utilizado em diversas aplicações na indústria. Adotando as regras da IUPAC, assinale a alternativa que apresenta a quantidade de carbonos e o tipo correto de ligação entre esses átomos:

- a) Quatro átomos de carbono e ligações simples.
- b) Cinco átomos de carbono e ligações simples.
- c) Quatro átomos de carbono e ligações duplas.
- d) Cinco átomos de carbono e ligações triplas.
- e) Seis átomos de carbono e ligações simples.

Seção 3.4

Funções orgânicas e nomenclaturas dos compostos orgânicos: álcoois e ácidos carboxílicos

Diálogo aberto

Chegamos a nossa última seção da Unidade 3. Como estamos vendo, esta unidade trata da química orgânica e das funções orgânicas. Você já aprendeu que a química orgânica faz parte do nosso cotidiano, afinal, nós mesmos somos compostos orgânicos.

Em um segundo momento, compreendemos a importância da química orgânica como combustível da nossa sociedade e como a economia mundial gira em torno do petróleo, que é um composto orgânico.

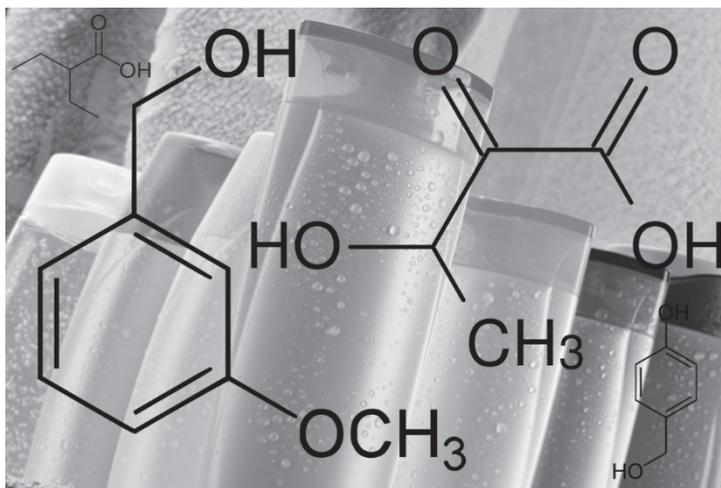
Na terceira etapa começamos a nos aprofundar nos estudos da química orgânica quanto às regras de nomenclatura da IUPAC e como a quantidade de carbonos, a disposição espacial e o tipo de ligações nos ajudam a classificar os compostos orgânicos e a nomeá-los de uma maneira universal, adotada por toda a comunidade científica.

Você compreendeu que os hidrocarbonetos são compostos orgânicos que possuem somente átomos de carbono e hidrogênio, que podem ser classificados como alcanos, alcenos, alcinos, entre outros.

Agora, vamos aprender mais um pouco. Estamos acompanhando uma farmacêutica líder de uma equipe que está estudando cosméticos capilares. Já fomos capazes de analisar a composição de produtos já fabricados e de identificar a função orgânica de alguns compostos.

Nesse novo cosmético, que tipo de álcool poderia ser utilizado? Mas o que são os álcoois? E ácidos carboxílicos, são usados em cosméticos?

Figura 3.29 | Compostos orgânicos em cosméticos capilares



Fonte: elaborada pelo autor.

Nesta seção, vamos conhecer a definição de álcool e de ácido carboxílico e, assim como os hidrocarbonetos, vamos estudar as regras da IUPAC para nomear e classificar esses compostos. Ao final desta seção, você compreenderá conceitos básicos da área da química que são necessários para a sua formação profissional. Este aprendizado irá lhe ajudar a se tornar um profissional capacitado e preparado para enfrentar o mercado de trabalho.

Bons estudos!

Não pode faltar

Os compostos orgânicos são agrupados em funções orgânicas de acordo com o mesmo grupo funcional. Na seção anterior, estudamos uma dessas funções: o hidrocarboneto, que é caracterizado por um grupo funcional que possui somente átomos de carbono e hidrogênio. Outra função orgânica muito importante são os álcoois e os ácidos carboxílicos.

Os álcoois são compostos cujas moléculas apresentam um grupo hidroxila (OH) ligado a um átomo de carbono **saturado**. Dessa forma, temos como fórmula geral de um álcool:

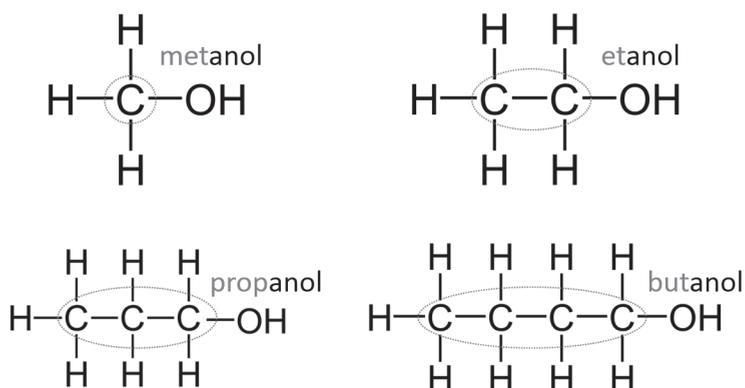


Sendo que R é um radical e OH é a hidroxila, também chamada de oxidrila.

A Figura 3.30 apresenta exemplos de hidroxilas ligadas a átomos saturados de carbono de um grupo alquila simples. Segundo as regras de nomenclatura da

IUPAC, os nomes dos álcoois podem ter as seguintes características: localizador, prefixo, composto principal e sufixo. O prefixo é determinado pela quantidade de carbono na cadeia principal. Posteriormente, deve-se considerar o tipo de ligação entre os átomos de carbono terminados com "ol".

Figura 3.30 | Hidroxilas ligadas a átomos saturados



Fonte: elaborada pelo autor.

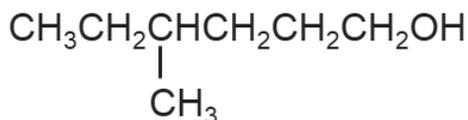


Assimile

Os compostos que apresentam um grupo hidroxila ligado a um átomo de carbono insaturado de uma ligação dupla são denominados "enóis".

Vamos ver na prática como identificar um álcool, dado o composto orgânico apresentado na Figura 3.31.

Figura 3.31 | Nomenclatura de um composto orgânico

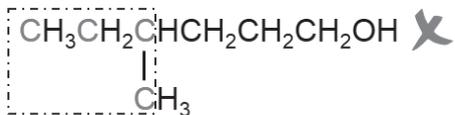
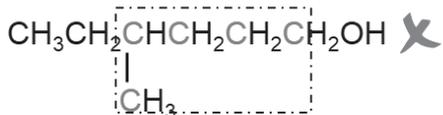
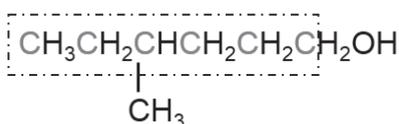


Fonte: Solomons e Fryle (2005).

Para identificarmos o composto, vamos seguir as regras de nomenclatura substitutiva da IUPAC:

1º passo: identificar a maior cadeia de carbono à qual a hidroxila (OH) está ligada e substituir no nome do alcano correspondente terminado com o sufixo o pelo sufixo "-ol". Preste muita atenção, pois devem-se considerar todas as opções de cadeias.

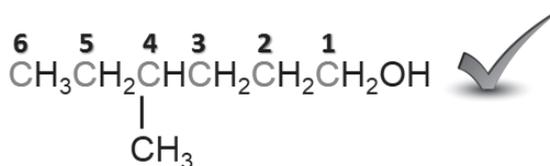
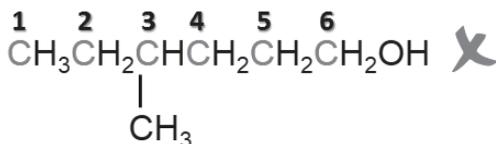
Figura 3.32 | Passo 1

4 carbonos**5 carbonos****6 carbonos****Alcano correspondente: HEXano****HEXan****Álcool:****HEXanol**

Fonte: elaborada pelo autor.

2º passo: numerar a maior cadeia de carbono de maneira que o carbono que está ligado diretamente à hidroxila fique com o menor número.

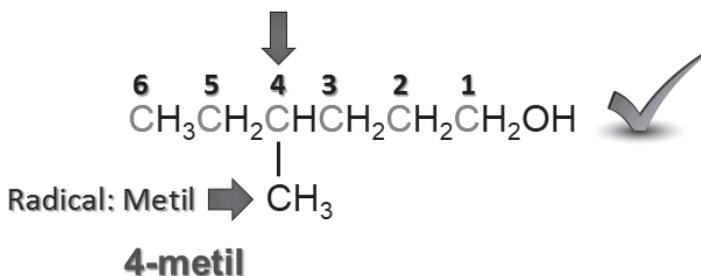
Figura 3.33 | Passo 2



Fonte: elaborada pelo autor.

3º passo: indicar o localizador (número do átomo de carbono) para o sufixo que pode ser colocado antes do nome principal, nomeando o tipo de radical que se encontra ligado à cadeia principal.

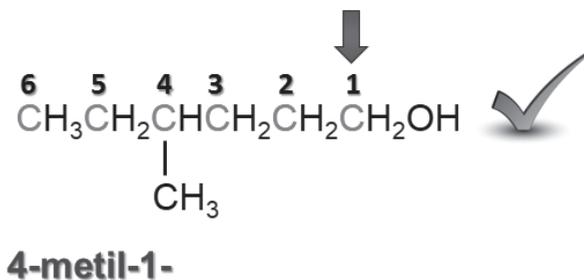
Figura 3.34 | Passo 3



Fonte: elaborada pelo autor

4º passo: indicar a posição do grupo hidroxila a partir do número localizador do carbono que está ligado diretamente à OH.

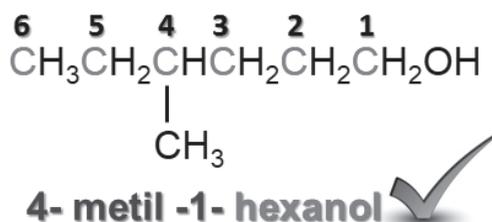
Figura 3.35 | Passo 4



Fonte: elaborada pelo autor.

5º passo: finalmente, adicionar o nome do álcool encontrado no 1º passo.

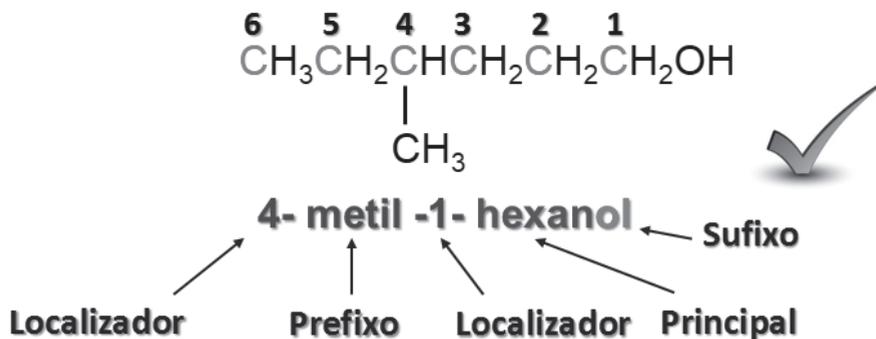
Figura 3.36 | Passo 5



Fonte: elaborada pelo autor.

Por fim, temos a Figura 3.37:

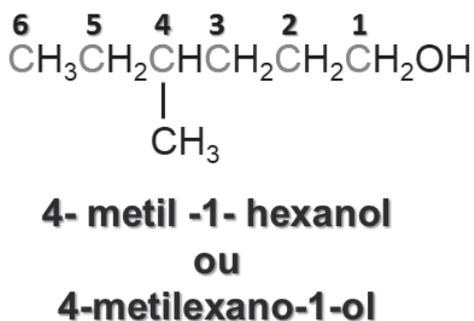
Figura 3.37 | Nomenclatura IUPAC



Fonte: elaborada pelo autor.

Além dessas regras de nomenclatura substitutiva da IUPAC, também podem ser utilizadas as regras de acordo com a revisão de 1993, no qual o localizador vem imediatamente antes do sufixo, permitindo dois nomes oficiais para o mesmo composto (Figura 3.38).

Figura 3.38 | Nomenclaturas permitidas para o mesmo composto orgânico



Fonte: elaborada pelo autor.

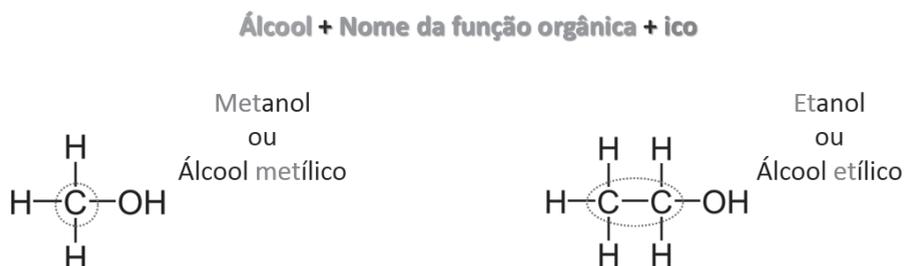


Refleta

Pensando no nosso dia a dia, quais são os álcoois mais comuns? O que surge em nossa mente é o etanol e também o álcool etílico. O nome etanol está de acordo com as regras da IUPAC. E o álcool etílico, por que tem esse nome?

Os álcoois mais simples são normalmente chamados por nomes comuns de sua função orgânica, e esses nomes também são aceitos pela IUPAC. Nesses casos, utiliza-se a seguinte estrutura (Figura 3.39):

Figura 3.39 | Nomenclatura comum



Fonte: elaborada pelo autor.

Os álcoois com apenas uma hidroxila são denominados monoálcoois, classificados de acordo com a localização que ocupam na cadeia carbônica em álcool primário, secundário e terciário. Já outros álcoois que possuem duas hidroxilas são denominados glicóis (SOLOMONS; FRYLE, 2005) e, pelo sistema de nomenclatura substitutiva da IUPAC, são chamados de dióis.



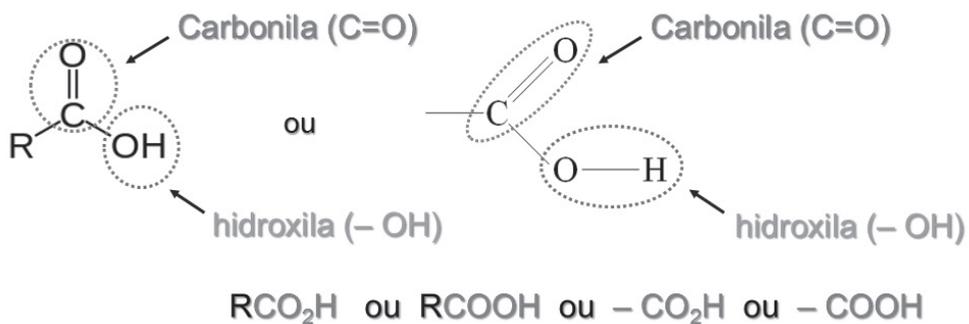
Exemplificando

Exemplo de nomenclatura:

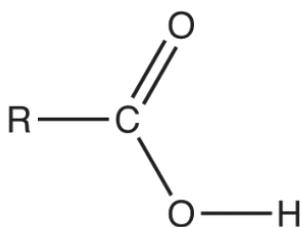
Quando o átomo de carbono ligado à hidroxila faz ligação com um átomo de carbono saturado de um anel de benzeno, temos o álcool benzílico.

Além dos álcoois, outra função orgânica muito importante é a dos ácidos carboxílicos, que são compostos orgânicos que contêm um grupo carboxila (carbonila + hidroxila). A fórmula geral dos ácidos carboxílicos e o grupo carboxila são evidenciados na Figura 3.40.

Figura 3.40 | Exemplos de representações dos ácidos carboxílicos



(continua)



Fórmula geral

Fonte: elaborada pelo autor.

Os ácidos carboxílicos são ácidos fracos, quando comparados aos ácidos inorgânicos. No entanto, quando comparados somente com outros compostos orgânicos, são os mais ácidos. Quando a cadeia principal possui um número de átomo de carbono superior a dez, esses ácidos são denominados ácidos graxos, como por exemplo, o ácido linolênico, mais conhecido por ômega-3, que está presente nos peixes. A nomenclatura oficial dos ácidos carboxílicos, segundo a IUPAC, é semelhante a dos hidrocarbonetos: troca-se a terminação o para óico e adiciona-se a palavra ácido na frente da função orgânica. Caso o composto tiver uma instauração, haverá o infixo "-en-" ao invés de "-an-". A Figura 3.41 apresenta alguns ácidos carboxílicos e suas respectivas nomenclaturas.

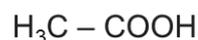
Figura 3.41 | Nomenclatura dos ácidos carboxílicos I

Ácido + prefixo + infixo + óico



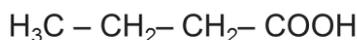
Ácido metanóico

Hidrocarboneto correspondente: Metano (CH₄)



Ácido etanóico

Hidrocarboneto correspondente: Etano (C₂H₆)



Ácido butanóico

Hidrocarboneto correspondente: butano (C₄H₁₀)



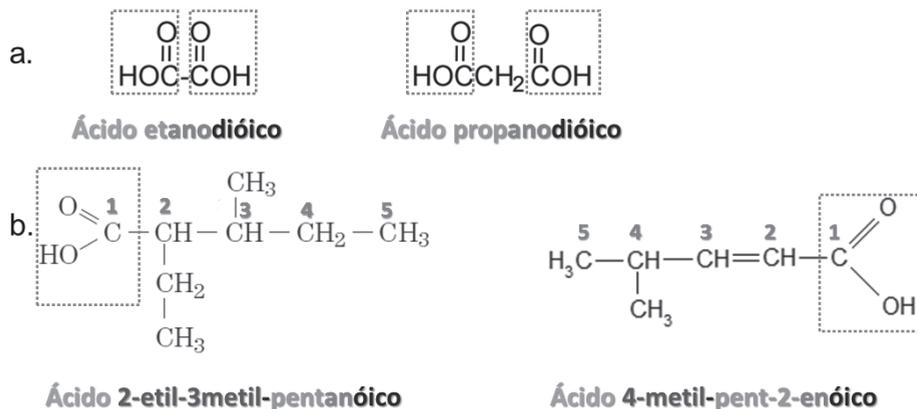
Ácido propenóico

Hidrocarboneto correspondente: propeno (C₃H₆)

Fonte: elaborada pelo autor.

Ainda sobre os ácidos carboxílicos, outras regras são consideradas: se a cadeia apresentar mais de um grupo carboxila, deve-se indicar essa quantidade como prefixo da terminação óico, como: *-di*, *-tri*, *-tetra*, *-iso*, entre outras (Figura 3.42a). E, na presença de insaturações e/ou ramificações, a cadeia principal deverá ser numerada partindo do carbono da carboxila (Figura 3.42b). Para os compostos com mais de um radical, esses devem ser escritos em ordem alfabética desconsiderando-se os prefixos.

Figura 3.42 | Nomenclatura dos ácidos carboxílicos II



Fonte: elaborada pelo autor.



Pesquise mais

Procure livros de química orgânica voltados para o Ensino Superior que abordam os temas álcoois e ácidos carboxílicos para aprofundar seus estudos e resolver mais exercícios. Uma excelente recomendação é o livro citado a seguir:

SOLOMONS, T. W. G.; FRYLE, C. B. **Química orgânica**. 8. ed. v. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

Anteriormente às regras de nomenclaturas da IUPAC, os ácidos carboxílicos eram nomeados de acordo com uma característica ou sua origem. A Tabela 3.2 apresenta o ácido carboxílico com seu respectivo nome anterior à nomenclatura da IUPAC e sua origem.

Tabela 3.2 | Ácidos carboxílicos e algumas origens

| ÁCIDOS CARBOXÍLICOS | | |
|---------------------|----------------|---|
| IUPAC | NOME INICIAL | ORIGEM |
| Ácido metanoico | Ácido fórmico | Destilação de formigas vermelhas. |
| Ácido etanoico | Ácido acético | Do latim <i>acetum</i> , de azedo, principal componente do vinagre. |
| Ácido propanoico | Ácido valérico | Extraído das raízes da <i>Valeriana officinalis</i> . |
| Ácido butanoico | Ácido butírico | Do inglês <i>butter</i> , é encontrado em manteiga rançosa. |
| Ácido hexanoico | Ácido caproico | Encontrado em caprinos. |

Fonte: elaborada pelo autor.

Sem medo de errar

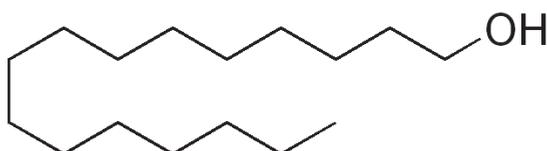
Acompanhando uma farmacêutica líder de uma equipe que está desenvolvendo um cosmético capilar, foram levantados alguns questionamentos, como: que tipo de álcool poderia ser utilizado? O que são os álcoois? E ácidos carboxílicos, são usados em cosméticos?

Os álcoois são compostos orgânicos cuja moléculas apresentam um grupo hidroxila (OH) ligado a um átomo de carbono saturado e apresentam fórmula geral igual a R – OH, em que R é um radical e OH é a hidroxila, também chamada oxidrila. De acordo com as regras de nomenclatura da IUPAC, os nomes dos álcoois podem ter as seguintes características: localizador, prefixo, composto principal e sufixo. O prefixo é determinado pela quantidade de carbono na cadeia principal.

Posteriormente, deve-se considerar o tipo de ligação entre os átomos de carbono terminados com "-ol". Já os ácidos carboxílicos são compostos orgânicos que contêm um grupo carboxila (carbonila + hidroxila).

O álcool cetílico (Figura 3.43), também conhecido como ácido palmítico e de nome IUPAC n-hexadecanol ou hexadecano-1-ol, é um álcool muito utilizado na indústria de cosméticos por ser um ótimo emoliente e, quando etoxilado com o óxido de etileno, produz um emulsionante não iônico usado em shampoos.

Figura 3.43 | Fórmula do hexadecano-1-ol

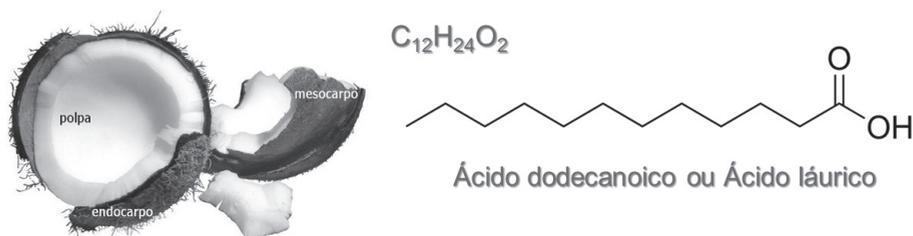


Fonte: elaborada pelo autor.

Os ácidos carboxílicos também são utilizados em formulações de cosméticos capilares, sendo os óleos vegetais exemplos de ácidos graxos com mais de dez átomos de carbono na cadeia principal.

Para esses compostos damos o nome de ácidos graxos (SIMÊNCIO, 2014 apud BAILEY, 1951). O óleo de coco e o leite materno apresentam elevadas concentrações do ácido láurico, um exemplo de ácido carboxílico utilizado em cosméticos capilares, pois atuam na reparação de fios danificados, ativam a circulação sanguínea do couro cabeludo, contêm propriedades antibacterianas e protegem, além de hidratar, os fios de cabelo.

Figura 3.44 | Fórmula do ácido láurico



Fonte: elaborada pelo autor.

Assim, caminhamos para o fim da unidade. Compreendemos a importância da química orgânica no nosso cotidiano. Vimos também como a indústria dos cosméticos não existiria sem a utilização de compostos orgânicos em suas formulações.



Atenção

Ácido dodecanoico é o nome segundo a IUPAC, enquanto o nome ácido láurico é dado de acordo com sua origem, o leite.

Avançando na prática

O poder do abacate

Descrição da situação-problema

Assistindo a um programa matinal, uma adolescente se interessou pelo assunto do dia: hidratação de fios de cabelo danificados. Após vários tratamentos como descoloração, tintura e alisamento, ela percebeu que os fios dos seus cabelos estavam secos e quebradiços devido aos procedimentos realizados anteriormente. Enquanto isso, no programa, um profissional da área de cosméticos ensinava uma

formulação caseira livre de química! Logo, a adolescente anotou os produtos necessários e, como base desse cosmético caseiro, estava o abacate.

Quais são as propriedades que fazem o abacate ser eficaz nessa aplicação? Realmente, estava sendo proposta uma formulação livre de química? Quais compostos estão presentes no abacate?



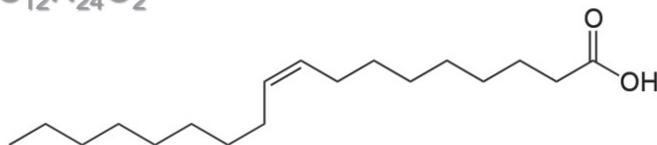
Lembre-se

Ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias de carbono de longa extensão.

Resolução da situação-problema

Os óleos e gorduras vegetais são formados principalmente por triacilgliceróis com longas cadeias de hidrocarbonetos resultantes da esterificação de uma molécula de glicerol e três moléculas de ácidos graxos. O óleo de abacate possui uma elevada concentração de ácidos graxos e é absorvido facilmente pelo couro cabeludo, promovendo hidratação e fortalecendo os fios de cabelo. O óleo de abacate é rico em óleo oleico, que é um ácido graxo com 18 átomos de carbono na cadeia principal e é um ácido graxo insaturado. A Figura 3.45 apresenta a fórmula do ácido oleico.

Figura 3.45 | Fórmula do ácido oleico



Ácido octadec-9-enóico ou Ácido oleico



Fonte: elaborada pelo autor.

A utilização do abacate na formulação é muito importante pelos diversos benefícios já citados anteriormente. O único erro, que é comum vermos em programas matinais, é a utilização incorreta de alguns termos. A formulação proposta não é "livre" de química, pois o abacate por si só já é um composto químico orgânico. O correto seria dizer que a formulação é livre de aditivos químicos, como os conservantes, por exemplo.



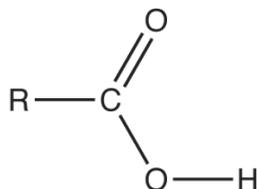
Faça você mesmo

Faça uma lista com os principais produtos utilizados em massagens e identifique os principais compostos orgânicos nessas formulações: os hidrocarbonetos, os álcoois e os ácidos carboxílicos.

Faça valer a pena

1. Os compostos orgânicos podem ser representados a partir de uma fórmula geral.

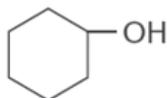
Veja a fórmula geral a seguir:



Assinale a alternativa que apresenta corretamente a qual função orgânica a fórmula geral se refere:

- Ácidos carboxílicos.
- Álcoois.
- Hidrocarbonetos.
- Alcanos.
- Alcadienos.

2. É dada a seguinte fórmula por traços de um composto orgânico:



Assinale a alternativa que apresenta corretamente o nome desse composto, segundo a nomenclatura da IUPAC:

- Ciclo-pentano.
- Benzenol.
- Ciclo-benzenol.

- d) Ciclo-hexanol.
- e) Pentanol.

3. Os compostos orgânicos são agrupados em funções orgânicas de acordo com o mesmo grupo funcional.

Preencha as lacunas:

Os _____ são compostos cujas moléculas apresentam um grupo _____ ligado a um átomo de carbono _____.

Assinale a alternativa que preencha corretamente as lacunas:

- a) Álcoois; hidroxila; saturado.
- b) Álcoois; carbonila; saturado.
- c) Álcoois; carboxila; insaturado.
- d) Ácidos graxos; hidroxila; saturado.
- e) Ácidos graxos; carbonila; insaturado.

Referências

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

CLEF, S.; MARTINELLI, D. P.; CAMPOS, P. M. B. G. Visão sistêmica no desenvolvimento de produtos cosméticos. In: **Congresso brasileiro de sistemas Ribeirão Preto**. Disponível em: <<http://legacy.unifacef.com.br/quartocbs/arquivos/38.pdf>>. Acesso em: 13 Ago. 2016.

Food and drug administration. Disponível em: <<http://www.fda.gov/>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

MCCMURRY, J. **Química orgânica**. 7. ed. v. 2. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SIMENCIO, E. C. A. **Estudo do comportamento de biofluidos de óleos de palma e soja com antioxidantes na têmpera de aços, antes e após o envelhecimento acelerado**. 2014. 196 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais)–Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYLE, C. B. **Química orgânica**. 8. ed, Rio de Janeiro: LTC, 2005.

Funções orgânicas

Convite ao estudo

Iniciamos a quarta unidade da disciplina de química e, até então, você já estudou temas muito importantes para o seu desempenho como profissional. Nesta unidade não será diferente. Continuando os estudos da química orgânica, na unidade anterior, estudamos algumas funções orgânicas, como os hidrocarbonetos, os álcoois e os ácidos carboxílicos. Neste momento, iniciaremos o estudo de mais algumas funções orgânicas.

Na primeira seção, vamos compreender a definição dos aldeídos e cetonas e aprenderemos como aplicar as normas de nomenclatura da IUPAC, também a classificar e identificar compostos que fazem parte destas funções orgânicas pelo nome ou pela estrutura química. Na segunda seção, será hora de conhecermos os ésteres e éteres, que, apesar de terem nomes bem parecidos, são funções orgânicas diferentes. Vamos entender suas definições e quais são as regras IUPAC aplicadas para estas funções. No terceiro momento, seremos apresentados a mais duas funções orgânicas muito importantes: os fenóis e aminofenóis e suas respectivas regras IUPAC de nomenclatura. Por fim, na última seção, encerraremos a disciplina de química estudando os polímeros, materiais muito importantes e que fazem parte do nosso cotidiano, afinal, os polímeros são popularmente conhecidos como plásticos. Isto mesmo, a garrafa de refrigerante, o copo de acrílico, a sacola do supermercado, a estrutura do seu smartphone são alguns exemplos de polímeros que vemos todos os dias.

Portanto, vamos para o nosso desafio? Após um processo de seleção, você foi contratado para trabalhar em um spa que oferece diversos tipos de serviços, como emagrecimento, relaxamento, terapias alternativas, massagens e muitos outros. E neste emprego é muito importante conhecer as formulações de todos os cosméticos no spa. No primeiro momento, você auxiliará uma massagista com uma cliente que tem forte reação alérgica a produtos que contenham alguns compostos orgânicos: aldeídos, por exemplo. Posteriormente você receberá mercadorias compradas de um fornecedor de alimentos orgânicos, isto é, sem a adição de qualquer tipo de aditivo químico. No terceiro momento você fiscalizará se os produtos utilizados no tratamento de *peeling* facial são eficazes e, por fim, você fiscalizará se as formulações dos filtros solares utilizadas no spa

estão contaminando a água da piscina principal.

No final dos seus estudos de química você terá conhecido e compreendido os conceitos básicos da área de química, tão necessários para uma boa formação profissional.

Seção 4.1

Funções orgânicas e nomenclaturas dos compostos orgânicos: aldeídos e cetonas

Diálogo aberto

Nesta primeira seção, conheceremos duas novas funções orgânicas, os aldeídos e as cetonas. Essa última é mais familiar, não é mesmo? Quem nunca ouviu falar da acetona? Certamente todos nós já ouvimos falar desta substância que sempre foi muito utilizada como um dos principais removedores de esmaltes. Mas o nome acetona vem das regras IUPAC?

Nesta seção, vamos estudar os aldeídos e as cetonas e suas respectivas regras IUPAC, além de compreender como identificar essas funções orgânicas e nomeá-las. O estudo e a compreensão das funções orgânicas nos ajuda a entender melhor as reações que acontecem quando tomamos um medicamento, a função de um determinado composto orgânico em um cosmético, entre vários outros exemplos.

Agora é o momento de você iniciar suas atividades em um *spa* que trabalha com muitos tratamentos, utilizando os mais diversos cosméticos. Ao chegar ao *spa*, a massagista recorreu até você, pois receberá uma cliente pela primeira vez, que avisou antecipadamente ser alérgica a várias substâncias, dentre elas os aldeídos. Como você poderá ajudar a massagista? Seria possível identificar alguns produtos cosméticos que devem ser excluídos dos tratamentos dessa cliente? Precavido, você logo acessou o registro da cliente e conferiu todo pacote comprado e descobriu que, além da massagem, ela terá toda uma rotina dentro do *spa*, incluindo aromaterapia (Figura 4.1) e tratamento detox com chás. Como você acompanhará essa cliente para que ela não fique exposta a produtos que causam alergias? Quais são os produtos e alimentos que deverão ser retirados dos tratamentos usuais? Após os estudos desta seção, você será capaz de listar alguns produtos que apresentam os compostos orgânicos que causam alergia nesta cliente e seus conhecimentos sobre as funções orgânicas irão somar ao bom atendimento e garantirá a saúde desta cliente.

Figura 4.1 | Óleos essenciais utilizados em aromaterapia e tratamentos estéticos

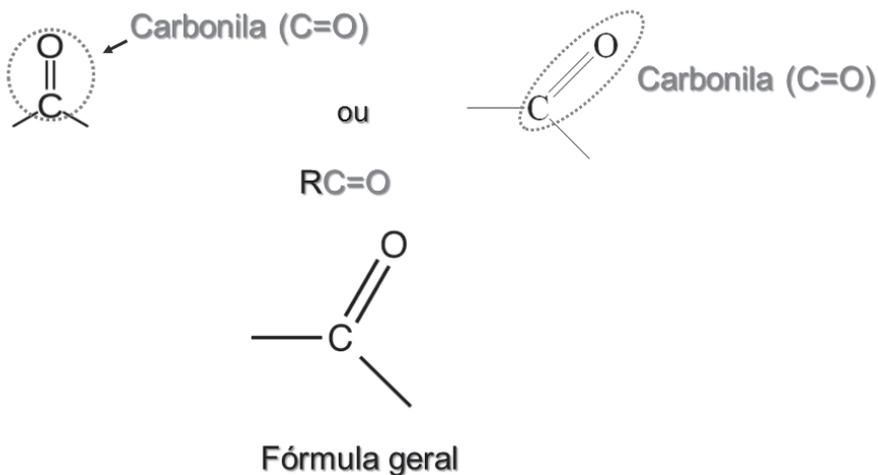


Fonte: <https://pixabay.com/p-1433692/?no_redirect>. Acesso em: 27 ago. 2016.

Não pode faltar

Na seção passada estudamos os ácidos carboxílicos, compostos orgânicos que contêm um grupo carboxila, isto é, um grupo hidroxila (OH) e um grupo carbonila (C=O). Os aldeídos e as cetonas também são compostos orgânicos que incorporam em sua cadeia carbônica um grupo funcional carbonila, como mostra a Figura 4.2.

Figura 4.2 | Grupo carbonila



Fonte: elaborada pelo autor.

O átomo de carbono deste grupo faz uma ligação dupla com o oxigênio e ficam outras duas ligações restantes, que podem ser ligadas a um átomo de hidrogênio (H), a um radical alquil (a) ou a um substituinte aril (a). O radical alquil é formado pela remoção de um hidrogênio do seu alcano correspondente, enquanto o substituinte aril forma-se pela remoção de um hidrogênio do seu hidrocarboneto aromático. A Figura 4.3 apresenta os compostos orgânicos, suas respectivas fórmulas moleculares e nomenclaturas.

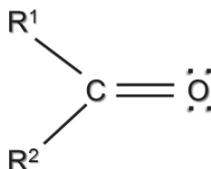
Figura 4.3 | Radicais alquil e aril nomenclatura

| Hidrocarboneto | Nomenclatura | Radical Alquil (a) | Nomenclatura |
|--|--------------|---|--------------|
| CH_4 | Metano | CH_3- | Metil (a) |
| CH_3CH_3 | Etano | CH_3CH_2- | Etil (a) |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ | Propano | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$ | Propil (a) |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | Butano | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ | Butil (a) |
| Hidrocarbonetos Aromáticos | | Radical Aril (a) | |
| C_6H_6 | Benzeno | C_6H_5- | Fenil (a) |
| C_7H_8 | Tolueno | C_7H_7- | Benzil (a) |

Fonte: elaborada pelo autor.

Se pelo menos um destes substituintes for um átomo de hidrogênio, o composto é um aldeído. Caso não seja um átomo de hidrogênio, teremos uma cetona. A Figura 4.4 apresenta a fórmula geral e a natureza dos radicais para formar um aldeído ou uma cetona.

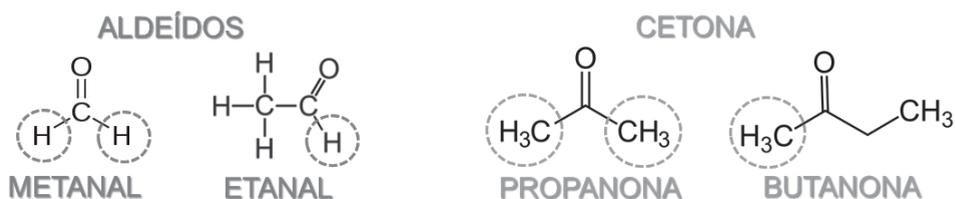
Figura 4.4 | Aldeídos e cetonas



SE R_1 e/ou R_2 = Hidrogênio (H) temos um **ALDEÍDO**

SE R_1 e R_2 = Radical **AQUIL** ou **ARIL** temos uma **CETONA**

(continua)



Fonte: elaborada pelo autor.

O sistema de nomenclatura da IUPAC atribui um sufixo característico para os aldeídos. A Figura 4.5 apresenta a nomenclatura IUPAC para os aldeídos não ramificados.

Figura 4.5 | Nomenclatura IUPAC para os aldeídos não ramificados

Para aldeídos não ramificados (duas extremidades livres)

| | | | | |
|-------------------------------|----------|-------------------------|----------|---------------|
| PREFIXO | + | INFIXO | + | SUFIXO |
| QUANTIDADE DE CARBONOS | | TIPOS DE LIGAÇÃO | | AL |
| | | SIMPLES = AN | | |
| | | DUPLA = EN | | |
| | | TRIPLA = IN | | |



Fonte: elaborada pelo autor.

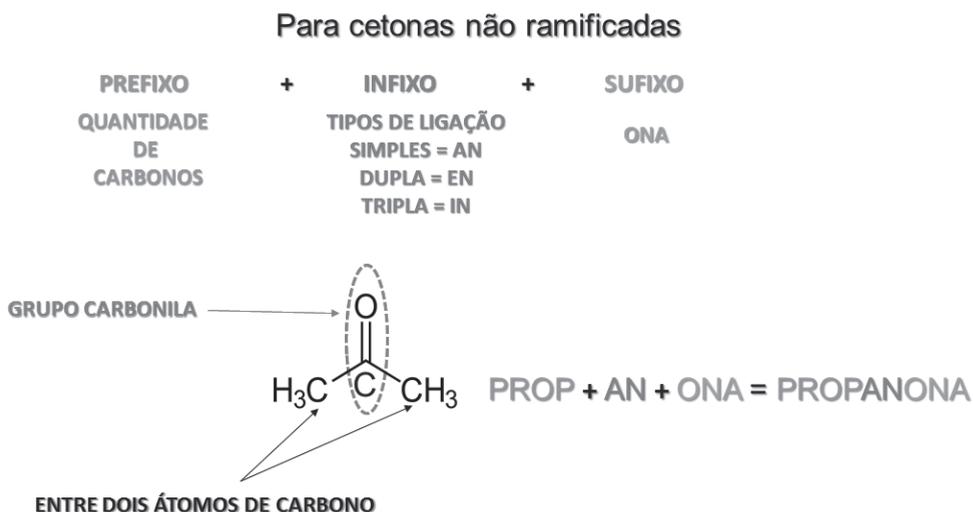
Para aldeídos ramificados ou com insaturações, deve-se:

- Identificar a cadeia principal: a cadeia principal deve conter o grupo funcional, as insaturações e a maior quantidade de átomos de carbono (em caso de empate, deve se escolher a cadeia com maior quantidade de ramificações).
- Numerar da cadeia principal iniciando-se do carbono do grupo funcional.
- Numerar os radicais a partir da localização do átomo de carbono da cadeia principal ao qual estão ligados.

A Figura 4.6 apresenta a nomenclatura para os aldeídos ramificados.

Além dos aldeídos, as cetonas são uma função orgânica que apresenta o grupo carbonila (C=O) entre dois átomos de carbono, e de acordo com a nomenclatura IUPAC recebem um sufixo (Figura 4.8).

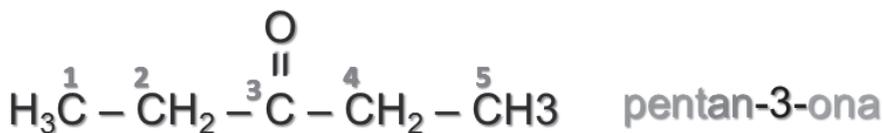
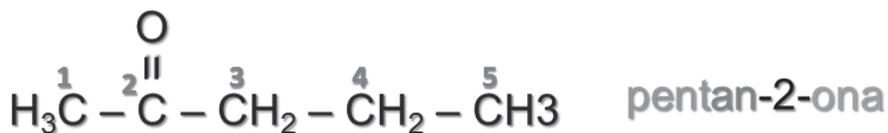
Figura 4.8 | Nomenclatura para cetonas não ramificadas



Fonte: elaborada pelo autor.

Quando existe a possibilidade de localizar o grupo carbonila, a cadeia deve ser numerada a partir do carbono que está mais próximo do grupo, e a localização deste grupo é escrita antes do sufixo "-ona" (Figura 4.9).

Figura 4.9 | Localização do grupo carbonila em cetonas



Fonte: elaborada pelo autor.



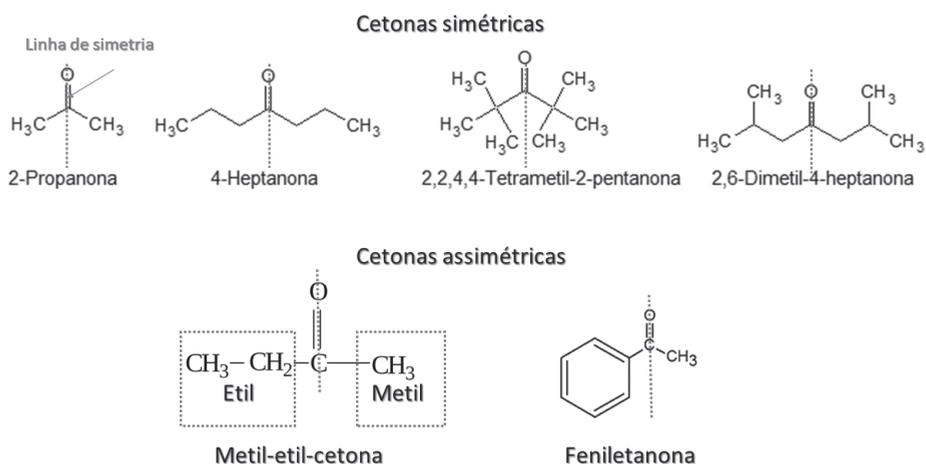
Refleta

Agora é hora de refletir. Por que não existem as cetonas, metanona e etanona?

Os aldeídos são classificados de acordo com a quantidade de grupos carbonila, se existe apenas um grupo, o composto orgânico é classificado com **monoaldeído**, se existirem dois ou mais grupos carbonila, é classificado como polialdeído. Já as cetonas podem ser classificadas da seguinte forma.

Quantidade de grupos carbonila: uma cadeia com apenas um grupo é denominada **monoacetona**, dois grupos, **diacetona**, e três grupos, **triacetona**. Adicionalmente, deve-se verificar os radicais ligados ao grupo carbonila, se forem radicais iguais denominam-se cetona simétrica, se forem diferentes são denominadas cetonas assimétricas (Figura 4.10).

Figura 4.10 | Cetonas simétricas e assimétricas

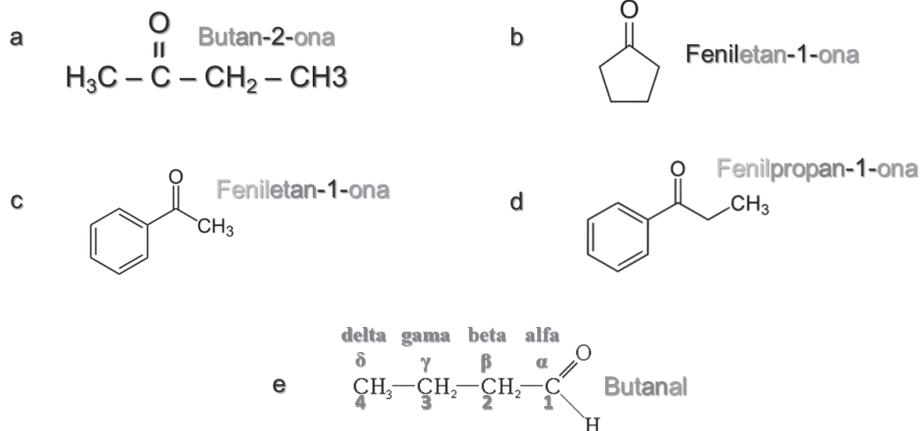


Fonte: elaborada pelo autor.

As cetonas também são classificadas de acordo com os tipos de radicais ligados ao grupo carbonila, como cetona alifática: radicais de cadeia aberta (Figura 4.11a); cetona alicíclica: radicais de cadeia fechada (Figura 4.11b); cetona aromática: o radical é um anel benzênico (Figura 4.11c); e cetona mista: apresenta um radical de cadeia aberta e um grupo aromático (Figura 4.11d). Muitas vezes, os átomos próximos ao grupo carbonila, ao invés de serem numerados, também podem ser designados por letras gregas, recebendo o primeiro átomo de carbono a letra alfa,

o próximo beta e assim por diante. Em cetonas simétricas, um radical recebe as letras gregas (α , β , γ , ...) e o segundo as letras gregas (α' , β' , γ' , ...) (Figura 4.11e).

Figura 4.11 | Classificação das cetonas de acordo com o tipo de radical ligado ao grupo carbonila



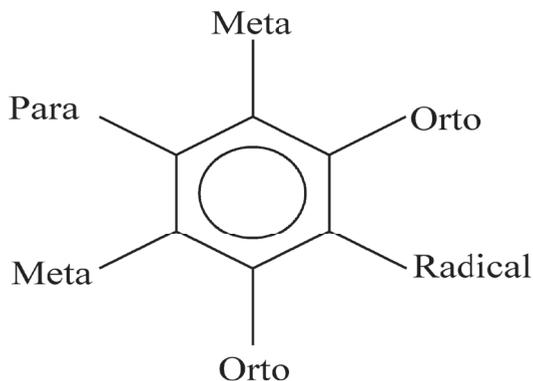
Fonte: elaborada pelo autor.



Assimile

Quando o anel benzênico estiver ligado a um radical, os átomos do anel tomam posições específicas a este radical, como mostra a Figura 4.12.

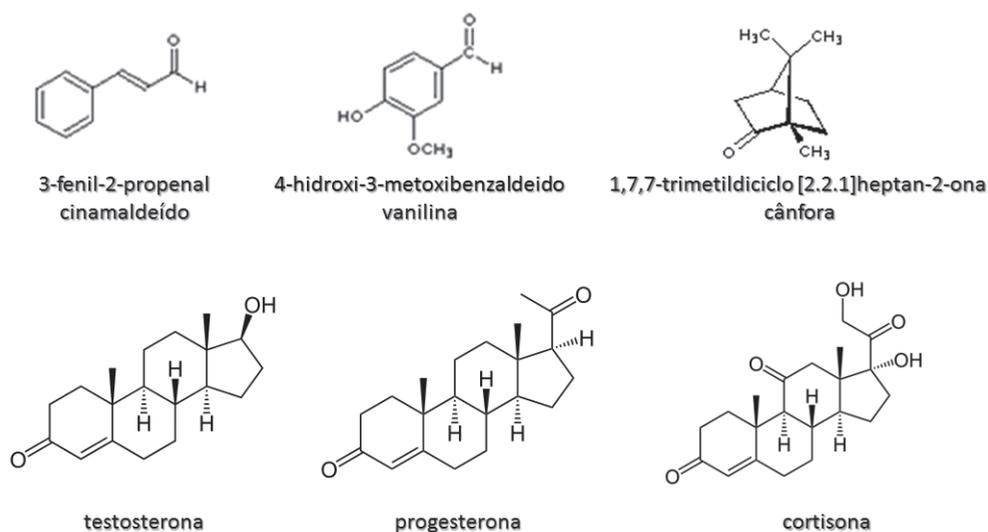
4.12 | Designações específicas dos átomos de carbono do anel benzênico em relação a um determinado radical



Fonte: elaborada pelo autor.

Os aldeídos e as cetonas (Figura 4.13) são compostos encontrados na natureza, muitas vezes combinados com outros grupos funcionais. Os compostos orgânicos na linha superior são compostos encontrados principalmente em plantas e microrganismos enquanto os da linha inferior são encontrados em animais.

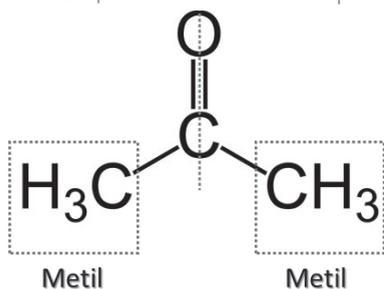
Figura 4.13 | Exemplos de aldeídos e cetonas



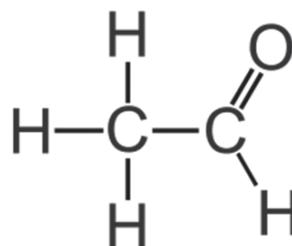
Fonte: elaborada pelo autor.

Para as cetonas, a nomenclatura usual adota sequencialmente o menor radical, maior radical ligado ao grupo carbonila e, por fim cetona, como o caso do dimetilcetona, a tão famosa acetona. Na nomenclatura usual dos aldeídos utiliza o nome dos ácidos carboxílicos, como no caso do etanal, que é denominado aldeído acético. A Figura 4.14 apresenta os exemplos citados no parágrafo.

Figura 4.14 | Nomenclatura usual para cetonas e aldeídos



Propanona ou dimetilcetona
Nome usual: **ACETONA**



Etanal ou acetaldeído
Nome usual: **ALDEÍDO ACÉTICO**

Fonte: elaborada pelo autor.

Sem medo de errar

Você foi recém-contratado por um *spa* que oferece diversos tratamentos a seus clientes. Devido a seus conhecimentos em química, uma massagista lhe pediu ajuda, pois receberá uma cliente que avisou antecipadamente ser alérgica a diversas substâncias, como os aldeídos. Você conferiu e verificou que a cliente fará outros tratamentos além da massagem: a aromaterapia e o tratamento detoxi com chás. Como você poderá ajudar a massagista? E o mais importante: como você orientará os profissionais para que a cliente não fique exposta a riscos que lhe causem alergias?

Nesta seção, compreendemos que os aldeídos e as cetonas são compostos orgânicos que apresentam em sua cadeia carbônica um grupo funcional carbonila. O carbono deste grupo faz uma ligação dupla com o oxigênio e ficam livres outras duas ligações, que podem ser ligadas a um átomo de hidrogênio (H), a um radical alquil (a) ou um substituinte aril (a). Após aprender a nomenclatura, você pesquisou e descobriu que a vanilina, ou a baunilha, é um aldeído que pode ser extraído da vagem da orquídea *Vanilla planifolia* (Figura 4.15) ou ser produzida sinteticamente em laboratório. Este aldeído é muito utilizado como aromatizantes em alguns alimentos, bebidas, perfumes e cremes de massagem, e exalam um cheiro muito agradável.

Figura 4.15 | *Vanilla planifolia*



Fonte: <<http://images.freeimages.com/images/premium/previews/2458/24588959-vanilla-pods-and-orchid-flower-with-green-leaf.jpg>>. Acesso em: 27 ago. 2016.

Dessa forma, você já colocou na ficha da cliente a restrição de utilizar qualquer creme de massagem, óleo aromatizante, alimento ou bebida que contenha essência de baunilha ou mesmo traços deste composto. Além destas restrições, você explicou que não seria indicado a aromaterapia, já que neste tratamento são utilizadas algumas essências, por exemplo o citral, que é extraído de algumas plantas como a erva cidreira e as que têm natureza cítrica. São exemplos de aldeídos utilizados em diversos cosméticos e tratamentos de aromaterapia: o benzaldeído, que está presente em amêndoas, o aldeído cumínico, que está presente na canela (*cinnamomum*), e a vanilina.



Atenção

Os aldeídos e as cetonas são compostos encontrados na natureza, muitas vezes combinados com outros grupos funcionais.

Avançando na prática

Tratamentos alternativos

Descrição da situação-problema

A grande maioria dos *spas* oferece o mesmo pacote aos clientes: uma massagem para o relaxamento muscular e atividades para que os clientes esqueçam um pouco a agitação do cotidiano. Enfim, é um momento de esquecer as pressões no trabalho, na faculdade e se desligar do mundo. No *spa* em que você trabalha a propaganda é muito forte em cima das massagens e cremes à base de óleo de jasmim (Figura 4.16). Mas o quais as propriedades deste óleo? É outro composto orgânico classificado como aldeído?

Figura 4.16 | Óleo de jasmim



Fonte: elaborada pelo autor.



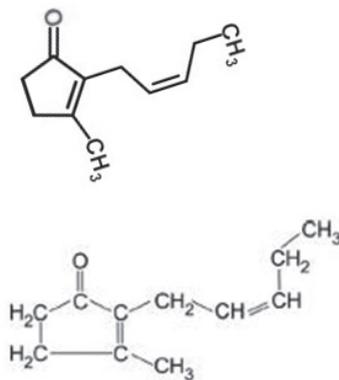
Lembre-se

Se pelo menos um dos substituintes do grupo carbonila for um átomo de hidrogênio, o composto é um aldeído. Caso contrário, será uma cetona.

Resolução da situação-problema

O óleo de jasmim tem em sua composição um componente de destaque conhecido como cis-jasmona, e só pelo nome já é possível identificar que esse composto é uma cetona. A Figura 4.17 apresenta a representação dela.

Figura 4.17 | Flor de jasmim e representação da cadeia de carbono



3-metil-2-[(2Z)-pent-2-en-1-il]cyclopent-2-en-1-ona
ou
Cis-jasmona

Fonte: elaborada pelo autor.

O óleo de jasmim é muito utilizado devido suas propriedades como relaxante muscular, antidepressivo, analgésico, antisséptico, anti-inflamatório.



Faça você mesmo

Faça uma pesquisa e liste alguns aldeídos e algumas cetonas que são muito utilizados.

Faça valer a pena

1. Assinale a alternativa que descreve corretamente a função orgânica denominada aldeído:

- a) Os aldeídos são definidos como uma função orgânica, em que o átomo de carbono faz uma dupla ligação com o átomo de hidrogênio e as demais ligações com grupos fenil.
- b) Nos aldeídos, o átomo de carbono do grupo carbonila deve fazer, no mínimo, uma ligação simples com um átomo de hidrogênio.
- c) Nos aldeídos, o átomo de carbono do grupo carbonila deve fazer apenas ligações simples com átomos de hidrogênio.
- d) Os aldeídos podem ser identificados por não realizarem ligações com átomos de hidrogênio, isto é, as ligações restantes do grupo carbonila fazem ligações somente com radicais diferentes do hidrogênio.
- e) Nos aldeídos o átomo de hidrogênio do grupo carboxila deve fazer, no mínimo, uma ligação simples com um átomo de hidrogênio.

2. Leia atentamente as afirmações:

I. Identificar a cadeia principal.

II. A cadeia principal deve conter o grupo funcional.

III. A numeração da cadeia principal inicia-se do carbono do grupo funcional.

Em relação à nomenclatura dos aldeídos ramificados, assinale a alternativa correta que apresenta algumas etapas que devem ser seguidas:

- a) Apenas I está correta.
- b) Apenas II está correta.
- c) Apenas III está correta.
- d) Apenas I e II estão corretas.
- e) I, II e III estão corretas.

3. Leia o parágrafo a seguir:

As cetonas são classificadas de acordo com os tipos de radicais ligados ao grupo carbonila, como cetona alifática (_____), cetona alicíclica (_____), cetona aromática (_____), e cetona mista.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas:

- a) Cadeia linear; cadeia aberta; tolueno.
- b) Cadeia aberta; cadeia fechada; anel benzênico.
- c) Cadeia ramificada; cadeia fechada; anel benzênico.
- d) Cadeia fechada; cadeia aberta; aromatizante.
- e) Cadeia fechada; cadeia fechada; fenil.

Seção 4.2

Funções orgânicas e nomenclaturas dos compostos orgânicos: ésteres e éteres

Diálogo aberto

Na primeira seção desta unidade, conhecemos mais duas funções inorgânicas: os aldeídos e as cetonas. Aprendemos identificar e classificar essas funções orgânicas a partir das regras da IUPAC. Os aldeídos e as cetonas são compostos orgânicos que contêm em comum um grupo carbonila. Se pelo menos um destes substituintes for um átomo de hidrogênio, o composto é um aldeído, caso não seja um átomo de hidrogênio, teremos uma cetona. Os aldeídos são classificados de acordo com a quantidade de grupos carbonila, enquanto as cetonas podem ser classificadas pela quantidade de grupos carbonila e também de acordo com os tipos de radicais ligados a este grupo. Agora, nesta seção, vamos estudar mais duas funções orgânicas de nomes muito parecidos: ésteres e éteres. Vamos entender as regras de nomenclaturas IUPAC e em como identificar esses compostos. Prontos para o desafio desta aula?

Você que foi contratado para trabalhar em um *spa* que está recebendo mercadorias de um fornecedor de produtos orgânicos e também pretende fechar uma parceria para o fornecimento de doces e sobremesas sem adição de aditivos sintéticos, como balas, goma de mascar, gelatinas, entre outros (Figura 4.18). Mas nesses produtos são comumente utilizados aditivos sintéticos? Quem e quais são esses aditivos? Qual a sua função?

Figura 4.18 | Balas e gomas de mascar



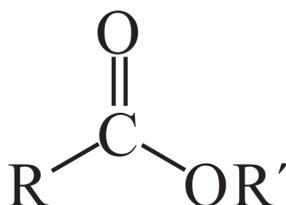
Fonte: adaptada de <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/13/Lots_of_Candies.jpg/680px-Lots_of_Candies.jpg>. Acesso em: 2 set. 2016.

Os ésteres e éteres são utilizados em todos os ramos das indústrias, por isso vamos estudar sobre esses compostos orgânicos. Os estudos desta seção irão lhe ajudar a conhecer e compreender conceitos básicos da área de química, necessários para a formação profissional. Bons estudos e se prepare para aprender um pouco mais do mundo que está a nossa volta e que muitas vezes passa despercebido.

Não pode faltar

Os ésteres são compostos orgânicos derivados dos ácidos carboxílicos, cuja representação geral é apresentada na Figura 4.19.

Figura 4.19 | Representação geral dos ésteres



Fonte: elaborada pelo autor.

Os radicais R e R' dos ésteres normalmente são hidrocarbonetos, como os radicais alquil: metil, etil, entre outros, ou um grupo que contenha um anel benzênico como o grupo fenil.

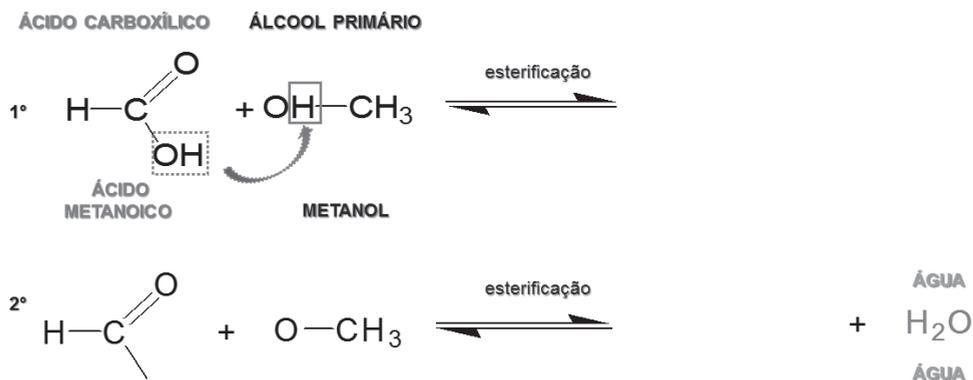
A reação entre um ácido carboxílico e um álcool primário é conhecida como esterificação e, como o próprio nome sugere, a reação entre esses compostos orgânicos produz éster e água (Figura 4.20). Na reação de esterificação ocorre a quebra da ligação da hidroxila do ácido carboxílico com o átomo de carbono. Essa hidroxila se liga ao átomo de hidrogênio do álcool primário, formando água (H₂O) (Figura 4.20).



Assimile

Para representar uma reação reversível, isto é, uma reação que ocorre nos dois sentidos, é utilizado o símbolo da seta dupla (\rightleftharpoons). No caso da esterificação, a seta superior indica o sentido da produção do éster e água. Já a seta inferior indica que a hidrólise entre água e um éster produzirá um ácido carboxílico e um álcool primário.

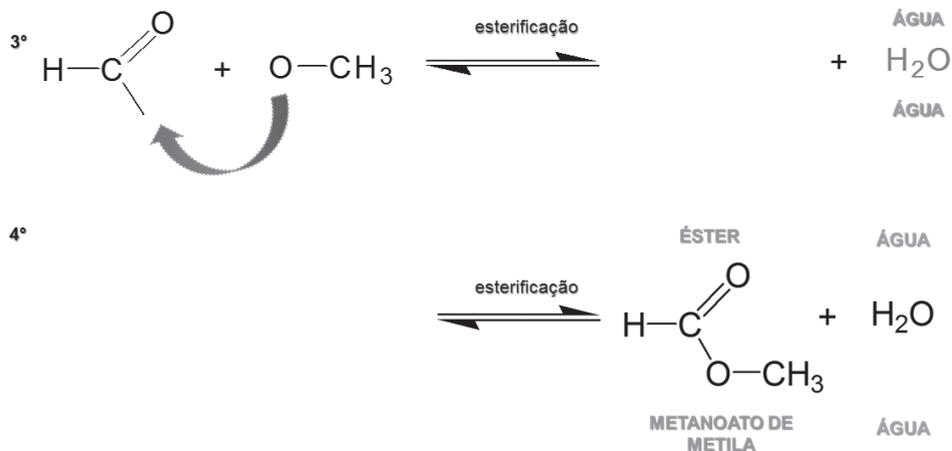
Figura 4.20 | Reação de esterificação (Passo a passo 1° e 2°)



Fonte: elaborada pelo autor.

O átomo de oxigênio do álcool primário se liga ao átomo de carbono do ácido carboxílico, assim observa-se no passo seguinte essa combinação, resultando na formação do éster (Figura 4.21).

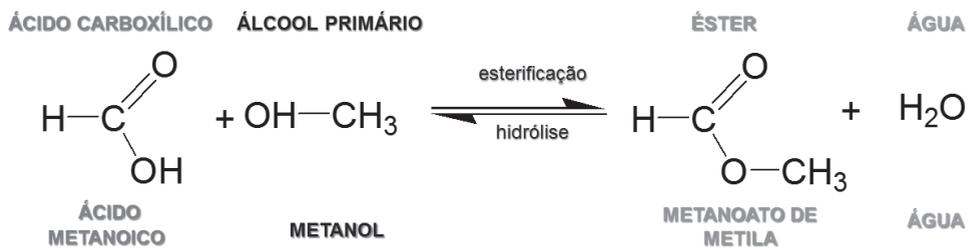
Figura 4.21 | Reação de esterificação (passos 3° e 4°)



Fonte: elaborada pelo autor.

A Figura 4.22 apresenta a reação de esterificação completa, que é a forma mais comum e adequada de representação.

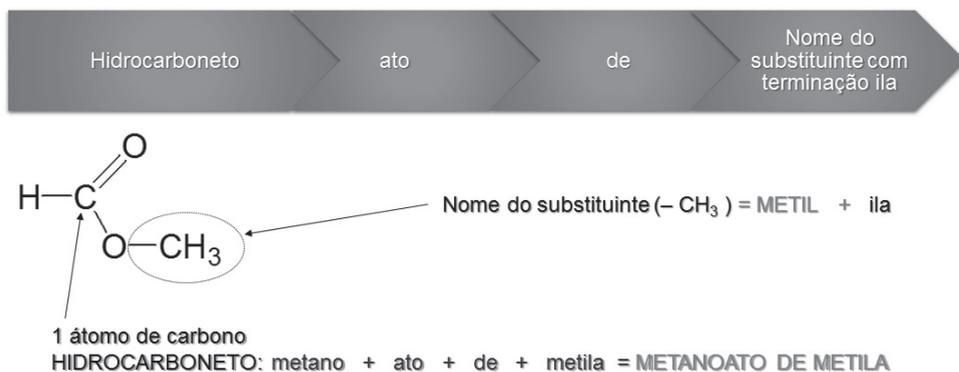
Figura 4.22 | Reação de esterificação



Fonte: elaborada pelo autor.

De acordo com as regras de nomenclatura da IUPAC, os ésteres são nomeados da seguinte maneira:

Figura 4.23 | Regras de nomenclatura IUPAC para os ésteres



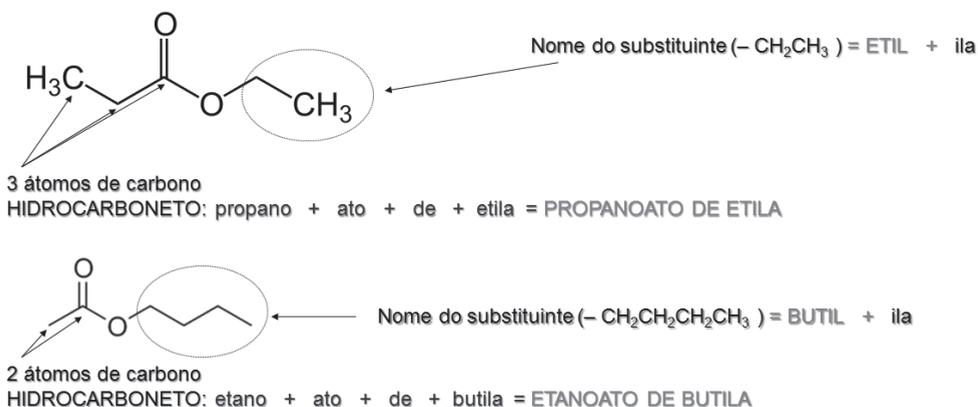
Fonte: elaborada pelo autor.



Exemplificando

Vamos nomear mais dois compostos orgânicos apresentados na Figura 4.24:

Figura 4.24 | Nomenclaturas IUPAC de alguns ésteres

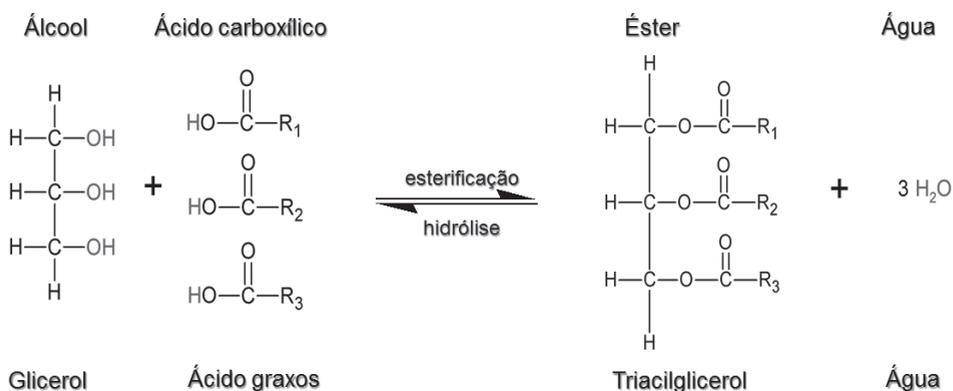


Fonte: elaborada pelo autor.

Além da nomenclatura IUPAC, existe uma nomenclatura não oficial que se baseia no nome usual do ácido carboxílico, mudando a terminação "-ico" para "-ato", como no caso do etanoato de isopropila, que tem como nome usual ácido acético. Assim o éster recebe o nome usual de acetato de isopropila.

Os ésteres podem ser encontrados em três formas: essências, óleos e gorduras e ceras. Como essências, os ésteres são obtidos por meio da reação entre ácidos carboxílicos e álcoois de cadeias curtas. Já em óleos ou gorduras são obtidos a partir da reação entre ácidos carboxílicos e álcoois com três hidroxilas, por exemplo, o glicerol. Segundo Bailey (1951 apud SIMENCIO, 2014) os óleos vegetais são formados principalmente por triacilgliceróis com longas cadeias de hidrocarbonetos, isto é, tri-ésteres, produtos da esterificação de uma molécula de glicerol e três moléculas de ácidos graxos, conforme apresentado na Figura 4.25.

Figura 4.25 | Reação de esterificação com formação do éster triacilglicerol



Fonte: elaborada pelo autor.

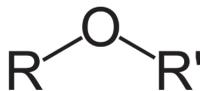


Refleta

Sabendo as regras de nomenclatura da IUPAC para os ésteres, está correto dizer que o nome triacilglicerol corresponde a essa nomenclatura?

Os ésteres em forma de ceras são produtos da reação de álcoois com elevado número de átomos de carbono, que reagem com ácidos carboxílicos. A cera de abelha e a cera de carnaúba são os exemplos mais conhecidos. Outra função orgânica com destaque merecido são os éteres: compostos orgânicos que apresentam em sua cadeia carbônica um átomo de oxigênio entre dois átomos de carbono e que estão ligados diretamente a dois radicais (R), podendo ser grupos alquil ou aril. Os éteres apresentam como representação geral a fórmula $\text{R}-\text{O}-\text{R}'$, como mostra a Figura 4.26.

Figura 4.26 | Fórmula geral para os éteres



Fonte: elaborada pelo autor.

Para os éteres, são aceitas duas nomenclaturas oficiais, segundo a IUPAC, e que são apresentadas respectivamente nas Figuras 4.27 e 4.28.

4.27 | Nomenclaturas oficiais para os éteres segundo a IUPAC – 1ª maneira



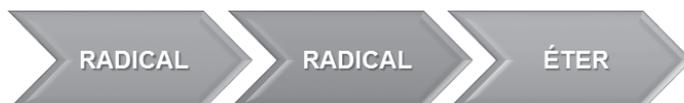
| Grupo alquil | Nome | Grupo alcóxi | Nome |
|---|------------|--------------------------------------|-------------|
| CH ₃ - | Metil | CH ₃ O- | Metóxi |
| CH ₃ CH ₂ - | Etil | CH ₃ CH ₂ O- | Etóxi |
| (CH ₃) ₂ CH ₂ - | Isopropil | (CH ₃) ₂ CHO- | Isopropóxi |
| (CH ₃) ₃ C- | terc-Butil | (CH ₃) ₃ CO- | terc-Butóxi |
| C ₆ H ₅ - | Fenil | C ₆ H ₅ O- | Fenóxi |

EXEMPLO: CH₃-CH₂-O-CH₃ = **METÓXIETANO**

CH₃-O-CH₂-CH = CH-CH₃ = **METÓXIBUTENO**

Fonte: elaborada pelo autor.

4.28 | Nomenclaturas oficiais para os éteres segundo a IUPAC – 2ª maneira



Os radicais devem ser apresentados em ordem alfabética.

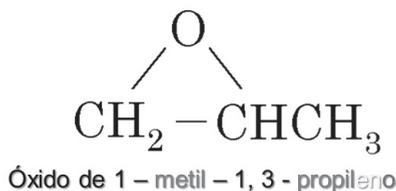
EXEMPLO: CH₃-CH₂-O-CH₃ = **ETIL-METIL-ÉTER**

CH₃-O-CH₂-CH = CH-CH₃ = **BUTIL-METIL-ÉTER**

Fonte: elaborada pelo autor.

Os éteres de cadeia cíclica são denominados epóxidos e podem receber nomes de várias maneiras, dentre elas a forma adotada segundo a IUPAC (Figura 4.29).

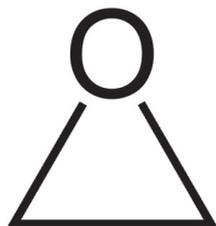
Figura 4.29 | Nomenclatura IUPAC para os éteres cíclicos



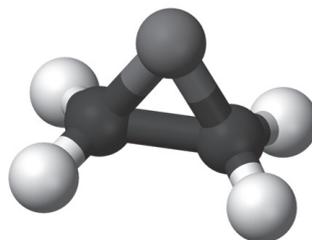
Fonte: elaborada pelo autor.

Uma maneira muito simples é utilizar a nomenclatura de substituição, na qual relaciona-se o éter cíclico ao sistema de anel do hidrocarboneto. Para isso, utiliza-se o prefixo "oxa-" para indicar que o átomo de oxigênio substituiu um grupo CH_2 (Figura 4.30).

Figura 4.30 | Óxido de etileno



Óxido de etileno
Oxaciclopropano
Epóxi-etano



Fonte: elaborada pelo autor.



Pesquise mais

O artigo a seguir apresenta as recomendações da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) para os compostos orgânicos:

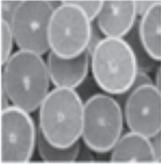
RODRIGUES, José Augusto R. Recomendações da IUPAC para a nomenclatura de moléculas orgânicas. **Química Nova na Escola**, n. 13, maio 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/v13a05.pdf>>. Acesso em: 5 de set. 2016.

Sem medo de errar

É chegado o momento de você, que foi contratado para trabalhar em um *spa* e sabe do interesse da empresa em fechar uma parceria para o fornecimento de doces e sobremesas sem adição de aditivos sintéticos, responder a algumas perguntas, como: balas, goma de mascar, gelatinas são produtos que comumente recebem a adição de aditivos sintéticos? Quem e quais são esses aditivos? Qual a sua função?

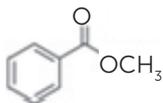
Os ésteres nada mais são do que compostos orgânicos que são produzidos por meio de uma reação química, entre um ácido carboxílico e um álcool, denominada esterificação. Os ésteres são utilizados na indústria alimentícia como aromatizantes, isto é, são substâncias que acentuam ou dão sabor e aroma para alimentos e bebidas que são produzidos industrialmente (Figura 4.31).

Figura 4.31 | Ésteres e suas aplicações

| ÉSTER | FÓRMULA MOLECULAR | ESSÊNCIA | |
|---------------------------------|---|-----------------------|--|
| Acetato de octila | $\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$ | Essência de laranja |  |
| Butanoato de butila | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ | Essência de morango |  |
| Etanoato de butila | $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | Essência de framboesa |  |
| Acetato de etila | $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ | Essência de maçã |  |
| Metanoato + heptanoato de etila | $\text{HCOOCH}_2 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ | Essência de uva |  |

(continua)

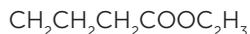
Benzoato de metila



Essência de kiwi



Butanoato de etila



Essência de abacaxi



Acetato de isopentila



Essência de banana



Fonte: adaptada de: <<http://alunosonline.uol.com.br/quimica/flavorizantes.html>>. Acesso em: 5 set. 2016.

A utilização dos ésteres está presente em praticamente todos produtos industrializados e a sua aplicação é mais vantajosa para as indústrias devido ao baixo custo de fabricação, uma vez que os aromas naturais são misturas mais complexas e de difícil extração. Assim, você foi capaz de analisar os rótulos dos doces e sobremesas e identificar se tinham algum tipo de adição de aromatizantes.



Atenção

Praticamente todos os produtos industrializados recebem a adição de um éster. Os sabores de balas e gomas que consumimos são devido a esta utilização e não necessariamente da presença da fruta no doce ou alimento.

Avançando na prática

E a Anvisa?

Descrição da situação-problema

Após avaliar a presença dos ésteres em doces e sobremesas, um dos fornecedores lhe questionou se o *spa* estava interessado em alimentos que não apresentavam nenhum tipo de aditivo ou se poderia utilizar-se de essências naturais e extratos vegetais aromáticos. No entanto, você não soube responder à pergunta de imediato, pois até o momento você acreditava que qualquer adição poderia excluir o fornecedor dessa resistência. Mas como a Anvisa classifica essas substâncias orgânicas? É possível ter algum tipo de adição nas sobremesas que serão servidas no *spa*?



Lembre-se

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é o órgão governamental responsável por aprovar e fiscalizar a utilização de produtos químicos em diferentes indústrias.

Resolução da situação-problema

A Anvisa é a agência regulamentadora do governo federal que exerce o controle sanitário de vários produtos como medicamentos, alimentos, cosméticos, entre outros.

Segundo a Anvisa os aromatizantes e flavorizantes são classificados em:

- Essências naturais: produto aromático, em forma oleosa extraído de vegetais.
- Essências artificiais: produto constituído por substâncias aromáticas, contendo ou não substâncias extraídas de vegetais.
- Extratos vegetais aromáticos são produtos aromáticos obtido de plantas ou parte delas.
- Flavorizantes quimicamente definidos; podem ser de ocorrência natural ou sintética.

A Figura 4.32 apresenta exemplos de essências artificiais.

Figura 4.32 | Essências artificiais

| <i>Composto químico</i> | <i>Aroma/sabor</i> | <i>Composto químico</i> | <i>Aroma/sabor</i> |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| Aldeído benzóico | Amêndoas | Anetol | Anis |
| Aldeído C – 14 | Pêssego | Aldeído para toluila | Cereja |
| Aldeído C – 16 | Morango | Acetato de estiralila | Goiaba |
| Aldeído C – 18 | Coco | Ácido butírico | Manteiga |
| Acetato de amila | Banana | Mentone | Hortelã |
| Antranilato de metila | Uva | Diacetila | Creme |
| Caproato de alila | Abacaxi | Amil vinil carbinol | Champignon |
| Aldeído cinâmico | Canela | Metional | Tomate |

Fonte: <<http://goo.gl/1gOKu>>. Acesso em: 5 set. 2016.

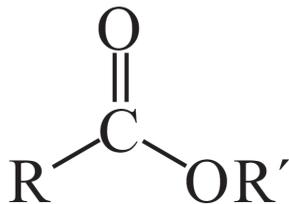


Faça você mesmo

Faça uma busca e enumere exemplos de essências artificiais, essências naturais e suas principais diferenças.

Faça valer a pena

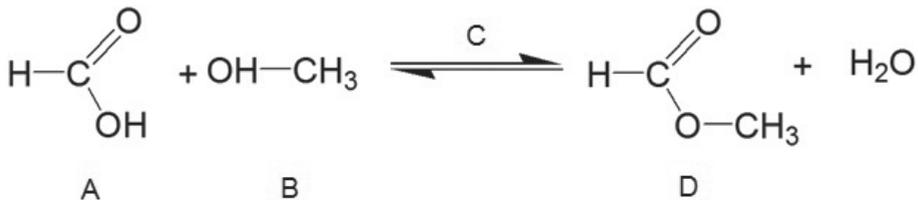
1. Observe a representação da fórmula geral a seguir:



Assinale a alternativa que apresenta a qual função orgânica a representação se refere:

- a) Hidrocarboneto
- b) Álcool
- c) Ácido carboxílico
- d) Éster
- e) Éter

2. Dada a reação a seguir:

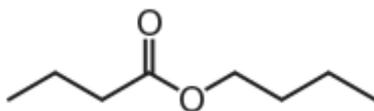


Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, a correspondência das letras A, B, C e D:

- a) Álcool, ácido carboxílico, esterificação, éter;
- b) Ácido carboxílico, álcool, hidrólise, éster;

- c) Ácido carboxílico, álcool, esterificação, éster;
- d) Álcool, ácido carboxílico, hidrólise, éter;
- e) Éter, álcool, esterificação, ácido carboxílico.

3. Um composto orgânico apresenta a seguinte fórmula:



É correto afirmar que esse composto orgânico se refere:

- a) Ao éster butanoato de butila.
- b) Ao éter butaoxi de butila.
- c) Ao éster propanoato de metila.
- d) Ao éter butanoato de etila.
- e) Ao éster etanoato de butila.

Seção 4.3

Funções orgânicas e nomenclaturas dos compostos orgânicos: fenóis e aminofenóis

Diálogo aberto

Seja bem-vindo à Seção 4.3! Estamos tratando sobre as funções orgânicas e suas respectivas nomenclaturas. Na seção passada, aprendemos as nomenclaturas para os ésteres e éteres e vimos que, apesar de nomes muito parecidos, estes compostos orgânicos são bem diferentes, principalmente em relação a suas aplicações. Você compreendeu que os ésteres são compostos orgânicos de fórmula geral $R - COO - R$, produzidos por meio da reação química de esterificação entre um ácido carboxílico e um álcool. Já os éteres de fórmula geral $R - O - R'$ apresentam em sua cadeia carbônica um átomo de oxigênio entre dois átomos de carbono e que estão ligados diretamente a dois radicais. Os ésteres são utilizados na indústria alimentícia como aromatizantes, enquanto os éteres são aplicados como solventes de extração.

Nesta seção, vamos dar início a mais um desafio. Você foi contratado para trabalhar em um *spa* e auxiliará os demais profissionais quanto à utilização dos diversos produtos que são empregados nos tratamentos e na fiscalização da composição dos produtos que são fornecidos. Neste momento, você recebeu um lote de cremes importados destinados ao tratamento de *peeling* facial e notou que em todos os produtos havia em sua composição a hidroquinona, em inglês *hydroquinone*, como mostra o rótulo a Figura 4.33.

Figura 4.33 | Rótulo de um produto facial com hidroquinona

Contains: Each gram of cream contains 40 mg hydroquinone USP, in a vanishing cream base of glyceryl propylene glycol stearate, polyoxyl 40 stearate, propylene glycol, propylparaben, purified water, sodium m
Usual Dosage: Apply cream to the affected areas and rub in well twice daily or as directed by physician.
 product information.

Fonte: adaptada de: <<https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/image.cfm?id=129320&name=fa7bc764-44fc-4f53-90c9-18b92870ae25-04%2Ejpg>>. Acesso em: 8 set. 2016.

Logo você corretamente já suspeitou que a hidroquinona é um composto orgânico. Mas qual a representação deste composto e a qual função ela pertence? Um hidrocarboneto? Um ácido carboxílico? Um éter? Uma cetona? E por que este composto é utilizado na grande maioria de produtos para rejuvenescimento da pele do rosto? Será preciso identificar a qual função orgânica a hidroquinona pertence e saber nomeá-la segundo as regras de nomenclatura da IUPAC.

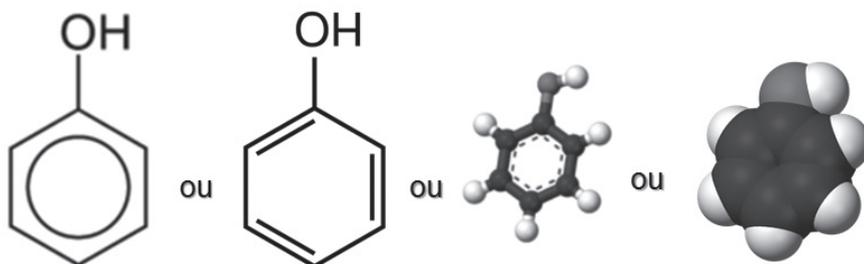
Portanto, vamos conhecer duas novas funções orgânicas: os fenóis e aminofenóis. Vamos aprender quais são as regras de nomenclatura da IUPAC para nomear e identificar esses compostos orgânicos. Através do estudo desta seção, você terá conhecido e compreendido mais alguns conceitos básicos da área de química, necessários para sua formação profissional.

Bons estudos!

Não pode faltar

Os fenóis são uma função orgânica caracterizada por apresentar um grupo hidroxila (OH), que está ligado diretamente ao anel benzênico, um hidrocarboneto cíclico aromático também nomeado como benzeno. A Figura 4.34 apresenta diferentes representações para os fenóis.

Figura 4.34 | Representação geral dos fenóis

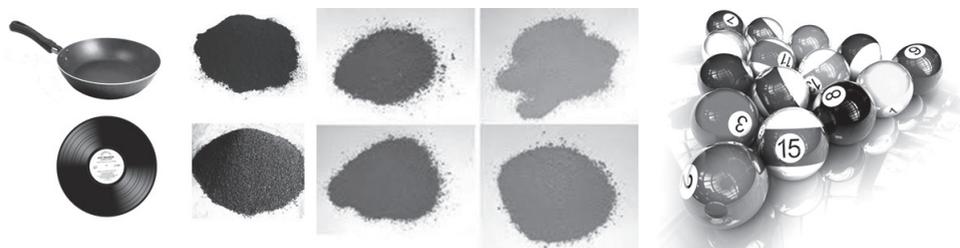


Fonte: elaborada pelo autor.

Normalmente é comum confundir os fenóis com os álcoois já que a diferença básica entre esses compostos orgânicos está na posição da hidroxila. No álcool, o grupo hidroxila está ligado diretamente a um grupo alquila, que é composto essencialmente por alcanos, nos quais ocorre a substituição de apenas um átomo de hidrogênio pelo grupo -OH. No entanto, apesar de apresentarem a hidroxila como os álcoois, os fenóis têm características bem diferentes, pois apresentam caráter ácido e reagem com hidróxidos, o que não é observado nos álcoois. Estes compostos orgânicos são principalmente utilizados como bactericidas, fungicidas, em outras aplicações (como na produção de tintas, corantes, resinas, medicamentos) e na produção da

baquelite (material polimérico - plástico - resultante da polimerização do fenol com o formaldeído) utilizada na fabricação de diversos objetos, como cabos de panela, disco de vinil, bolas de bilhar, entre outros (Figura 4.35).

Figura 4.35 | Baquelites coloridas e peças moldadas



Fonte: elaborada pelo autor.

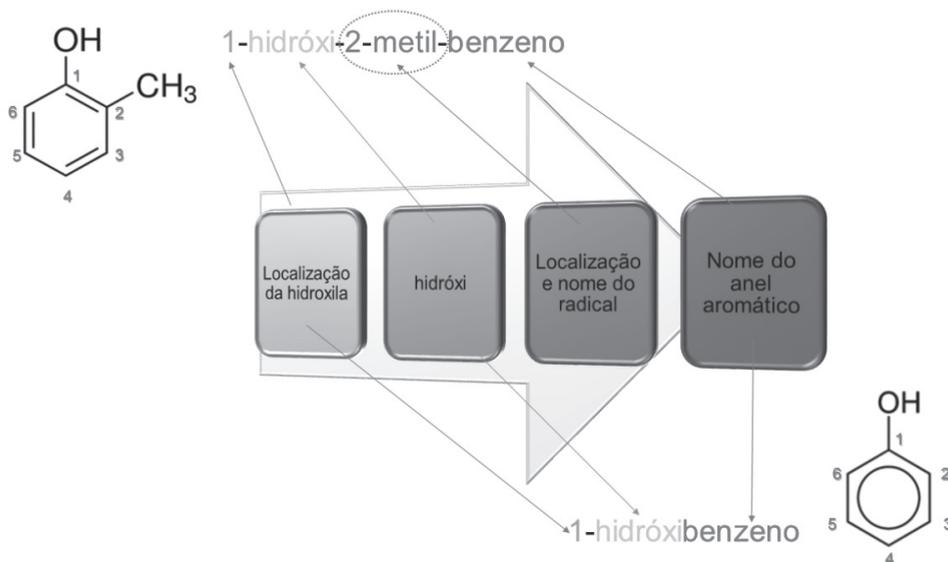


Pesquise mais

Você certamente já ouviu falar em sangue do diabo? Talvez não seja exatamente o que você esteja pensando. Uma experiência clássica na química para explicar os indicadores ácidos e bases é a solução conhecida como sangue do diabo. Nesta solução são utilizados álcool, água, amoníaco e a fenolftaleína. Após preparada está solução de cor avermelhada, quando jogada em uma parede ou uma peça de roupa, o que acontece? Quer saber? Assista ao vídeo e veja o que acontece. MANUAL DO MUNDO. **Sangue do diabo (tinta que desaparece – experiência química)**. 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=q4D1Q3eGHXk>>. Acesso em: 8 set. 2016.

Os compostos fenólicos podem ser nomeados e identificados segundo as regras de nomenclatura da IUPAC apresentada na Figura 4.36.

Figura 4.36 | Nomenclatura IUPAC para os fenóis



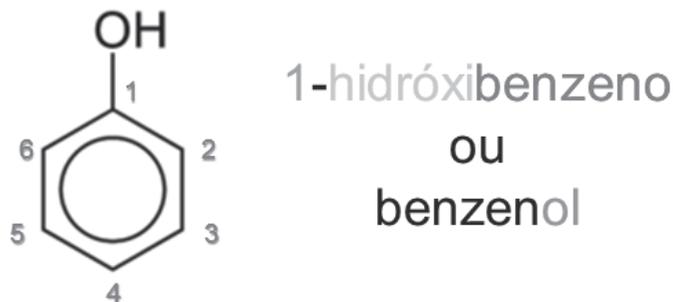
Fonte: elaborada pelo autor.

A nomenclatura IUPAC também permite que atribua a terminação “-ol” em substituição da palavra “hidróxi”. A numeração dos números dos carbonos é iniciada do carbono ao qual a hidroxila está ligada.



Exemplificando

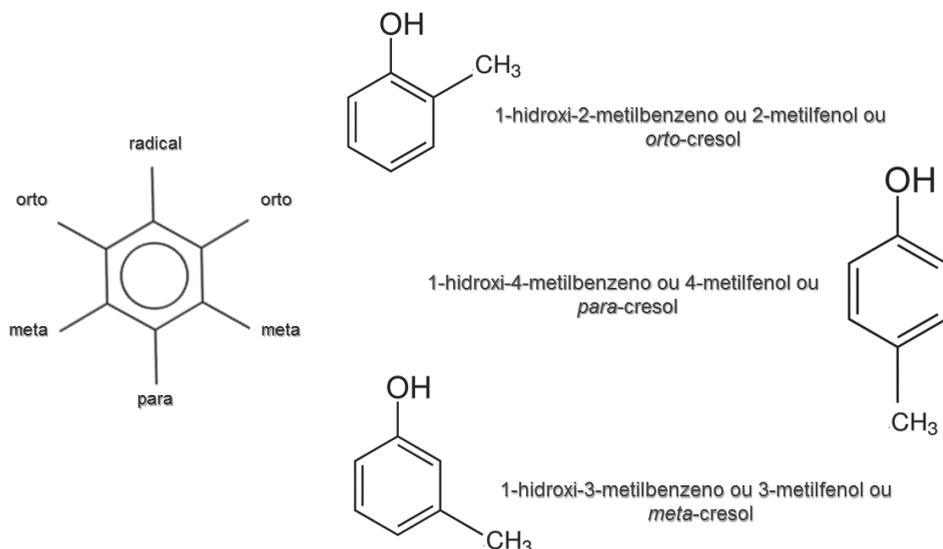
Figura 4.37 | Benzenol



Fonte: elaborada pelo autor.

Quando um radical metila está ligado ao grupo fenólico, esta formação é nomeada como "cresol" e faz-se necessário identificar a posição do átomo de carbono ao qual o grupo metila está ligado, como é apresentado na Figura 4.38.

Figura 4.38 | Compostos fenólicos (cresóis)



Fonte: elaborada pelo autor.

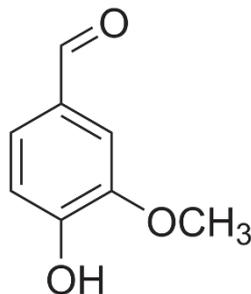


Refleta

Na Seção 4.1 aprendemos que vanilina, ou a baunilha, é um aldeído que pode ser extraído da vagem da orquídea *Vanilla planifolia*.

Está correto, no entanto, que podemos "complementar" essa classificação de aldeído observando a estrutura química deste composto.

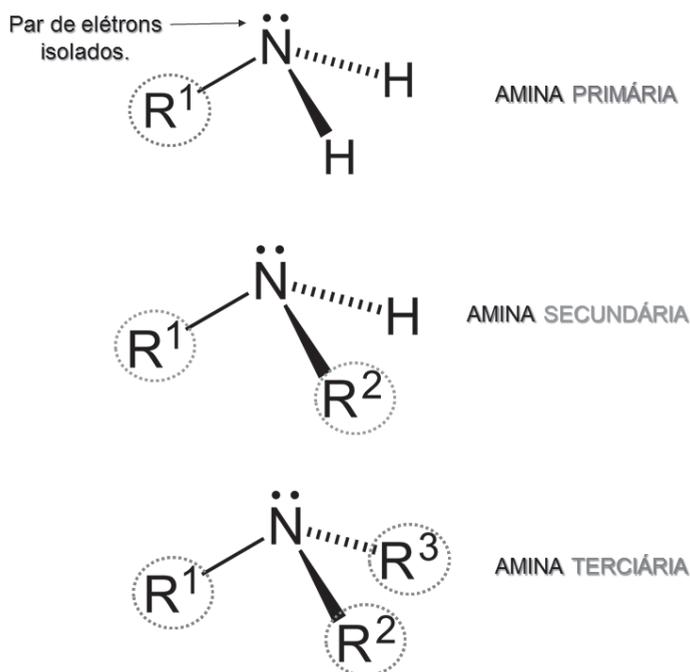
Figura 4.39 | Estrutura química da vanilina



Fonte: elaborada pelo autor.

Adicionalmente aos fenóis, temos outra função orgânica denominada aminofenóis, mas, antes de compreender o que são os aminofenóis, vamos conhecer sobre a função orgânica amina. As aminas são compostos orgânicos que apresentam uma base nitrogenada e um par de elétrons isolados. São normalmente derivadas da amônia (NH_3), em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por um grupo alquila ou arila, e de acordo com o número destes substituintes, as aminas são classificadas em aminas primárias, secundárias e terciárias, como apresentadas na Figura 4.40.

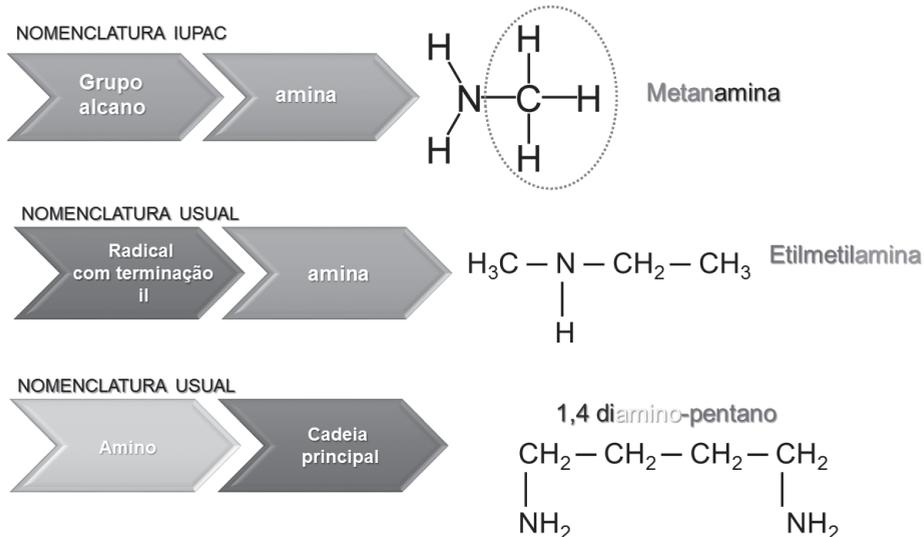
Figura 4.40 | Aminas



Fonte: elaborada pelo autor.

Segundo as regras da IUPAC, as aminas são nomeadas utilizando o nome do alcano, substituindo a terminação o pela terminação "-amina"; quando se usa a nomenclatura usual, utiliza-se o nome do substituinte com terminação "-il" seguido da terminação "-amina"; e, por fim, uma segunda nomenclatura usual considera o grupo NH_2 como ramificação da cadeia e utiliza-se o prefixo "amino-". Quando existem insaturações ou ramificações, faz-se necessário numerar a cadeia carbônica a partir da extremidade mais próxima do grupo amina. A Figura 4.41 apresenta alguns exemplos destes compostos e suas respectivas nomenclaturas.

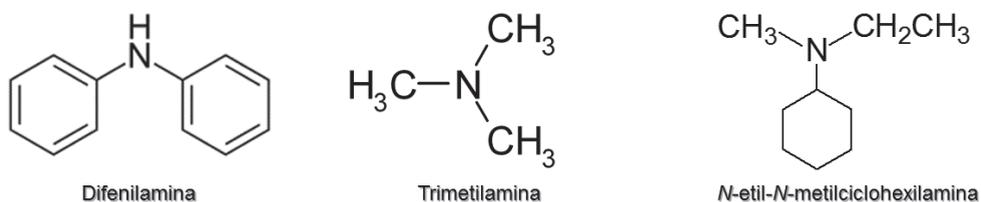
Figura 4.41 | Nomenclatura para as aminas



Fonte: elaborada pelo autor.

Nas aminas secundárias e terciárias simétricas adiciona-se os prefixos "-di" e "-tri" ao grupo alquila (Figura 4.42). Se essas aminas forem assimetricamente substituídas, são referidas como aminas primárias N-substituídas.

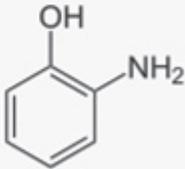
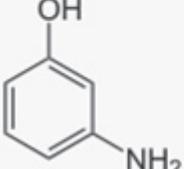
Figura 4.42 | Aminas secundárias e terciárias



Fonte: elaborada pelo autor.

Assim, aminofenol (C_6H_7NO) é o nome dado a um conjunto de três compostos orgânicos isoméricos de mesma posição que são formados de um anel benzênico ao qual estão ligados uma hidroxila (OH) e um radical amina (NH_2), como apresenta a Figura 4.43. Os aminofenóis também podem ser denominados como anilina hidroxilada ou fenol aminado.

Figura 4.43 | Aminofenol

| Aminofenol | | | |
|--------------------|---|---|--|
| Nome | 2-Aminofenol | 3-Aminofenol | 4-Aminofenol |
| Outros nomes | <i>o</i> -Aminofenol, 2-Hidroxianilina | <i>m</i> -Aminofenol, 3-Hidroxianilina | <i>p</i> -Aminofenol, 4-Hidroxianilina |
| Fórmula estrutural |  |  |  |

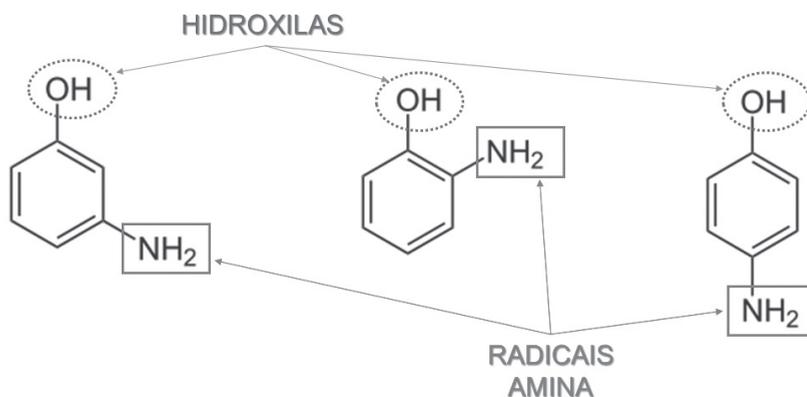
Fonte: adaptada de: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Aminofenol>>. Acesso em: 10 set. 2016.



Assimile

Nas estruturas químicas, é importante identificar as diferentes funções orgânicas, como podemos observar na Figura 4.44, que apresenta os radicais presentes nos compostos denominados aminofenol.

Figura 4.44 | Identificação dos radicais nos aminofenóis



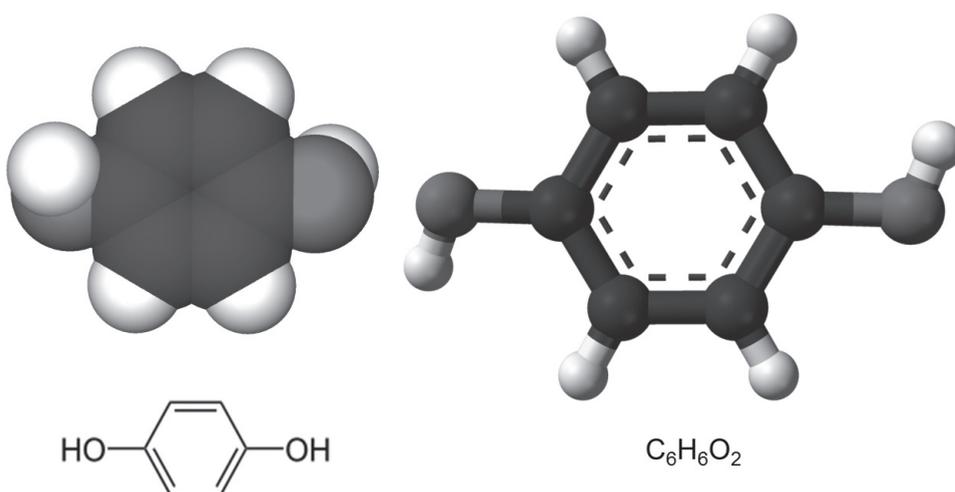
Fonte: elaborada pelo autor.

O 2- amino-fenol e o 4-aminofenol são utilizados como redutores aplicados na preparação de corantes, síntese de medicamentos e complexos metálicos. Os compostos orgânicos são importantes no desenvolvimento de toda sociedade e graças a essa química que podemos usufruir de novas tecnologias e conforto.

Sem medo de errar

Você foi contratado para trabalhar em um *spa* e auxiliará os demais profissionais quanto à utilização dos diversos produtos que são empregados nos tratamentos e fiscalização da composição dos produtos que são fornecidos. Analisando um lote de cremes importados destinados ao tratamento de *peeling* facial, você notou que em todos os produtos havia em sua composição a hidroquinona, em inglês *hydroquinone*, e logo suspeitou que a hidroquinona é um composto orgânico. Qual a representação deste composto e a qual função ela pertence? um hidrocarboneto? Um ácido carboxílico? Um éter? Uma cetona? E por que este composto é utilizado na grande maioria de produtos para rejuvenescimento da pele do rosto? Será preciso identificar a qual função orgânica a hidroquinona pertence e saber nomeá-la segundo as regras de nomenclatura da IUPAC. Após seus estudos, você encontrou a representação da cadeia carbônica da hidroquinona, como apresentada na Figura 4.45.

Figura 4.45 | Diferentes representações da cadeia carbônica da hidroquinona



Fonte: elaborada pelo autor.

A partir da estrutura química, você foi capaz de identificar que a hidroquinona é um composto aromático, isto é, um tipo de fenol. Neste caso, a nomenclatura aceita pela IUPAC é hidroquinona, mas esse composto orgânico também pode ser chamado de benzeno-1,4-diol, 1-4 dihidroxibenzeno e quinol. Vale dizer que a hidroquinona é utilizada como aplicação tópica no clareamento e rejuvenescimento da pele.



Atenção

Os fenóis são uma função orgânica caracterizada por apresentar um grupo hidroxila (OH), que está ligado diretamente ao anel benzênico, um hidrocarboneto cíclico aromático também nomeado como benzeno.

Avançando na prática

Emagrecendo com saúde?

Descrição da situação-problema

Uma das funcionárias do *spa* estava acima do peso e comentou com alguns amigos que iniciaria um tratamento para perda de peso com médico indicado por uma amiga. O tal médico estava ficando famoso, não pela sua formação acadêmica ou experiência na área, mas por receitar alguns comprimidos milagrosos que ajudavam os pacientes perder, em média 10%, do peso corpóreo por mês (Figura 4.46). Dentro das funções orgânicas existe algum tipo de composto orgânico utilizado para este fim? É possível identificar a representação da cadeia carbônica?

Figura 4.46 | Medicamentos para emagrecimento

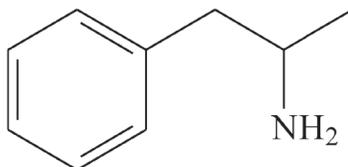


Fonte: <<http://www.portaldieta.com.br/wp-content/uploads/2012/07/anfetaminas-620x465.jpg>>. Acesso em: 15 set. 2016.

Resolução da situação-problema

Muitos medicamentos prescritos por médicos no controle e na perda de peso têm como base as anfetaminas, como o próprio nome diz, as anfetaminas fazem parte do grupamento das aminas. A Figura 4.47 apresenta a representação da cadeia carbônica da anfetamina e nome IUPAC 1-fenilpropan-2-amino.

Figura 4.47 | Representação da cadeia carbônica da anfetamina

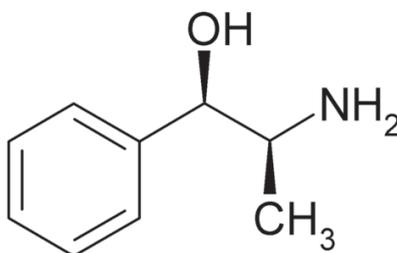


anfetamina

Fonte: elaborada pelo autor.

A fenilpropanolamina é outro composto orgânico que era utilizado no tratamento de obesidade e apresenta a representação da cadeia carbônica, conforme a Figura 4.48.

Figura 4.48 | Representação da cadeia carbônica da fenilpropanolamina



Fonte: elaborada pelo autor.

A utilização das anfetaminas, incluindo a fenilpropanolamina, é proibida no Brasil desde 2000.

Faça valer a pena

1. Leia atentamente o seguinte parágrafo:

Os _____ é uma função orgânica caracterizada por possuir um grupo _____ que está ligado diretamente ao _____, que também é nomeado como _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas:

- Fenóis; carboxila; hidrogênio; tolueno
- Fenóis; hidroxila; anel benzênico; benzeno.
- Fenóis; hidroxila; carbono; tolueno.
- Aminofenóis; carbonila; hidrogênio; benzeno.

e) Aminofenóis; hidroxila; tolueno; benzeno.

2. Leia atentamente as afirmações:

I. No álcool, o grupo hidroxila está ligado diretamente a um grupo alquila, que são essencialmente alcanos.

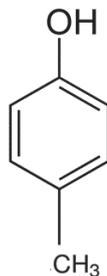
II. Quando um radical metila está ligado ao grupo fenólico, esta formação é nomeada como cresol.

III. Os aminofenóis são compostos orgânicos que apresentam uma base nitrogenada e um par de elétrons isolados.

Em relação às funções orgânicas aminas, álcoois e aminofenóis, assinale a alternativa correta:

- a) Apenas I está correta.
- b) Apenas II está correta.
- c) Apenas III está correta.
- d) Apenas I e II estão corretas.
- e) I, II e III estão corretas.

3. Analise o composto orgânico representado na figura a seguir:



Assinale a alternativa que apresenta a qual função orgânica se refere este composto:

- a) Fenol.
- b) Aminofenol.
- c) Álcoois.
- d) Hidrocarbonetos.
- e) Ácidos carboxílicos.

Seção 4.4

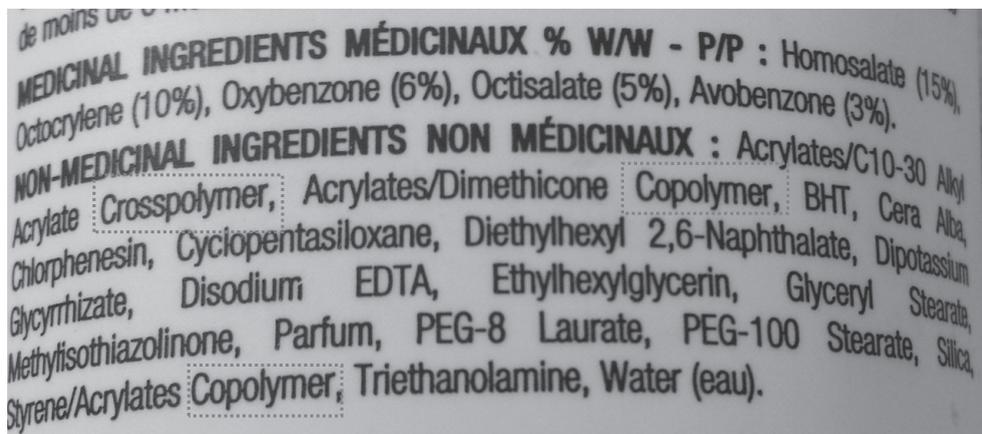
Funções orgânicas e nomenclaturas dos compostos orgânicos: polímeros

Diálogo aberto

Chegamos à última seção desta unidade e até o momento, você aprendeu diversos temas que contribuirão para o seu desenvolvimento profissional. Nesta última unidade, focamos no estudo da química orgânica e conhecemos as diferentes funções orgânicas, suas regras de nomenclaturas segundo a IUPAC e suas aplicações, principalmente voltadas ao mundo da estética e cosméticos. Na seção anterior, estudamos os fenóis e aminofenóis, e vimos que muitos cremes para rejuvenescimento e clareamento de pele apresentam em sua composição a hidroquinona, um composto aromático, isto é, um tipo de fenol. Neste caso, a nomenclatura aceita pela IUPAC é hidroquinona, mas esse composto orgânico também pode ser chamado de benzeno-1,4-diol, 1-4 dihidroxibenzeno e quinol. Nesta última seção, você foi contratado para trabalhar em um *spa* que oferece diversos tipos de serviços, como emagrecimento, relaxamento, terapias alternativas, massagens e muitos outros. E neste emprego é muito importante conhecer as formulações de todos os cosméticos utilizados. Como em todo bom *spa*, não pode faltar uma boa piscina, em que os clientes possam se bronzear e se refrescar, porém é importante adverti-los sobre a importância de se utilizar um filtro solar para evitar queimaduras e desidratação.

Já faz parte do seu cotidiano avaliar os rótulos de todos os cosméticos que são utilizados no *spa*. Você estava lendo a composição de um filtro solar (Figura 4.49) e desta vez o que lhe chamou a atenção foi ter ingredientes com a palavra *polymer*, que em português significa polímero. Mas o que são polímeros? Como são classificados? Por que esses produtos são utilizados como ingredientes em filtros solares?

Figura 4.49 | Composição de um filtro solar



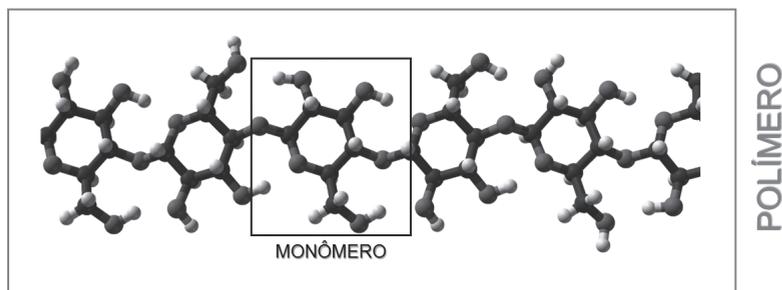
Fonte: elaborada pelo autor.

Nesta seção vamos conhecer os polímeros, que na verdade não são uma função orgânica, mas sim uma classe de materiais muito importante, sendo utilizados nas mais diversas fabricações.

Não pode faltar

Os polímeros podem ser definidos como uma macromolécula que tem várias partes quimicamente ligadas. A própria palavra significa "muitas partes". No entanto, cientificamente, polímeros são compostos orgânicos de elevada massa molecular, formados por unidades que se repetem, denominadas meros ou monômeros (um único mero), formando cadeias de longas extensão (CANEVAROLO, 2006). Os materiais poliméricos são de ocorrência natural, como as proteínas a celulose (Figura 4.50) e a borracha, ou então, sintéticas, como o polietileno. Popularmente, os materiais poliméricos são denominados plásticos (Figura 4.51).

Figura 4.50 | Cadeia polimérica (celulose)



(continua)



MONÔMERO é uma única molécula



POLÍMERO é uma longa cadeia de monômeros

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 4.51 | Exemplos de materiais poliméricos



Fonte: elaborada pelo autor.

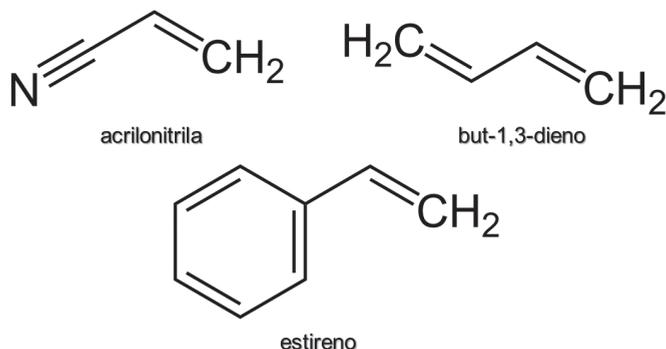


Pesquise mais

BORGES, Sérgio. **Química**: O que são polímeros. 2013. Assista à definição do que são polímeros de uma forma mais descontraída. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ENKnCkSc6TM>>. Acesso em: 12 set. 2016.

Os polímeros podem ser classificados de acordo com suas propriedades mecânicas e pelas reações que formam os polímeros, denominadas de polimerização. Segundo Callister e Rethwish (2012), a polimerização, ou síntese, é o conjunto de reações químicas que provoca a união dos monômeros ou oligômeros para criar as macromoléculas, que se inicia com a produção de grandes cadeias nas quais os átomos estão fortemente unidos por ligações covalentes. A polimerização pode ocorrer por adição, sendo que as unidades monoméricas são ligadas uma de cada vez ou por condensação, por meio de reações químicas que ocorrem por etapas e produzem estruturas com propriedades semelhantes as dos polímeros de adição. Os polímeros de adição formam-se a partir de um único monômero, que deve ser de um composto insaturado, isto é, de um composto que apresenta uma dupla ligação e que, ao ser submetido a determinadas condições de pressão e temperatura, ocorre a quebra da dupla ligação, dando origem a duas ligações simples e assim sucessivamente, originando o polímero que também pode ser chamado de homopolímero. A Figura 4.52 apresenta a reação de polimerização por adição que dá origem ao polietileno (homopolímero) e que pode ser representada em diferentes maneiras.

Figura 4.55 | Monômeros que produzem o polímero ABS

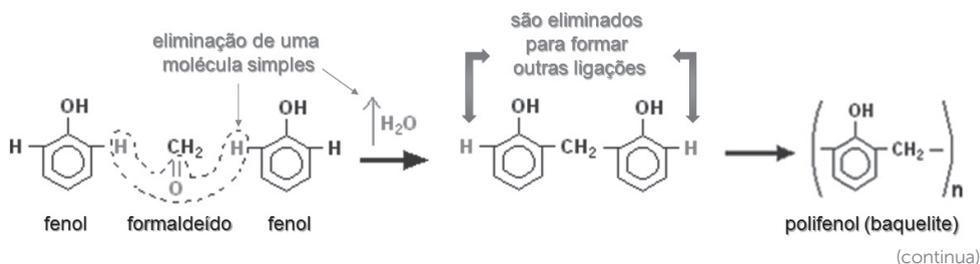


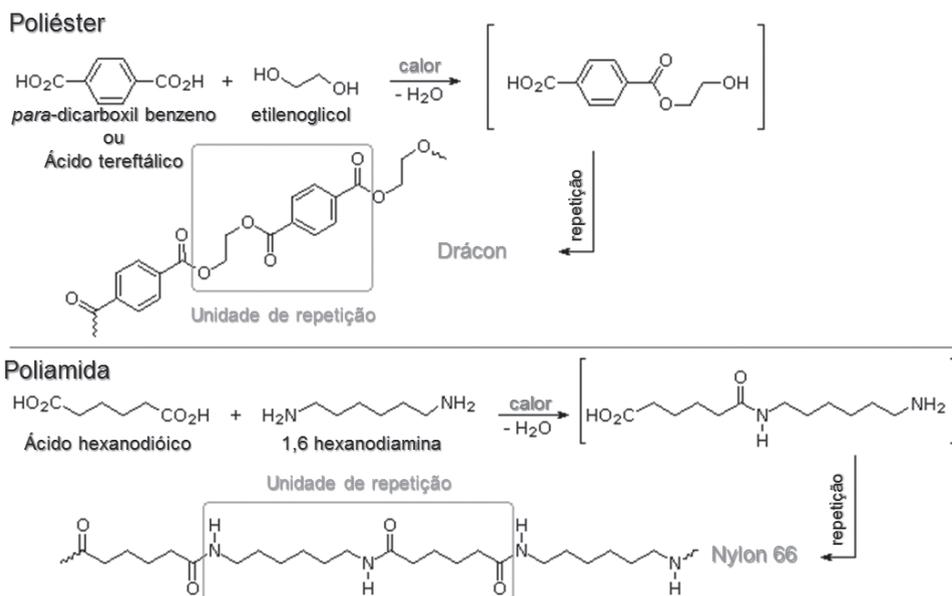
Fonte: elaborada pelo autor.

Um grande número de polímeros não são formados por processos de crescimento em cadeia que envolve espécies reativas, tais como radicais; são formados a partir de uma reação entre dois monômeros diferentes, denominada reação de condensação, em que normalmente ocorre a eliminação de H₂O. Os polímeros obtidos por reação de condensação formam-se mais lentamente e apresentam menores massas moleculares quando comparados com os polímeros de adição.

Os grupos funcionais terminais em uma cadeia permanecem ativos, de modo que grupos das cadeias mais curtas se combinam em cadeias mais longas nos últimos estágios da polimerização. A presença de grupos funcionais polares muitas vezes aumenta a atração entre cadeia-cadeia, em especial se estas cadeias apresentarem ligação de hidrogênio. A Figura 4.56 apresenta as reações de polimerização por condensação que formam respectivamente, a baquelite, o drácon (poliéster) e o *nylon 66* (poliamida).

Figura 4.56 | Reação de polimerização por condensação





Fonte: elaborada pelo autor.



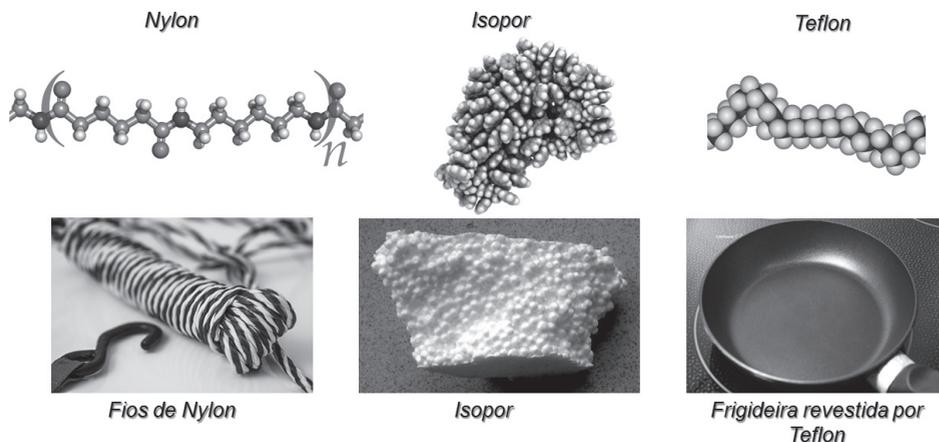
Assimile

Os polímeros que contêm apenas um único tipo de unidade de repetição são conhecidos como homopolímeros, enquanto que polímeros que contêm uma mistura de unidades de repetição são conhecidos como copolímeros.

As regras de nomenclatura da IUPAC indicam que o polímero deve ser nomeado a partir da utilização do prefixo "poli-", seguido da unidade estrutural repetitiva que define o polímero, escrita entre parênteses. No entanto, para polímeros mais simples e de uso comum, utiliza-se o prefixo "poli-" seguido do monômero de origem do polímero. Nesta nomenclatura não se utiliza o parêntese e sim a nomenclatura "tradicional". Exemplo: *polietileno* em vez de "poli (metileno)". Já para os copolímeros, nomeia-se simplesmente os monômeros de origem, precedidos da palavra "goma", para um elastômero, ou "resina", se é um plástico. Exemplos: acrilonitrilo butadieno estireno; goma estireno-butadieno; resina fenol-formaldeído.

É muito comum nos referirmos a alguns polímeros pelas marcas comerciais, como, o *Nylon*, que é uma poliamida, o *Isopor* para o poliestireno, o *Teflon* para o politetrafluoretileno, entre outros. A F=Figura 4.57 apresenta a representação química destes polímeros e exemplos de aplicações.

Figura 4.57 | Polímeros conhecidos pelas marcas



Fonte: elaborada pelo autor.

**Refleta**

Existem outros polímeros que são mais conhecidos pelos nomes das marcas do que pela nomenclatura IUPAC. Você se recorda de algum?

Quanto à estrutura final, os polímeros podem ser:

Lineares: a macromolécula é um encadeamento linear.

Ramificados: quando apresentam radicais ligados à cadeia principal.

Reticulados ou *crosslinked*: cadeias lineares adjacentes são conectadas pelas ligações covalentes das cadeias.

Rede: unidades de meros com três ligações covalentes ativas formam redes 3D.

A Figura 4.58 apresenta as diferentes estruturas finais dos polímeros, característica que justifica a diversidade em aplicações, como na fabricação de objetos, na medicina, cosméticos, entre outros.

Figura 4.58 | Estruturas dos polímeros



Fonte: elaborada pelo autor.



Exemplificando

Polipropileno, policloreto de vinila, poliestireno e nylon são exemplos de polímeros lineares.

Sem medo de errar

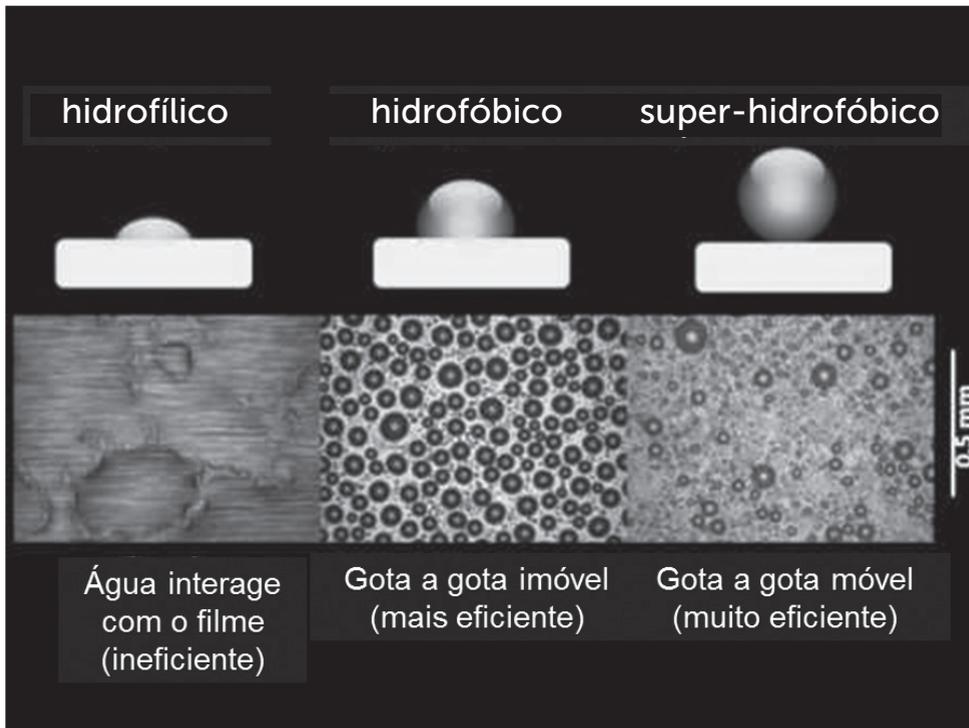
Você foi contratado para trabalhar em um *spa* que oferece diversos tipos de serviços, como emagrecimento, relaxamento, terapias alternativas, massagens e muitos outros, e em como todo bom *spa*, não pode faltar uma boa piscina, em que os clientes possam se bronzear e se refrescar.

Já faz parte do seu cotidiano avaliar os rótulos de todos os cosméticos que são utilizados no *spa*. Você estava lendo a composição de um filtro solar e desta vez o que lhe chamou a atenção foi ter ingredientes com a palavra *polymer*, que em português significa "polímero". Mas o que são polímeros? Como são classificados? Por que esses produtos são utilizados como ingredientes em filtros solares?

Nesta seção, você aprendeu que polímeros são compostos orgânicos de elevada massa molecular, formados por unidades que se repetem, denominadas monômeros, formando cadeias de longas extensão. Os polímeros podem ser classificados de acordo com suas propriedades mecânicas, pelo tipo de reação de polimerização e em relação a sua estrutura final. Na composição de filtros solares, vimos que em sua composição estão presentes os copolímeros e o *crosspolymer*. Os copolímeros são polímeros de adição entre diferentes tipos de monômeros, classificados de acordo com a disposição destes monômeros na cadeia principal e entre essas classificações temos os *crosspolymer* ou polímeros reticulados ou cruzados, que são ligados devido às ligações covalentes da cadeia.

Os polímeros são utilizados na composição de filtros solares, pois atuam como agentes filmógenos que fixam o filtro solar na pele e impedem a sua retirada quando em contato com a água. A Figura 4.59 apresenta a interação de uma gota de água em contato com uma superfície hidrofílica (quando tem afinidade com a água), hidrofóbica (não tem afinidade com a água) e super-hidrofóbica (não apresenta absolutamente nenhuma interação com a água).

Figura 4.59 | Superfície e interação com gotas de água



Fonte: adaptada de <<https://i.ytimg.com/vi/H9hVQEvAEXQ/hqdefault.jpg>>. Acesso em: 16 set. 2016.



Atenção

Os polímeros utilizados na composição de filtros solares formam filmes com comportamento semelhante a superfícies hidrofóbicas.

Avançando na prática

Plásticos e maciez?

Descrição da situação-problema

Muitos são os produtos cosméticos que temos à nossa disposição. Ao entrar em lojas especializadas, é difícil escolher o melhor produto frente a tantas opções. Você foi às compras para o seu salão de beleza recém-inaugurado e nas prateleiras de cosméticos capilares, observou que muitos xampus, condicionadores e cremes que você utilizará apresentam em sua composição um composto designado apenas por uma sigla: o PFPE. Ao questionar os colaboradores dessa loja, nenhum funcionário soube lhe explicar o significado de tal sigla. Sem fechar a compra e preocupado com

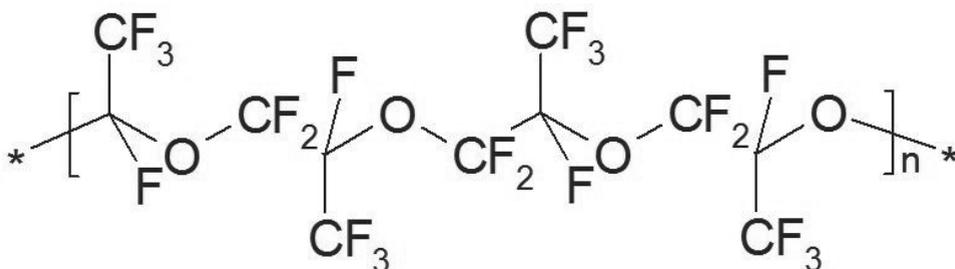
os clientes, você foi para casa pesquisar e verificar se pode ser algum produto nocivo à saúde dos clientes. Mas afinal, o que significa a sigla PFPE? A que tipo de composto corresponde? Por que esses produtos são utilizados em alguns cosméticos capilares? São nocivos à saúde? Essas são questões que após uma pesquisa você será capaz de responder-las.

Resolução da situação-problema

A sigla PFPE significa perfluoropolíeter, um polímero de longa cadeia, que apresenta átomos de carbono ligados a átomos de flúor, ligados entre si por moléculas de oxigênio.

A presença dos átomos de flúor confere algumas características para este polímero, como resistência e dureza. O PFPE é atóxico e, além de em xampus e condicionadores, são utilizados em sabonetes e hidratantes de pele. Sua utilização é justificada nestes produtos, pois proporciona maior maciez ao cabelo e a pele. A Figura 4.60 apresenta a representação da estrutura química do PFPE.

Figura 4.60 | Representação da cadeia carbônica o PFPE



Fonte: elaborada pelo autor.



Faça você mesmo

Desperte sua curiosidade! Adquira diversos produtos cosméticos e pesquise algumas substâncias que você não conhece e aprenda o porquê desta substância fazer parte de tal produto. Um profissional seguro, bem formado e capacitado normalmente atrai mais clientes!

Faça valer a pena

1. Os materiais poliméricos podem ser definidos _____ como compostos orgânicos de _____ massa molecular, formados por unidades que se repetem, denominadas _____, formando cadeias de _____ extensão.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas:

- a) Popularmente; elevada; monômeros; longas.
- b) Cientificamente; elevada; monômeros; longas.
- c) Cientificamente; baixa; monômeros; pequenas.
- d) Popularmente; elevada; isômeros; pequenas.
- e) Cientificamente; baixa; isômeros; longas.

2. Os polímeros podem ser obtidos por reação de condensação, que se formam mais lentamente e apresentam menores massas moleculares quando comparados com os polímeros de adição.

Assinale a alternativa correta sobre os grupos funcionais terminais de uma cadeia:

- a) Os grupos funcionais permanecem ativos, de modo que grupos das cadeias mais curtas se combinam em cadeias mais longas nos últimos estágios da polimerização.
- b) Os grupos funcionais permanecem inativos, de modo que grupos das cadeias mais curtas não se combinam, finalizando a polimerização.
- c) Os grupos funcionais permanecem ativos, de modo que grupos das cadeias mais longas se combinam em cadeias mais curtas no primeiro estágio da polimerização.
- d) Os grupos funcionais permanecem inativos, de modo que grupos das cadeias mais longas se combinam em cadeias mais curtas no primeiro estágio da polimerização.
- e) Os grupos funcionais permanecem ativos, de modo que grupos das cadeias mais curtas se combinam em cadeias mais curtas no primeiro estágio da polimerização.

3. Segundo Callister e Rethwish (2012) a polimerização, ou síntese, é o conjunto de reações químicas que provoca a união dos monômeros ou oligômeros para criar as macromoléculas, que se inicia com a produção de grandes cadeias nas quais os átomos estão fortemente unidos por ligações covalentes.

Em relação à polimerização, é correto afirmar que:

- a) A polimerização ocorre somente por adição em que as unidades monoméricas são ligadas uma de cada vez.
- b) A polimerização pode ocorrer por adição em que as unidades monoméricas são ligadas uma de cada vez.
- c) A polimerização ocorre somente por condensação, através de reações químicas que ocorrem por etapas.
- d) A polimerização pode ocorrer por adição em que as unidades monoméricas são ligadas ao mesmo tempo ou por condensação, através de reações químicas que ocorrem por etapas.
- e) A polimerização pode ocorrer por adição em que as unidades monoméricas são ligadas uma de cada vez ou por condensação, através de reações químicas que ocorrem por etapas e produzem estruturas com propriedades diferentes as dos polímeros de adição.

Referências

CALLISTER, W.; RETHWISH, D. G. **Ciência e engenharia de materiais**: uma introdução. 8 ed. São Paulo: LTC, 2012.

CANEVAROLO, S. **Ciência dos polímeros**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2006.

McMURRY, J. **Química orgânica**: combo. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYLE, C. B. **Química orgânica**. v. 1. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

ISBN 978-85-8462-684-1



9 788584 826841 >